Міністерство освіти і науки України
Кіровоградський національний технічний університет

Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення

КНИГА 2
СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПАЛИВО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

2-ге видання, перероблене та доповнене

За редакцією В.Я.Чабанного

Кіровоград 2008

УДК 656.13:621,892
ББК 39.33-082.32я7
Ч-80

Видано до 80-річчя Кіровоградського національного технічного університету

Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення./ Упор. В.Я.Чабанний. – Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. – 500с.

Автори: **Чабанний В.Я.,** канд. техн. наук, доцент; **Магопець С.О.,** канд. техн. наук, доцент; **Осипов І.М.,** канд. техн. наук, доцент; **Аулін В.В.,** кандидат фізико-математичних наук, професор; **Мажейка О.Й.,** канд. техн. наук, професор; **Солових Є.К.,** канд. техн. наук, професор; **Павлюк-Мороз В.А.,** доцент; **Попов Г.А.,** ст. викладач; **Катеринич С.Є.,** канд. техн. наук, доцент (Кіровоградський національний технічний університет).

Гриф надано Міністерством освіти і науки України (лист №14/18.2-2220 від 13.10.2005 р.).

Рецензенти:
Е.К. Посвятенко, доктор технічних наук, професор кафедри "Виробництва, ремонту та матеріалознавства" Національного транспортного університету;
М.В. Молодик, доктор технічних наук, професор, заст. директора національного наукового центру (Інститут механізації і електрифікації сільського господарства).
І.І. Павленко, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри "Технологія машинобудування" Кіровоградського національного технічного університету.

У навчальному посібнику викладені відомості: про системи забезпечення автотракторної техніки паливо-мастильними матеріалами, про основні причини зміни якості нафтопродуктів при транспортуванні, зберіганні, випаровуванні, обводненні та забрудненні механічними домішками. Вагома увага приділяється контролю якості нафтопродуктів на всіх етапах від їх виробництва, транспортування, зберіганні і до експлуатації. В посібнику широко обгрунтовані методи відновлення якості нафтопродуктів та розроблені рекомендації з техніки безпеки і охорони праці при роботі з паливно-мастильними матеріалами та іншими технічними рідинами.

Навчальний посібник призначений для студентів вищих технічних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації відповідно до програми з дисципліни "Паливо-мастильні та інші експлуатаційні матеріали". Може бути корисним для інженерно-технічних працівників, які займаються питанням експлуатації машин та використанням палива, мастильних матеріалів і технічних рідин.

ISBN 978-966-96904-2-5

УДК 656.13:621,892
ББК 39.33-082.32я7

© Чабанний В.Я., Магопець С.О., Осипов І.М., Аулін В.В., Мажейка О.Й., Солових Є.К. , Павлюк-Мороз В.А., Попов Г.А., Катеринич С.Є. 2008.
© Центрально-Українське видавництво, 2008.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА 7

РОЗДІЛ IV. СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ ПАЛИВО-МАСТИЛЬНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

1. ЗБЕРІГАННЯ ПАЛИВНИХ І МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ..11
1.1. Склади, бази і станції для зберігання ПММ.....11
1.2. Засоби для зберігання ПММ.....20
1.3. Прийом і відпустка ПММ із нафтосховищ.....36
1.4. Трубопроводи та арматура для зберігання рідких палив і масел 52
1.5. Відстій і фільтрація нафтопродуктів 59
2. ТРАНСПОРТУВАННЯ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ.....65
2.1. Водні перевезення ПММ.....65
2.2. Залізничні перевезення ПММ.....66
2.3. Автомобільні перевезення ПММ 67
3. ЗАПРАВКА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ ПАЛИВО-МАСТИЛЬНИМИ МАТЕРІАЛІВ..... 83
3.1. Стаціонарні засоби заправки 84
3.2. Пересувні засоби заправки.....92
3.3. Закордонні засоби заправки.....110
4. ОСОБЛИВОСТІ ЗАПРАВКИ ПАЛИВОМ ГАЗОБАЛОННИХ АВТОМОБІЛІВ 112
4.1. Заправка автомобілів зрідженим газом 112
4.1. Заправка автомобілів стисненим газом 116
5. УМОВИ ЗМАЩУВАННЯ І ЗАПРАВЛЕННЯ МАСЛАМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ І АВТОМОБІЛІВ.... 128
5.1. Засоби змащування і заправлення маслами агрегатів і машин 128
5.2. Централізовані автоматизовані мастильні системи.....144

РОЗДІЛ V. ЗМІНА ВЛАСТИВОСТЕЙ НАФТРОПРОДУКТІВ

1. ЗМІНА ВЛАСТИВОСТЕЙ НАФТОПРОДУКТІВ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ТА ЗБЕРІГАННІ.....153
2. ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ЗМІНИ ЯКОСТІ НАФТОПРОДУКТІВ 161
2.1. Фізичні і хімічні процеси.....163
2.2. Зовнішні умови.....165

2.3. Конструктивні чинники.....167
2.4. Показники якості нафтопродуктів, найбільш схильні до зміни при тривалому зберіганні 168
2.5. Гарантійні терміни зберігання 170
3. ВИПАРОВУВАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ 172
3.1. Основи випаровування 173
3.2. Властивості нафтопродуктів, що впливають на швидкість випаровування.....177
3.3. Вплив випаровування на зміну якості нафтопродуктів 183
4. ЗАБРУДНЕННЯ НАФТОПРОДУКТІВ МЕХАНІЧНИМИ ДОМІШКАМИ.....189
4.1. Причини і джерела забруднення нафтопродуктів механічними домішками 189
4.2. Вплив забрудненості нафтопродуктів на надійність роботи двигунів і машин 196
4.3. Запобігання забрудненню нафтопродуктів 202
5. УТВОРЕННЯ СМОЛ ТА ОСАДУ 217
5.1. Механізм утворення осадів і смол 217
5.2. Фактичні дані по утворенню та складу смол і осаду.....219
5.3. Вплив смолянистих речовин на якість нафтопродуктів і надійність роботи машин..... 226
5.4. Методи запобігання і зменшення утворення смол та осадів.....230
6. ПРОЦЕСИ КОРОЗІЇ.....233
6.1. Механізм корозійних процесів.....234
6.2. Чинники, що впливають на корозійні процеси 239
6.3. Зміна якості нафтопродуктів внаслідок процесів корозії..... 245
6.2. Методи зменшення корозійної активності нафтопродуктів…....245
7. ОБВОДНЕННЯ НАФТОПРОДУКТІВ.....253
7.1. Розчинність і стан води в нафтопродуктах.....253
7.2. Вплив зовнішніх чинників на обводнення нафтопродуктів.....259
7.3. Зміна якості нафтопродуктів при обводненні.....263
7.4. Основні методи запобігання обводнення нафтопродуктів і поліпшення їх низькотемпературних властивостей 269

РОЗДІЛ VI. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ НАФТОПРОДУКТІВ

1. ОРГАНІЗАЦІЯ І ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ НАФТОПРОДУКТІВ 275
2. ВІДБІР ПРОБ НАФТОПРОДУКТІВ 284

3. ВИЗНАЧЕННЯПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ НАФТОПРОДУКТІВ 290
3.1. Оцінка якості нафтопродуктів за зовнішніми ознаками.....291
3.2. Визначення наявності води.....295
3.3. Визначення наявності водорозчинних кислот та лугів.....320
3.4. Визначення ненасичених вуглеводнів у рідких паливах.....322
3.5. Визначення концентрації фактичних смол у паливах 322
3.6. Визначення фракційного складу бензину 324
3.7. Визначення густини нафтопродуктів 327
3.8. Визначення коефіцієнту фільтрівності дизельного палива.....329
3.9. Визначення температури застигання дизельного палива.....332
3.10. Визначення корозійної агресивності дизельного палива.....334
3.11. Визначення кінематичної в'язкості масел.....336
3.12. Визначення температури спалаху масла у відкритому тиглі.....339
3.13. Визначення температури краплепадіння пластичних мастил....341
3.14. Визначення колоїдної стабільності пластичного мастила.....343

РОЗДІЛ VII. ВІДНОВЛЕННЯ ЯКОСТІ НАФТОПРОДУКТІВ

1. ВІДСТОЮВАННЯ 348
1.1. Характеристика відстоювання 351
1.2. Відновлення якості нафтопродуктів відстоюванням.....357
1.3. Основні методи збільшення швидкості відстоювання 361
2. ЦЕНТРИФУГУВАННЯ 365
2.1. Теоретичні основи 366
2.2. Центрифуги для очищення нафтопродуктів 368
2.3. Очищення нафтопродуктів за допомогою центрифуг 376
3. ФІЛЬТРАЦІЯ..... 379
3.1. Теоретичні основи 379
3.2. Фільтрувальні матеріали 382
3.3. Будова фільтрів 395
3.4. Очищення нафтопродуктів фільтрацією 415
4. ЗМІШУВАННЯ І ДОДАВАННЯ ВІДСУТНІХ КОМПОНЕНТІВ 418
4.1. Показники, по яких відновлюють якість нафтопродуктів змішуванням.....418
4.1. Відновлення якості нафтопродуктів змішуванням.....419
5. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ..... 422
5.1. Адсорбційні методи.....422
5.2. Хімічні методи.....431

5.3. Видалення забруднень в електричному полі.....433
5.4. Видалення води в ультразвуковому полі..... 438
5.5. Видалення газів і води термічним методом 439
5.6. Масообмінні способи видалення забруднень..... 441

РОЗДІЛ VIII. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ І ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ РОБОТІ З ПАЛИВО-МАСТИЛЬНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

1. ТОКСИЧНІСТЬ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ІНШИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ.....444
2. ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ.....450
3. ВПЛИВ ПАЛИВА ТА МАСЛА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ І ЛЮДИНУ 459
4. ПРАВИЛА ПОЖЕЖО- І ВИБУХОБЕЗПЕКИ 466
4.1. Пожежо- і вибухонебезпечність паливно-мастильних матеріалів.....466
4.2. Забезпечення пожежо- і вибухобезпеки при роботі з ПММ.....470
5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....474
6. ЛОКАЛІЗАЦІЯ І ЗАПОБІГАННЯ ЗАБРУДНЕНЬ ҐРУНТУ....491
7. ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД..... 494

Список використаної літератури.....497

ПЕРЕДМОВА

Нафта і продукти її переробки є основними енергоносіями практично у всіх галузях промислового виробництва і сільського господарства. У теперішній час видобуток власної нафти в Україні становить 12…15% від загальної потреби. Ту частину, якої не вистачає, закуповують за кордоном, де ціни визначаються кон'юктурною світового ринку нафтопродуктів. Останнім часом вони сягнули рекордної позначки, але стійкої тенденції до її зниження не спостерігається. Ера дешевих нафтопродуктів відійшла у минуле.

З розширенням парку автомобільної і сільськогосподарської техніки, підвищенням її технічного рівня збільшується попит на більш широкий асортимент нафтопродуктів і підвищуються вимоги до їхньої якості. За останні роки накопичений науковий досвід у виробництві та використанні паливо-мастильних матеріалів, суттєво змінилася їх номенклатура, асортимент і якість. Найочевиднішими є зміни, що відбулися у створенні високоефективних сортів паливо-мастильних матеріалів.

Ускладнення конструкції і умов експлуатації сучасної автотракторної та сільськогосподарської техніки, необхідність підвищення її надійності і довговічності, а також обмежені можливості нафтопереробної промисловості по створенню і виробництву високоякісних палив і змащувальних матеріалів гостро поставили питання удосконалення методів і технологій раціонального використання нафтопродуктів. Вирішення актуальних інженерно-технічних і наукових завдань в області якості, експлуатаційних властивостей і використання нафтопродуктів має велике значення для отримання максимального технічного, економічного і соціального ефекту.

У теперішній час дуже актуальною є проблема ефективної організації забезпечення автотракторної техніки і сільськогосподарського виробництва нафтопродуктами та вирішення питань організації контролю якості паливо-мастильних матеріалів на всіх етапах технологічної схеми нафтопродуктів від виробника до баків машини. У системі нафтопродуктозабезпечення мають місце випадки, коли

приймаються і відпускаються нафтопродукти без належної перевірки їхньої якості на відповідність вимогам стандартів, технічних умов та іншій нормативній документації. Автотранспортні підприємства та підприємства аграрного комплексу, не маючи у своєму розпорядження достатньої кількості контрольних лабораторій, допускають до використання неякісні палива та мастильні матеріали. Практика показує, що підприємство одержує вигоду, якщо питання ефективного використання нафтопродуктів вирішується правильно і, навпаки, несе збитки, коли цим питанням не приділяється належної уваги.

Дуже часто незадовільна робота автотракторної техніки пов'язана з неправильним використанням паливо-мастильних матеріалів, застосуванням нафтопродуктів невідповідних сортів і марок, їхньої низької якості, яка може погіршуватись при операціях транспортування, зберігання та використання. За даними деяких досліджень встановлено, що використання некондиційних нафтопродуктів, які втратили свої початкові властивості, спричиняє збільшення простої автотракторної техніки з технічних причин на 10…20%, падіння потужності двигуна на 14…16%, перевитрату паливо-мастильних матеріалів на 8…12%, а також збільшуються витрати на технічне обслуговування і ремонт машин на 40…60%.

Проблема раціонального використання паливо-мастильних матеріалів на автотранспортних підприємствах і підприємствах аграрного комплексу стала однією з найважливіших економічних, технічних і соціальних проблем. Впровадження в експлуатацію сучасних паливо-мастильних матеріалів вимагає удосконалення організації нафтогосподарств і вирішення проблем, пов'язаних з контролем якості нафтопродуктів. Споживач повинен знати, який нафтопродукт він повинен використовувати. Для цього йому необхідно вміти перевіряти якість паливо-мастильних матеріалів, які пропонуються на ринку, а також визначати, наскільки вони відповідають вимогам сучасної автотракторної техніки і умовам експлуатації. Все це повинно базуватися на глибоких знаннях

фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей паливо-мастильних матеріалів та вмінні оцінювати їх якість.

В навчальному посібнику основну увагу приділяється теоретичним основам та практичним навичкам використання палива, мастильних матеріалів та технічних рідин. Широко викладені основні їх фізико-хімічні та експлуатаційні властивості, особливості раціонального, економічного і безпечного використання. В посібнику значну увагу приділено вимогам до палива і мастильних матеріалів, відомостям про отримання рідких та газоподібних палив з нафти та з не нафтової сировини, технологічним процесам горіння всіх видів палива та системам забезпечення автотракторної техніки паливо-мастильними матеріалами.

Відповідно до програми дисципліни “Паливо-мастильні та інші експлуатаційні матеріали” у навчальному посібнику особливу увагу приділено технічно обґрунтованому підбору нафтопродуктів, що використовуються, методам оцінки їх якості і класифікації в залежності від конструкції, напруженості роботи і умов експлуатації машин та механізмів.

Навчальний посібник є результатом узагальнення багаторічного досвіду викладання цієї дисципліни в Кіровоградському національному технічному університеті та інших вищих навчальних закладах України, він також відображає сучасні досягнення вітчизняної та закордонної науки і виробничої практики в галузі використання паливо-мастильних матеріалів та технічних рідин для енергетичних засобів сільського господарства і автотракторної техніки.

РОЗДІЛ 4

Системи забезпечення автотракторної техніки паливо-мастильними матеріалами

1. *Зберігання паливних і мастильних матеріалів*
2. *Транспортування паливо-мастильних матеріалів.*
3. *Заправлення автомобілів і тракторів паливо-мастильними матеріалами.*
4. *Особливості заправлення паливом газобалонних автомобілів.*
5. *Умови змащування і заправлення сільськогосподарської техніки та автомобілів.*

1. ЗБЕРІГАННЯ ПАЛИВНИХ І МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

1.1. Склади, бази і станції для зберігання ПММ
1.2. Засоби для зберігання ПММ
1.3. Прийом і відпустка ПММ із нафтосховищ
1.4. Трубопроводи та арматура для зберігання рідких палив і масел
1.5. Відстій і фільтрація нафтопродуктів

1.1. Склади, бази і станції для зберігання ПММ

Склади ПММ повинні відповідати нормам і технічним умовам проектування складських приміщень і господарств для зберігання легкозаймистих і пальних рідин СНиП 11-106-79 «Склади нафти і нафтопродуктів». Склад призначений для прийому, зберігання, видачі та заправлення ПММ, а також для збору і зберігання відпрацьованих масел.

Типорозмірний ряд типових складів ПММ (склади нафтопродуктів), розроблені ВИМом (Росія), і їх основні техніко-економічні показники приведені в таблиці 4.1. Склади ПММ місткістю від 40 до 300 м^3 не мають маслоскладів у зв'язку з тенденцією створення пунктів мащення машин на пунктах технічного обслуговування.

Таблиця 4.1

Техніко-економічна характеристика проектів складів ПММ

Показник	Без маслоскладу				**З маслоскладом**	
	704-2-11 704-2-12	704-2-13 704-2-14	704-2-15 704-2-16	704-2-17 704-2-18	704-2-19	704-2-20
1	2	3	4	5	6	7
Площа ділянки, га	0,18	0,21	0,25	0,28	0,45	0,55
Щільність забудови, %	32,2	34	34,3	0,4	41	49
Витрата тепла, кДж/год	27340	27340	27340	27340	397118	397118
Необхідна потужність електроенергії, кВт	19,54	25,19	25,49	25,8	37,77	37,77
Місткість резервуарного парку нафтоскладу, $м^3$	40	80	150	300	600	1200
В тому числі, $м^3$:						
- дизельного палива	20	35	75	125	275	600
- бензину	15	45	45	100	175	450
- гасу	5	5	5	25	25	25
- масла	-	-	-	-	50	75
Число роздавальних колонок:						
- для дизельного палива	1	1	1	1	1	1
- для бензину	2	2	2	4	5	5
- для масла	-	-	-	-	3	3

Продовження табл. 4.1.

1	2	3	4	5	6	7
Число приймально-роздавальних стояків	2	3	3	3	3	3
Загальна чисельність працюючих, люд.	1	1	1	1	2	2

Об'єм виробничих запасів нафтопродуктів повинен забезпечувати безперебійну потребу організації роботи машин протягом всього року з метою виконання встановлених планових завдань. При визначенні обсягів виробничих запасів враховують спосіб і наявність транспортних засобів для доставки ПММ, відстань і стан доріг від нафтопостачальної організації до складу ПММ. Досвід показує, що виробничий запас повинний бути не менш 10% річної потреби.

Для підприємств віддалених від залізниць або річкових пристаней рекомендується будувати пункти за проектом, представленим на рис. 4.1.На такому складі масла зберігають у бочках і надземних резервуарах загальною місткістю близько 6 м^3. Проектом передбачене збільшення місткості резервуарів для палива до 410 м^3 і для масла до 9 м^3. Заправна станція має підземний резервуар для бензину (10 м^3). Площа території складу складає 0,74 га (при необхідності місткість резервуарів для палива та масла може бути збільшена в 1,5…2,0 рази і більш).

Масла і паливо зберігають найчастіше в горизонтальних резервуарах, розміщених під землею або над землею. Пластичні мастильні матеріали й масла витрачаються в незначній кількості: зберігають у коморах тарного зберігання. Планування складу мастильних матеріалів показані на рис. 4.2.

Насосні приміщення складів ПММ обладнують стаціонарними вантажопідйомними засобами, а сховища матеріалів у тарі – електронавантажувачами з механізмами-бочкопідйомниками. Бочки зручно зберігати на стелажах з роликами. Невеликий

нахил стелажа забезпечує легке пересування бочки до упора в заслінку, розташовану між роликами. Звідси будь-яка бочка виделковим навантажувачем може бути легко знята, тому що усі бочки в даному випадку розділені заслінками.

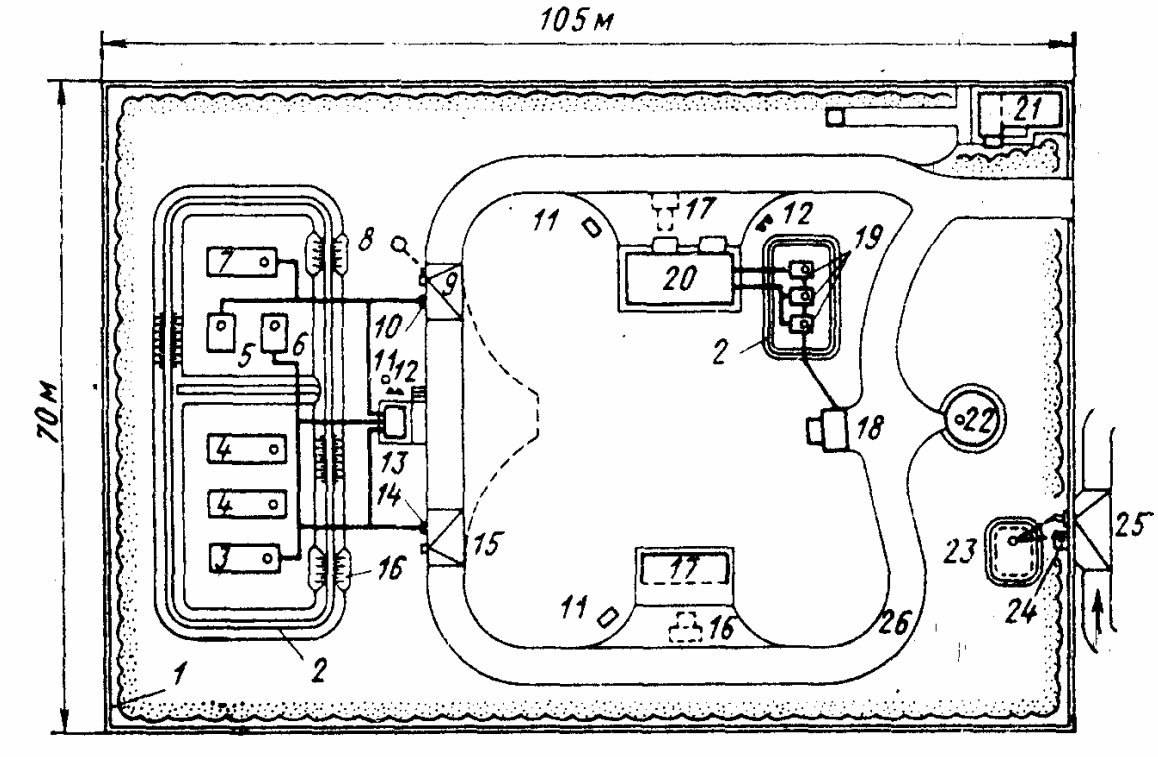

Рис. 4.1. Склад нафтопродуктів підприємства:
1 – огородження; 2 – земляний вал; 3 і 4 – резервуари для дизельного палива; 5, 6 і 7 – резервуари для бензину; 8 – збірний колодязь; 9 – приймально-роздавальна площадка для бензину; 10 – роздавально-приймально-роздавальний стояк для бензину; 11– шухляда з піском: 12 – щит з пожежним інвентарем; 13 – розливна; 14 – роздавально-приймально-роздавальний стояк для дизельного палива; 15 – приймально-роздавальна площадка для дизельного палива; 16 –пересувна естакада або бочкопідйомник; 17 – навіс для тари; 18 – стенд для зливу олії; 19 – резервуари для масла; 20 – тара для масла; 21 – контора-сторожка і комора (пожежний сарай); 22 – пожежний резервуар; 23 – підземний резервуар для бензину; 24 – палив-роздавальний колонка для бензину; 25 – площадка для заправки автомобілів; 26 – дорога

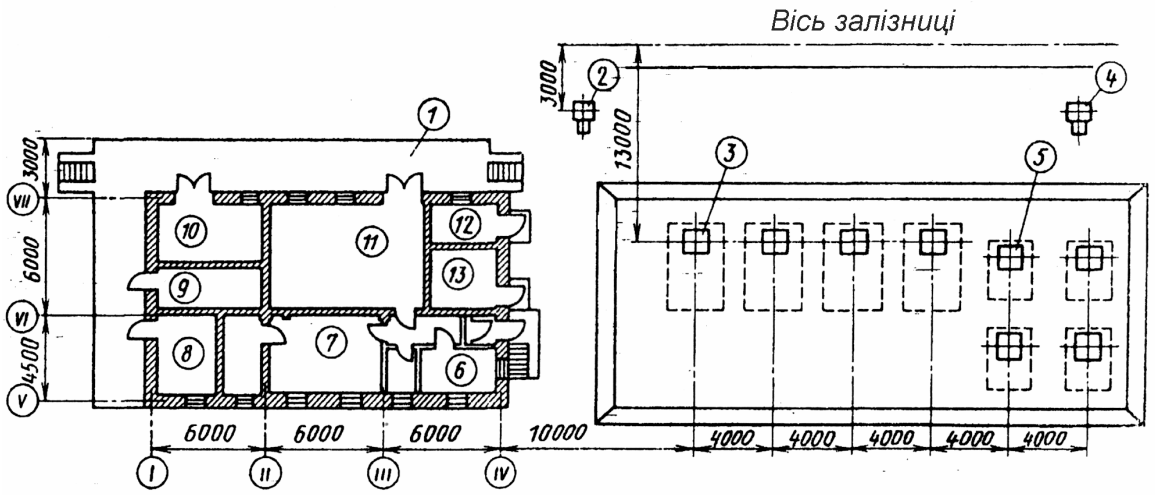

Рис. 4.2. Склад мастильних матеріалів:
1 - рампа; 2 – прийомний стояк з електрогрілкою для масла; 3 – резервуари для масла; 4 – стояк для світлих нафтопродуктів; 5 – резервуари для бензину і гасу; 6 – контора; 7 – лабораторія; 8 – роздавальна для світлих нафтопродуктів; 9 – роздавальна для масел; 10 – комора для рідких і пластичних масел у тарі; 11 – пункт регенерації масел; 12 – насосна для перекачування світлих нафтопродуктів; 13 – насосна для перекачування масел; I - VII – позначення осей

Для забезпечення ефективної експлуатації автомобільного транспорту, що працює як на зрідженому так і на природному газі, необхідна добре організована мережа газопостачання. Організація газопостачання залежить від виду транспортування (переміщення) газів, способу їх зберігання, роздачі та обліку. Система постачання зрідженим газом передбачає кущові бази зрідженого газу (КБЗГ), автомобільні газонаповнювальні станції (АГНС), а також залізничні та автомобільні цистерни для транспортування зрідженого газу.

КБЗГ призначені для прийому зрідженого газу від постачальника, зберігання і постачання його на АГНС. У відмінності від останніх кущові бази оснащують більш потужним перекачувавльним і розливним устаткуванням і парком автоцистерн. На КБЗГ виконуються наступні технологічні операції:

- злив зрідженого газу з залізничних цистерн у стаціонарні резервуари;

- зберігання запасу зрідженого газу;

- розлив зрідженого газу із стаціонарних резервуарів в автоцистерни;

- технічне обслуговування устаткування та автоцистерн.

Для виконання зазначених операцій на КБЗГ передбачається залізничний тупик з естакадою для зливу і наливу, склад зрідженого газу, блоки виробничих і допоміжних приміщень, гараж з відкритою стоянкою автоцистерн, колонка для наповнення автоцистерн і резервуар для запасу води на випадок пожежі. Наявність могутніх КБЗГ зрідженого газу дозволяє створити широку мережу автомобільних газонаповнювальних станцій у районі. В залежності від економічних міркувань і від структури газопостачання можуть бути обрані три типи розміщення резервуарного парку АГНС: стаціонарний, напівстаціонарний і пересувний. У нашій країні найбільше поширення одержали стаціонарні АГНС (рис. 4.3, рис. 4.4).

Технологічною схемою АГНС передбачається виконання наступних виробничих операцій:

а) злив зрідженого газу з автоцистерн у резервуар АГНС одним з наступних способів:

- створенням необхідного тиску між автоцистерною і резервуаром шляхом нагнітання компресором газу з резервуара в автоцистерну;

- перекачуванням зріджених газів з автоцистерни в резервуар спеціальним насосом;

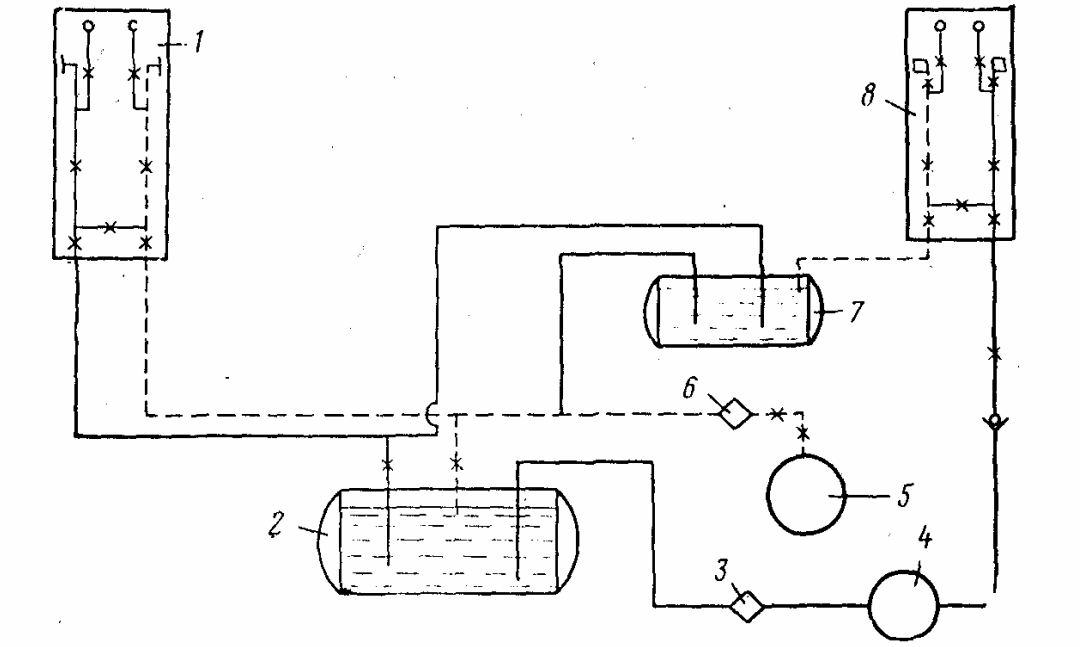

Рис. 4.3. Принципова схема АГНС:
1 – колонка для зливу газу; 2 – резервуар для пропану; 3– фільтр; 4– насос для перекачування газу; 5 – компресор; 6-конденсатор-збірник; 7– резервуар для пропану; 8 – заправні колонки

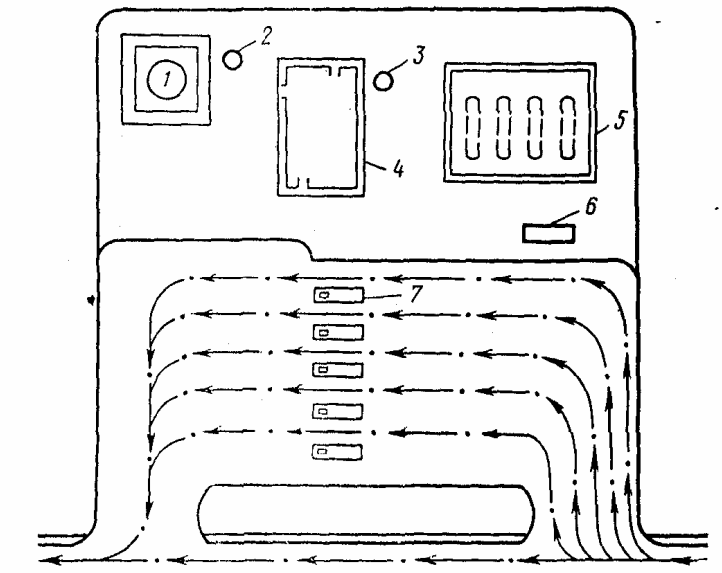

Рис. 4.4. Типова планувальна схема АГНС:
1 – резервуар для води; 2 – повітрезабірна труба; 3 – маслоуловлювач; 4 – виробничий будинок; 5 – сховище; 6 – площадка зливальних колонок; 7 – площадка заправних колонок

б) злив зріджених газів з автоцистерни за допомогою насоса при одночасній подачі їх до наповнювальних колонок;

в) наповнення балонів автомобілів через наповнювальні колонки з подачею газу до колонок насосом;

г) внутрішнє перекачування газу з одного резервуара АГНС в інший.

Технічні характеристики АГНС приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Технічна характеристика АГНС

Показники	Проект 503-186	Проект 3895
Пропускна здатність заправлень у добу	600	750
Середня разова доза заправлення, л	200	200
Площа будинку, $м^3$	121	222
Площа земельної ділянки, $м^2$	5500	6400
Число резервуарів для газу місткістю, $м^3$:		
25	4	4
2,5	1	1
Число колонок:		
для зливу газу	2	2
для заправлення автомобілів	4	5
Число насосних установок	2	2
Число компресорів	2	2
Споживана електрична потужність, кВт	65,2	40,3

Нормативні вимоги до розміщення АГНС (СНиП 11-37–76)

Мінімальна відстань від резервуарів для зберігання зріджених газів до будинків і споруджень, що технологічно не відносяться до них:

- при загальній місткості резервуарів 50…200 $м^3$ і одного 25 $м^3$, м..... 40
- те ж, і одного до 50 $м^3$, м..... 75

- при загальній місткості резервуарів 200…5000 м^3 і одного 50 м^3, м ……75
- те ж, і одного 100 м^3, м…...……... 100

Мінімальна відстань від резервуарів загальною місткістю до 200 м^3:

- до залізниць загальної мережі, м .....…… 50
- до місцевих залізниць, трамвайних шляхів, автомобільних доріг, м.……....20

Мінімальна відстань від резервуарів для зберігання зріджених газів, м:

- до будинку насосно-компресорної станції й установки випару і змішування газу ...……..… 10
- до колонок для зливу газу і заправлення автомобілів ….20

Мережа постачання стиснутим природним газом містить у собі спеціальні автомобільні газонаповнювальні компресорні станції (АГНКС) стаціонарного типу, при цьому розробляються також пересувні автогазозаправники. При створенні мережі стаціонарних АГНКС у першу чергу забезпечується умова мінімального віддалення станції від магістрального газопроводу або газопроводу-відводу, по якому природний газ надходить з місць його одержання чи переробки. До додаткових вимог при розміщенні АГНКС варто віднести можливість підведення інженерних комунікацій (води, електропостачання) і забезпечення вимог пожежної охорони і техніки безпеки. Сучасні АГНКС за застосованим устаткуванням і технологічним процесом в значній мірі уніфіковані. Найбільш розповсюдженим і зручним в експлуатації є чотирьохкомпресорна станція з чотирма чи п'ятьма газонаповнювальними колонками (рис. 4.5). Газ, що надходить, з мережі низького тиску піддається очищенню, а при необхідності і сушінню.

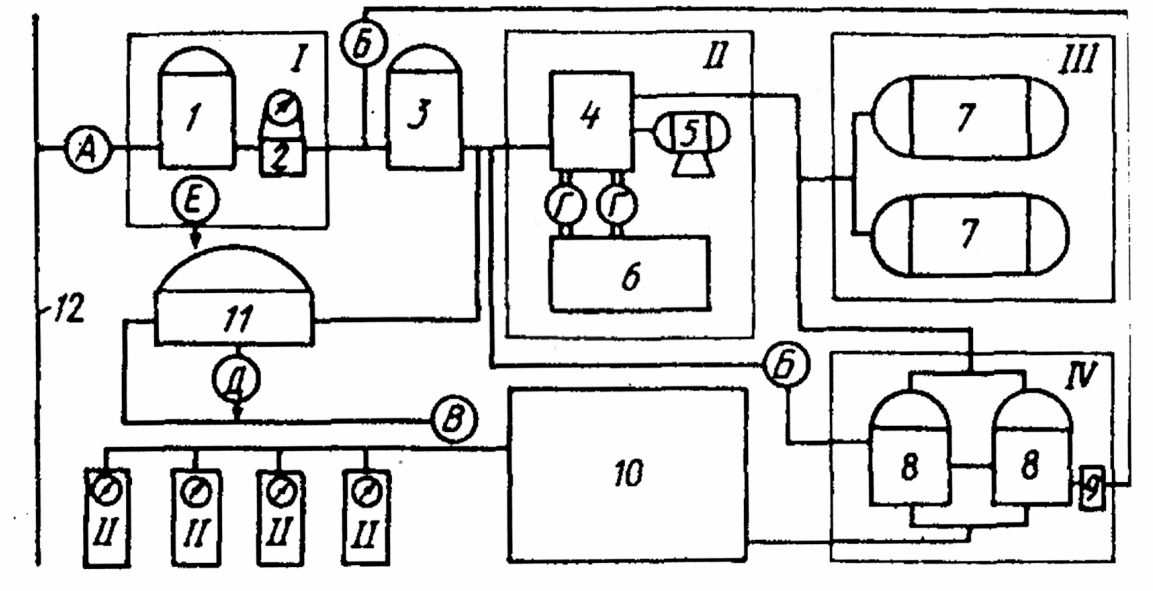

Рис. 4.5. Схема АГНКС:
1 – первинний сепаратор; 2 – знімач витрати газу; 3 – гаситель пульсацій; 4 – компресор; 5 – електродвигун; 6 - повітряний холодильник води; 7 – цистерна; 8– адсорбер; 9 – електропідігрівач; 10 - відділення регулюючої і запірної арматури; 11 - продувний резервуар; 12 – газова лінія, що підводить; I-IV відділення відповідно підготовки газу, компресорного, цистерн, сушки; А,Г – потоки відповідно основний, газу, газу на регенерацію, газу на продувку, води; Д – видалення конденсату й масла; Е – видалення води й інших домішок

Продуктивність АГНКС складає 460...500 м^3/год; річна її продуктивність 18,2 млн. м^3. Стиснутий газ зберігається в двох акумуляторних цистернах обсягом 9 м^3, тиск у кожній цистерні 25 МПа. Тривалість заправлення одного автомобіля складає 10...15 хв. Тиск на вході в компресор АГНКС дорівнює 0,6...1,2 МПа. АГНКС містить блок сушки газу продуктивністю 4000 м^3/ч. Акумуляторні цистерни обладнані вентилями наповнення та роздачі, манометрами, запобіжними клапанами і вентилями з трубками, опущеними до дна цистерни для продувки.

1.2. Засоби для зберігання ПММ

ПММ зберігають на складах у резервуарах, бочках, бідонах та іншій тарі, яка дозволена ДСТ 1510-84 (табл. 4.3…4.4).

Резервуари для зберігання рідких палив. Основними спорудами всіх нафтобаз і сховищ ПММ для легкозаймистих і пальних рідин є резервуари, які повинні експлуатуватися у відповідності до "Правил технічної експлуатації металевих резервуарів та інструкції по їх ремонту". Широко розповсюджені в автотракторних підприємствах, паливно-заправочих станціях, у сільському господарстві горизонтальні циліндричні резервуари місткістю від 5 до 50 м^3. Горизонтальні циліндричні резервуари складаються з циліндричного корпусу, двох днищ та горловини з кришкою. Днища можуть бути плоскі, конічні, а також сферичні; основа має бути значно більшу міцність. Корпус горизонтального циліндричного резервуару звичайно зварюють з кількох поясів. Для збільшення міцності і жорсткості корпусу всередині ставлять кільця жорсткості, розпірки тощо.

У сільському господарстві найчастіше встановлюють надземні горизонтальні резервуари на фундаментах, зроблених у вигляді опор. Будова фундаменту показана на рис. 4.6.

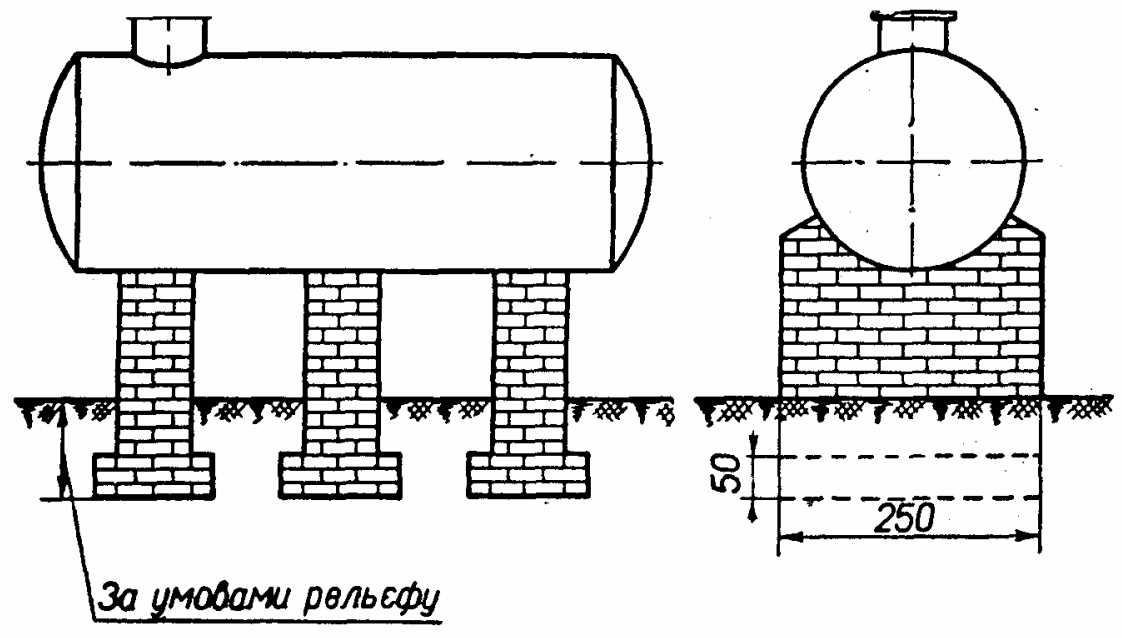

Рис. 4.6. Будова фундаменту під горизонтальний резервуар

Резервуари незалежно від їх місткості встановлюють на двох-трьох опорах. Ширина кожної опори становить не менше як 300 мм з кутом обхвату резервуарів не менше 90^0. Резервуари необхідно встановлювати в точно горизонтальному положенні. Паливо з горизонтальних резервуарів, встановлених на фундаментах, відпускають самопливом. Висота фундаменту залежить від рельєфу місцевості і умов відпуску палива. Зовні резервуари ґрунтують і покривають світлою фарбою. Під резервуар на фундамент укладають два шари толі, з метою запобігання корозії резервуара.

Крім горизонтальних резервуарів для зберігання нафтопродуктів застосовують також вертикальні циліндричні резервуари місткістю згідно даних таблиці 4.3.

Вертикальні резервуари (рис. 4.7) стійкіші і дешевші за горизонтальні, а також зручніші для кількісного обміну залитих у них нафтопродуктів.

Таблиця 4.3

Тип та розмір резервуару для зберігання нафтопродуктів

Номінальна місткість, $м^3$	Номер типового проекту чи позначення резервуара	Зовнішній діаметр, мм	Довжина, мм	Висота, мм	Товщина стіни, мм	Маса, кН
Горизонтальні						
5	704-1-107	1846	2036	-	3	4,46
10	704-1-108	2220	3100	-	4	9,80
25	704-1-109	2760	4278	-	4	18,86
50	704-1-110	2870	8480	-	4	33,69
Вертикальні						
5	РВ-5	1788	-	2018	4	4,73
10	РВ-10	2233	-	2579	4	8,40
15	РВ-15	2806	-	2518	4	11,40
25	РВ-25	3186	-	3218	4	17,50

Вертикальний резервуар складається з циліндричних стінок, плоского дна і даху конічної або сферичної форми. Резервуари виготовляють на заводах і перевозять на місце встановлення в складеному вигляді.

Для вертикальних резервуарів влаштовують піщані фундаменти (основи). Під насипною основою для резервуара знімають рослинний шар землі завтовшки 300 мм і вирівнюють площадку. Ґрунт для насипання повинний бути щільний, без решток рослин і сміття.

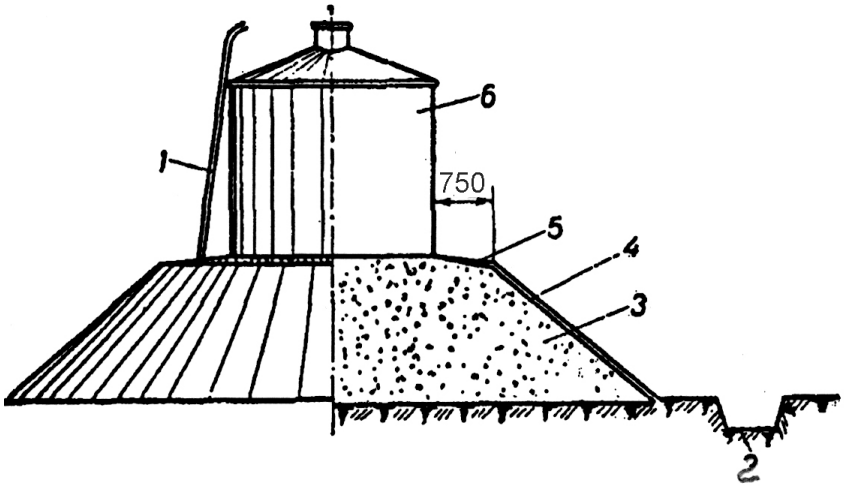

Рис. 4.7. Вертикальний циліндричний резервуар:
1 – драбина; 2 – канава для стоку води; 3 – фундамент;
4 – укіс, замощений булижником або покритий дерниною;
5 – брівка, замощена булижником; 6 – резервуар

Товщина шару піску під основою становить не більш як 2 м над поверхнею землі. Висота фундаментів насипаних з місцевого ґрунту, не повинна перевищувати 0,7 м від рівня землі. Для стійкості надземної частини фундаменту його верхній діаметр має бути на 1,5 м більший за діаметр резервуара.

На ТЗП АТП широке застосування знайшли горизонтальні підземні резервуари (рис. 4.8), виготовлені із сталі різної місткості.

Резервуари, застосовувані на ТЗП, повинні зберігати герметичність при підвищенні внутрішнього надлишкового тиску до

0,07 МПа і при вакуумі до 0,001 МПа, а також при заглиблені їх у ґрунт не більше ніж на 1,2 м.

Основною перевагою горизонтальних підземних резервуарів є те, що істотно зменшуються втрати нафтопродуктів від випаровування при нагріванні сонячними променями, забезпечується пожежна безпека, а також створюються зручності для розміщення частини технологічного устаткування на території ТЗП. До числа основних незручностей, зв'язаних з технічною експлуатацією підземних горизонтальних резервуарів, відносять складності при ремонті і технічному обслуговуванні.

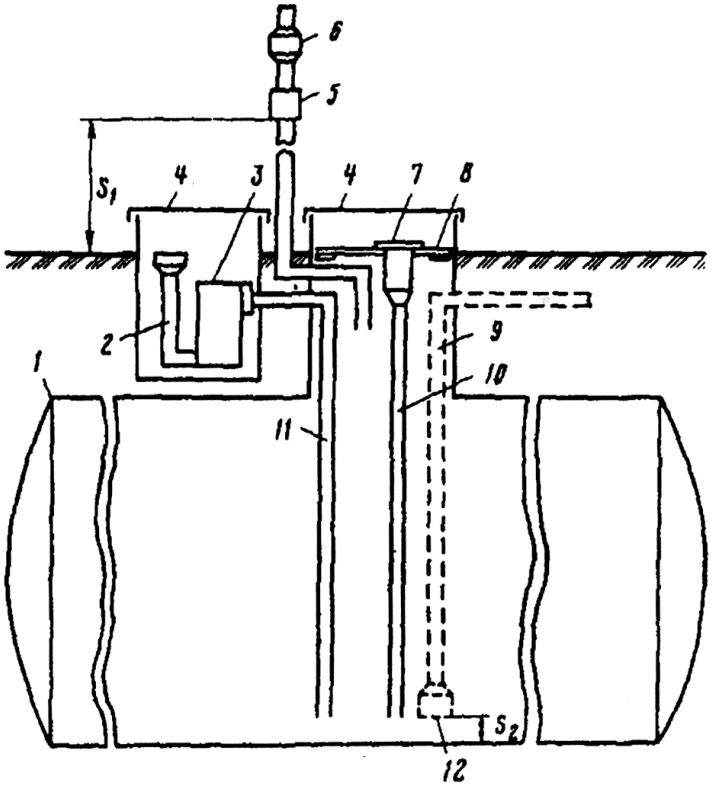

Рис. 4.8. Схема пристрою підземного горизонтального резервуара для ТЗП:
1 – резервуар; 2 – прийомний трубопровід з швикорозйомною муфтою; 3 – фільтруючий елемент із гідравлічним затвором; 4 – пилегазозахистна кришка; 5 – вогневий запобіжник; 6 – дихальний клапан (пристрій); 7 – люк; 8 – люк резервуара; 9 – всмоктувальний трубопровід; 10 – замірна труба (пристрій); 11 – зливальний трубопровід; 12 – струмоприймач зі зворотним клапаном і фільтром попереднього очищення;
S_1 – відстань (не менш 2000 мм) від поверхні землі;
S_2 – відстань (не менш 50 мм) до внутрішньої стінки резервуара

З метою запобігання втрат нафтопродуктів у процесі зливу, зберігання і видачі, резервуари укомплектовують наступними пристосуваннями.

1. Зливальними пристроями (рис. 4.9) для прийому нафтопродуктів, що містять прийомні патрубки, швидкороз'ємні муфти, фільтрувальний елемент із гідравлічним затвором і зливальний трубопровід. Основні технічні характеристики зливальних пристроїв приведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Технічна характеристика зливальних пристроїв

Показник	МУ-91-12	АЗТ5-885-800
Місце установки	Спеціальний колодязь	Кришка горловини резервуара
Число прийомних патрубків	1	2
Умовний прохід, мм: - прийомних патрубків - зливальної труби	 50 50	 50 70
Обсяг зливу (самопливом), $м^3$/год	10	16
Матеріал фільтруючого елемента	Латунна сітка	Гофрована нержавіюча стрічка
Маса, Н	160	300

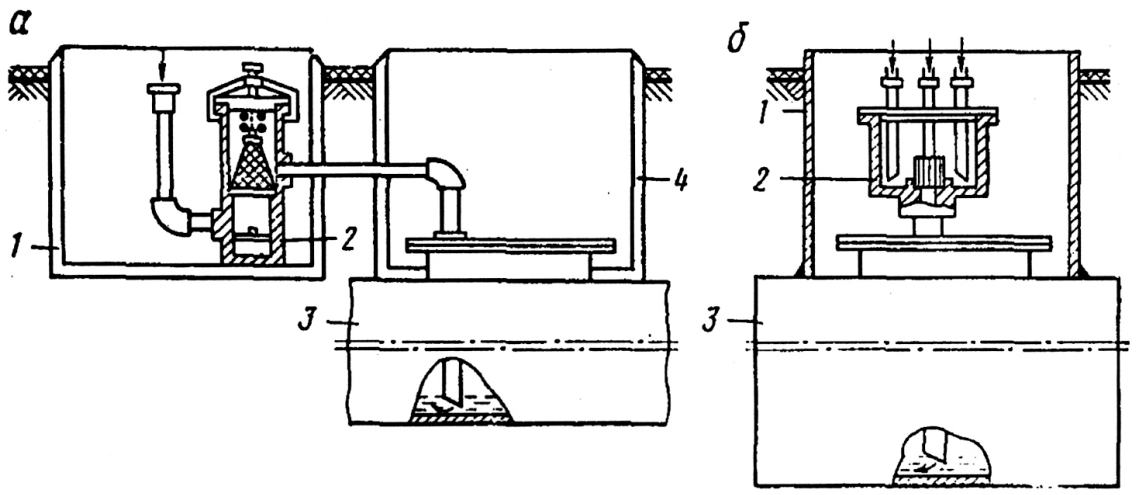

Рис. 4.9. Зливні пристрої:
а - пристрій МУ-91-12: 1 – зливальний колодязь; 2 – фільтр; 3 – резервуар горизонтальний; 4 – оглядовий колодязь; б – пристрій АЗТ5-885-800: 1 – металевий колодязь; 2 – зливальний пристрій; 3 – резервуар вертикальний

2. Всмоктувальними пристроями (рис. 4.10) для подачі нафтопродуктів з резервуарів до паливозаправних колонкаів і т.д. Даний пристрій містить прийомний клапан (табл. 4.5), всмоктувальний трубопровід і вогневий запобіжник, що запобігає проникненню всередину резервуара полум'я або іскор у процесі роботи дихального клапана.

Таблиця 4.5

Технічна характеристика прийомних клапанів

Показник	М9134	АЗТ5-890-801*
Місце розташування клапана	Нижній колодязь усмоктувального трубопроводу	Кришки горловини резервуара
Тип клапана	Двухтарілчастий	Однотарілчастий
Умовний прохід, мм	40	40
Матеріал фільтруючого елемента	Латунна сітка	Гофрована нержавіюча стрічка
Маса, Н	120	144

* Сполучається з вогневим запобіжником

Принцип дії вогневого запобіжника заснований на неможливості проникнення полум'я або іскри через отвори малого діаметра і щілини в умовах інтенсивного тепловідводу.

3. Дихальними пристроями (рис. 4.11) для сполучення внутрішнього простору резервуара, що містить паливопароповітряну суміш під надлишковим тиском, з навколишнім середовищем, а при утворенні розрідження – для впуску в резервуар атмосферного повітря. Дихальний пристрій складається з вентиляційної труби і дихального клапана (табл. 4.6).

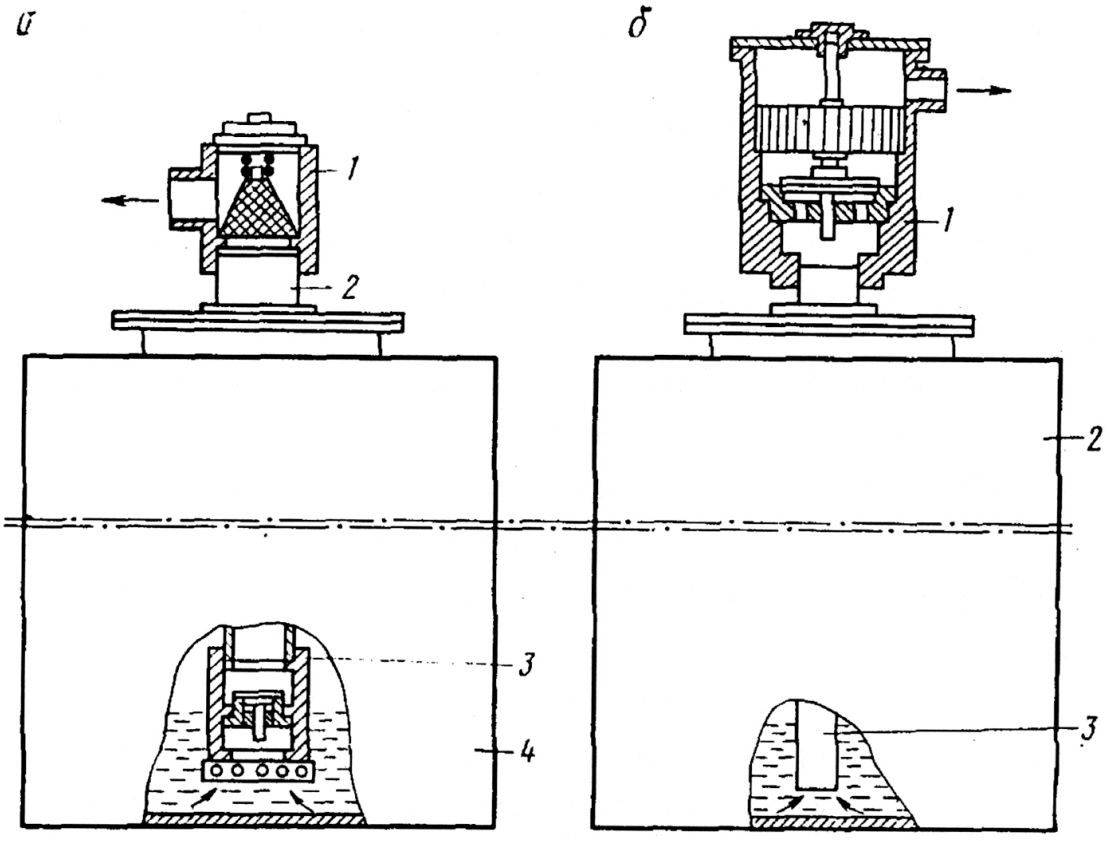

Рис. 4.10. Всмоктувальний пристрій

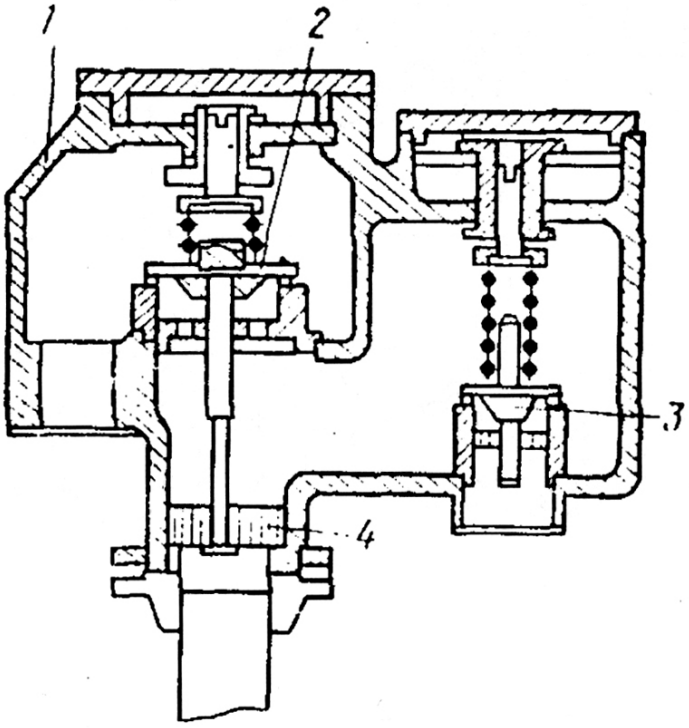

Рис. 4.11. Дихальні клапани СМДК-50

Таблиця 4.6

Технічна характеристика дихального пристрою

Показник	СМДК-50	АЭТ5-890-802
Надлишковий тиск відкриття клапана, МПа	0,025	0,1
Умовний прохід, мм	50	50
Маса, Н	70	50

Дихальний клапан працює як при підвищенні тиску в резервуарі, так і при утворенні вакууму, стабілізуючи, таким чином, номінальні розрахункові параметри, встановлені заводом-виготовлювачем для резервуара. Невід'ємною частиною дихального клапана є запобіжний клапан, що спрацьовує при збільшенні розрахункового тиску або вакууму на 5…10% через технічні несправності дихального клапана.

4. Замірними пристроями, призначеними для виміру рівня нафтопродуктів у резервуарах. Замірний пристрій складається з направляючої (зондової) труби і метроштока телескопічного

типу. На зовнішній поверхні труб метроштока нанесені міліметрові поділи. На кінці нижньої труби жорстко закріплений наконечник з кольорового металу, що має кільцеподібну форму.

5. Хлопавками з приводними гнучкими нитками (тросами малого діаметра), що запобігають кількісні втрати нафтопродуктів при аварійних ушкодженнях приймально-роздавальних трубопроводів і засувок.

6. Водоспускними пристроями для періодичного зливу з резервуарів води, що накопичується в нижній частині резервуарів.

На кінці приймально-роздавального патрубка резервуара місткістю 5 м^3 ставлять муфтовий вентиль, а на резервуарах більшої місткості встановлюють крани на коркові або кульові крани (рис. 4.12).

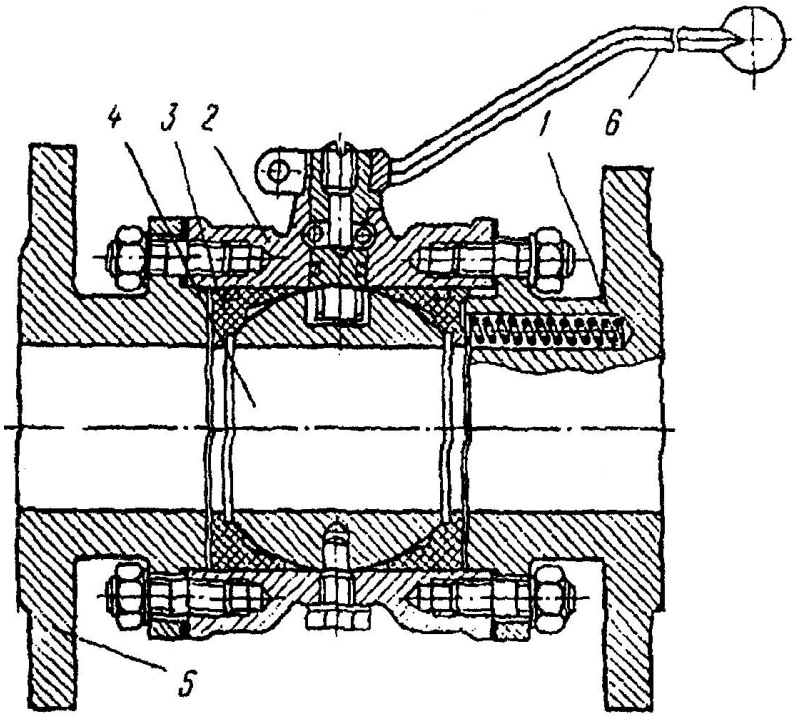

Рис. 4.12. Кран кульовий:
1 – пружина ущільнення; 2 – корпус; 3 – ущільнювальне кільце; 4 – куля; 5 – кришка; 6 – ручка

Кульовий кран складається з роз'ємного корпуса, кулі, кришки, ущільнювальних кілець із пружинами і ручки. Кран не

створює опору (при повному його відкриванні) при протіканні палива, герметичний і надійний в експлуатації.

Крім основного запірного пристрою, початок зливної трубки всередині резервуару закривають хлопавкою (рис. 4.13), тому нафтопродукт не може витекти з резервуару під час аварії трубопроводу або ремонту крану. Щоб випустити нафтопродукт з резервуару необхідно підняти кришку клапана, для чого користуються важільним пристроєм і тросиком. Якщо трубою користуються і для приймання нафтопродукту, то при накачуванні його в резервуар кришка хлопавки піднімається струменем рідини. Хлопавки встановлюють на резервуари місткістю понад 5 м^3. У резервуарах меншої місткості є поплавковий пристрій, який виконує ту ж саму функцію, що й хлопавка, коли піднімається поплавець вище рівня нафтопродукту.

Щоб всередину через дихальну трубку не потрапляло полум'я або вибухова хвиля при виникненні поблизу пожежі або вибуху між дихальним клапаном і резервуаром встановлюють вогневі запобіжники.

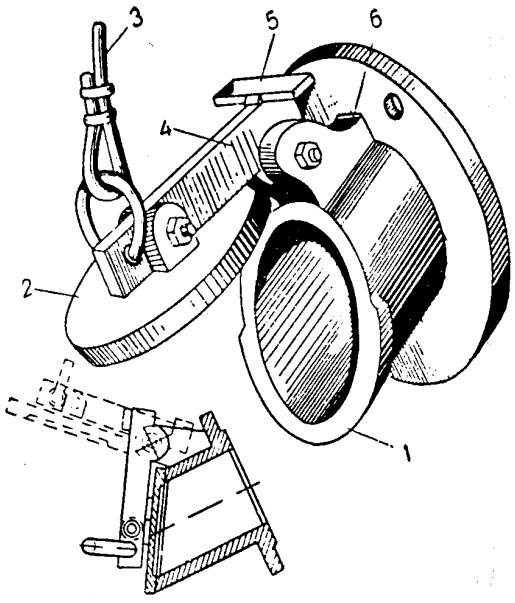

Рис. 4.13. Хлопавка:
1 – корпус; 2 – кришка хлопавки; 3 – трос для керування хлопавкою;
4– важіль; 5–стопорна планка: 6 – пружина шарніра

Вогневий запобіжник (рис. 4.14) поглинає теплоту вогневої хвилі, розсікаючи її на безліч окремих струминок і гасячи її. Для ліквідації полум'я усередині вогневих запобіжників уміщують гофровані пластини з латуні або насипають добре промитий гравій.

Резервуар, призначений для зберігання і відстоювання дизельного палива, додатково обладнують плаваючим паливоприймачем для відбирання палива з верхніх, найбільш чистих шарів. Після відстоювання паливоприймач кріплять болтами до фланця приймально-роздавальної труби усередині резервуара. Через отвори в поворотній забірній трубі біля поплавця паливо надходить через паливоприймач у приймально-роздавальний патрубок і видатковий кран. Поплавець утримує кінець труби на глибині 15..20 см від поверхні палива в резервуарі.

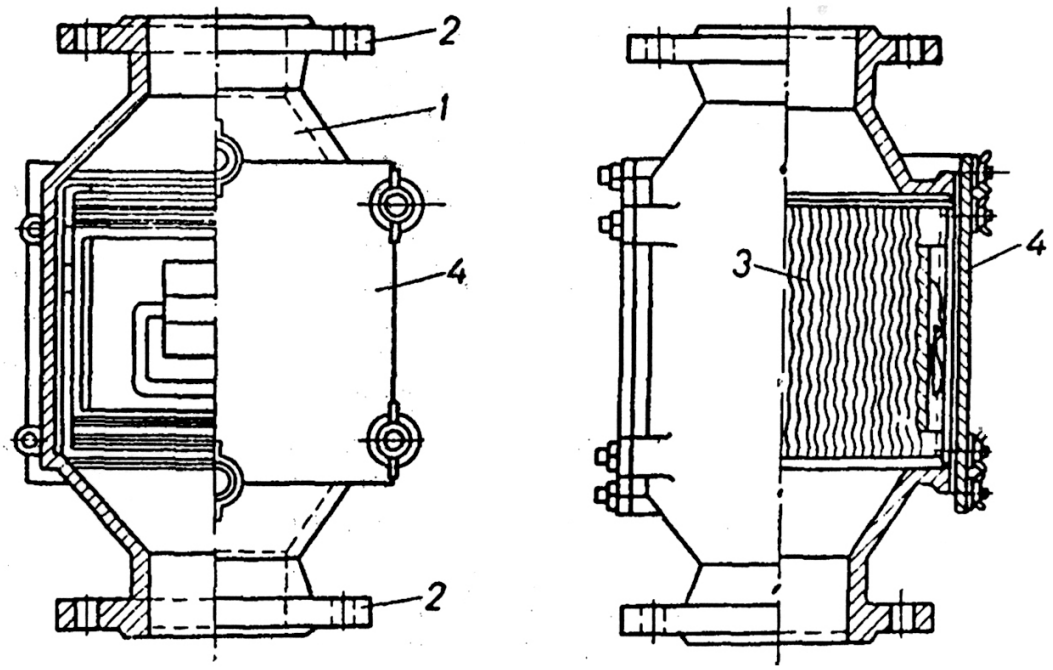

Рис. 4.14. Пластинчастий запобіжник:
1 – корпус; 2 – фланець; 3 – шухляда з пластинами; 4 – кришка корпуса

В міру витрати палива з резервуара поплавець опускає забірну трубу до дна. Упор паливозабірної труби обмежує опускання поплавця до висоти 20 см від дна резервуара.

Резервуари для зберігання стиснених газів використовуються як у наземному так і в підземному виконанні.

Наземні резервуари, призначені як для зберігання пропану, бутану та і їх сумішей, і розраховуються на робочий тиск, що відповідає тиску насичених парів зрідженого газу при максимальній температурі повітря в літню пору, але не нижче 50°С. Підземні резервуари розраховуються на робочий тиск, що відповідає тиску насичених парів зрідженого газу при максимальній температурі ґрунту в літню пору, але не вище 25°С.

Циліндричні горизонтальні резервуари виготовляють об’ємом 10, 12, 25, 50 і 175 м^3. Схема установки й обв'язки найбільш розповсюджених резервуарів об’ємом 25 і 50 м^3 приведені на рис. 4.15, рис. 4.16. Усі пристрої, що його відключають, на надземних резервуарах розташовуються в безпосередній близькості від штуцерів. У підземних резервуарів пристрої, що відключають, а також запобіжні клапани і контрольно-вимірювальні прилади повинні знаходитися вище рівня землі.

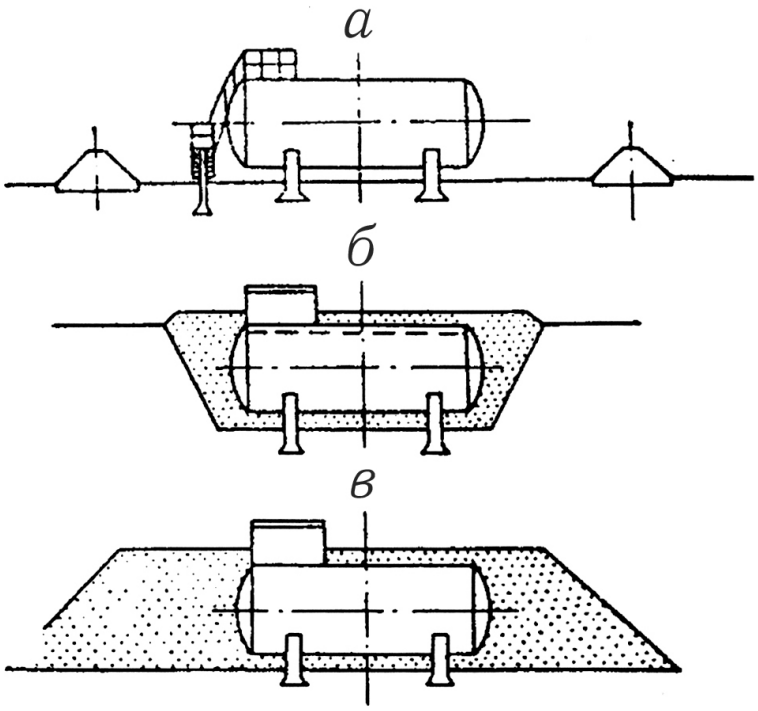

Рис. 4.15. Схеми установки надземних і підземних циліндричних резервуарів:
а – надземний резервуар; б – підземний резервуар; в – резервуар із засипанням

Кульові резервуари застосовують в основному для зберігання бутану. Для виготовлення кульових резервуарів витрачається менше металу на одиниця об'єму. Наприклад, кульовий резервуар об’ємом 600 м^3 при товщині стінки 22 мм і діаметром 10,5 м розрахований на робочий тиск 0,6 МПа, важить 700 кН.

Внутрішній діаметр штуцерів для манометрів, відбирання проб газу й рівневимірних трубок повинний бути не більш 3 мм. Такий отвір розпорошує струмінь рідини і у випадку поломки манометра або вентиля дає можливість швидко ліквідувати несправність.

Наземні резервуари для захисту від дії сонячних променів офарблюють у світлий колір і обладнають тіньовими кожухами чи розташовують під навісами. Підземні резервуари покривають протикорозійною ізоляцією і засипають піском. Кожна ємність обладнується люками. Люк-лаз має діаметр 0,45 м, а люк для вентиляції – 0,20 м. Від люка-лазу всередину горизонтального резервуара встановлена драбина для спуска по ній людини під час внутрішнього огляду ємності. Штуцер для спуска води обладнується незамерзаючим клапаном.

Резервуари для зберігання обладнуються наступними контрольно-вимірювальними приладами і арматурою: покажчиками рівня рідкої фази, покажчиками тиску парової фази, запобіжними клапанами, термометрами для виміру температури рідкої фази, люками-лазами і вентиляційним люком, пристроями для продувки резервуара паром або інертним газом та видалення з нього води і важких залишків, пристроєм для відбору проб рідкої і парової фази.

Крім того, на витратному трубопроводі резервуара встановлюється швидкісний клапан, що автоматично відключає трубопровід при його розриві або іншій аварії на ньому, що приводить до викиду з резервуара великої кількості зрідженого газу. Якщо до резервуара підводиться окремий трубопровід наповнення, то на ньому повинний бути встановлений зворотний клапан, що запобігає можливості виходу рідкої фази.

Кожен резервуар обладнується не менш ніж двома пружинними запобіжними клапанами (робочим і контрольним), оснащеними пристроями для контрольної продувки.

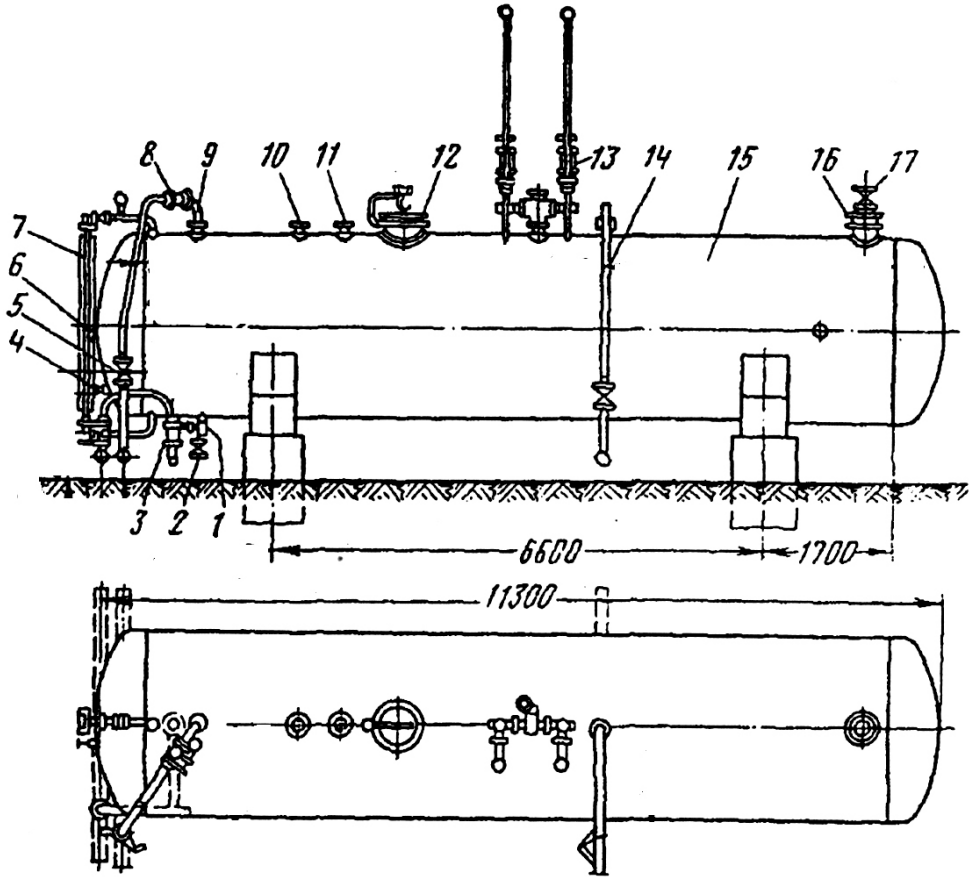

Рис. 4.16. Схема установки та обв'язки надземного циліндричного резервуара:
1 – клапан дренажний незамерзаючий; 2 – вентиль запірний $Д_У$ =40 мм; 3 – швидкісний клапан на видатковому трубопроводі рідкої фази; 4 – кишеня для термометра; 5 – кран прохідний сталевий $Д_У$ – 80 мм; 6 – вентиль для відбору проби; 7 – покажчик рівня рідкої фази; 8 – зворотний клапан $Д_У$= 80 мм; 9 – трубопровід для заповнення резервуара; 10 – резервний штуцер; 11 – штуцер для установки сигналізатора граничного рівня; 12 – люк для огляду резервуара $Д_У$=450 мм; 13 - запобіжні клапани; 14– трубопровід парової фази; 15 – надземний сталевий циліндричний резервуар; 16 – люк для вентиляції резервуара; 17 – кран прохідний сталевий $Д_У$ = 50 мм.

Дрібна нафтотара. У дрібній нафтотарі – металевих і полімерних бочках, бідонах, банках та шухлядах зберігають неве-

ликі кількості нафтопродуктів (коксовий бензин, пластичні мастила тощо). Основними видами дрібної нафтотари є стальні бочки. Їх роблять з листової сталі завтовшки 2 мм. Довкола бочки біля днищ і в середній частині приварюють стальні обручі для міцності. Бочки годяться для зберігання всіх видів рідких нафтопродуктів.

Бочки оцинковані (табл. 4.7) виготовляють двох типів із зливно-наливною горловиною на днище. Допускається за вимогою замовника виготовляти бочки місткістю 200 л з горловиною на обичайці. Бочки повинні бути оцинковані усередині і зовні або пофарбовані зовні.

Таблиця 4.7

Технічна характеристика оцинкованих бочок для зберігання ПММ

Місткість, л	Висота, м	Діаметр, мм		Маса, Н, не більш
		внутрішній	зовнішній	
200	870	614	560	500
100	709	496	442	260

Бочки стальні зварені (табл. 4.8) загорнені з гофрами на обичайці місткістю 50, 100 і 200 л також можуть застосовуватися для транспортування і зберігання ПММ.

Таблиця 4.8

Технічна характеристика стальних зварних бочок для зберігання ПММ

Місткість, л	Висота повна, мм	Товщина метала, мм		Маса, Н, не більше
		обичайки та днища	кінцевих обручів	
50	542	1	2-3	95
100	698	1,2	3-4	165
200	860	1,7-1,8	4-5	370

Каністри (табл. 4.9) виготовляють зі сталі місткістю 5, 10 і 20 л. Корпус каністри зварюють із двох половин (штампованих),

горловину постачають відкидною кришкою, у якій запресована прокладка з бензостійкої гуми.

Таблиця 4.9

Характеристика каністр для транспортування і зберігання рідких палив

Місткість, л		Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм	Маса, Н
номінальна	повна				
5	6,3	210	120	290	22,5
10	11,0	280	130	390	26
20	21,2	345	165	468	42

Каністри мають зливні носики і повітряні трубки для випуску повітря під час їх випорожнення та наповнення, що забезпечує переливання нафтопродуктів без розбризкування.

Каністри металеві або полімерні місткістю від 5 до 20 л виготовляють циліндричної і прямокутної форми з кришками, що встановлюються або загвинчуються.

1.3. Прийом і відпустка ПММ із нафтосховищ

Прийом нафтопродуктів. Перед прийманням нафтопродукту на склад необхідно: оглянути та при необхідності зачистити резервуар, тару для зливу нафтопродукту; для затарених нафтопродуктів підготувати місця для зберігання; замірити рівень нафтопродуктів у резервуарах, у якому буде здійснюватися злив нафтопродукту з залізничних цистерн чи наливних барж; відокремити резервуар, у який буде проводитися злив нафтопродукту, від інших резервуарів, закриваючи відповідні крани, засувки і вентилі; перевірити справність засобів перекачування, зливальних пристроїв, кранів, вентилів, засувок рукавів тощо.

Для зливу нафтопродуктів із залізничних цистерн на нафтосховищі господарства встановлюється стояк з електричним приводом за типовими проектами. Стояк з'єднується з приймально-відпускними трубами відповідних резервуарів системою трубопроводів із засувками.

Залізничний прийомний стояк повинний забезпечувати злив палива з залізничної цистерни як через її горловину, так і через нижній зливальний пристрій. Подача насоса стояка повинна забезпечувати тривалість зливу, встановлену Статутом залізниць України, не менш 20 м^3/ч.

На рис. 4.17 схематично показано універсальний приймальний стояк, пристосований для зливу нафтопродуктів з будь-якої тари різними способами. На рис. 4.18 представлений стояк для зливу палива з залізничної цистерни через її горловину.

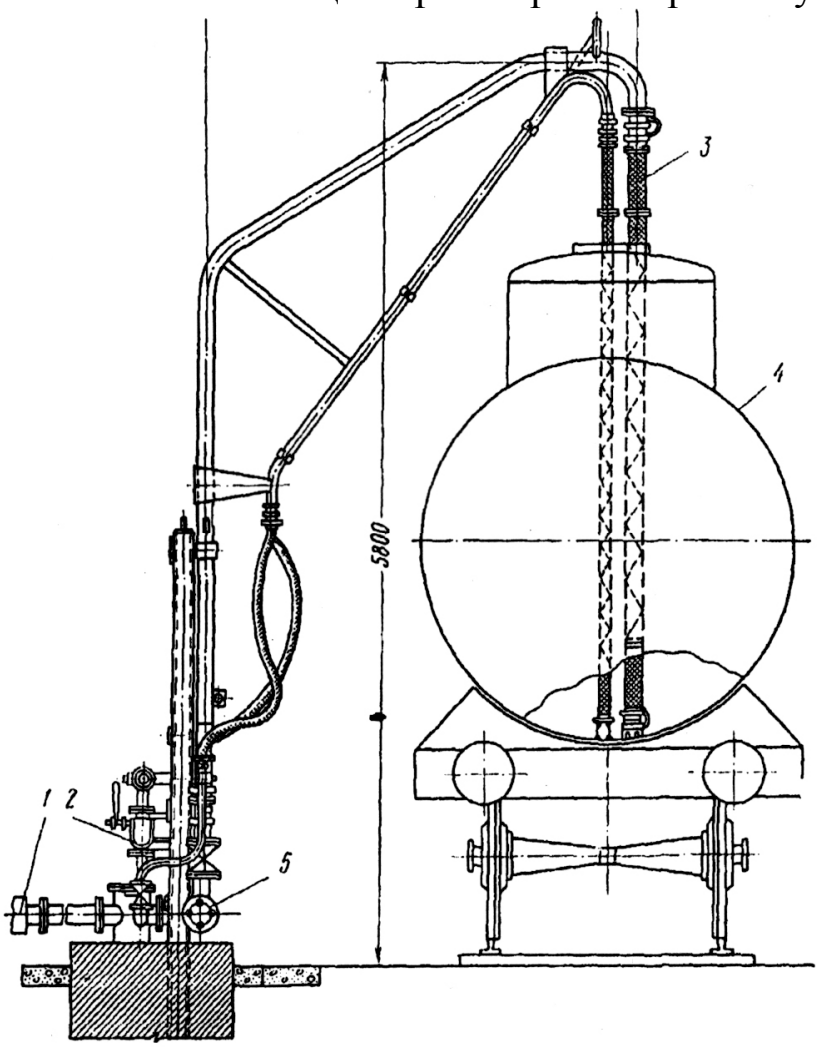

Рис. 4.17. Схема зливу нафтопродукту з залізничної цистерни:
1 – насос з електродвигуном; 2 – ручний насос; 3 – всмоктувальний рукав;
4 - залізнична цистерна; 5 – патрубок нижнього зливу

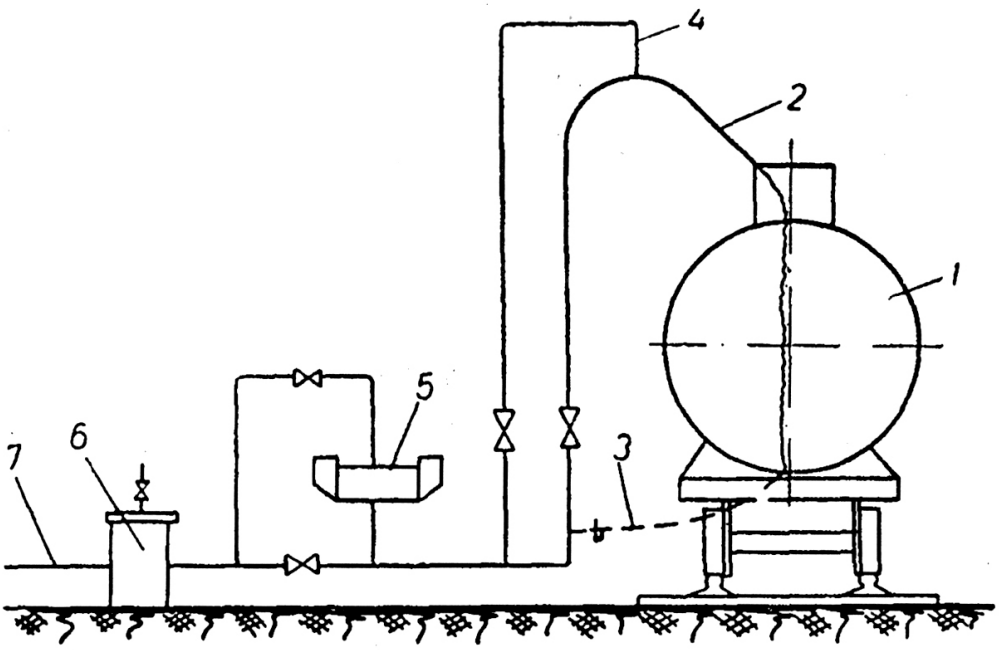

Рис. 4.18. Стояк для зливу нафтопродуктів із залізничних цистерн:
1 – цистерна; 2 – верхнє забирання; 3 – нижнє забирання; 4 – верхній злив;
5 – насос; 6 –прямоточний фільтр; 7– трубопровід

Устаткування всіх залізничних систем новими універсальними зливальними приладами створило умову для широкого впровадження на нафтобазах закритого (герметизованого) нижнього зливу не тільки високов'язких, але і малов’язких нафтопродуктів (бензин, гас, дизельне паливо тощо). Розроблено різні конструкції пристроїв для нижнього зливу. На рис. 4.19 представлена одна з конструкцій, яка складається з патрубка 1 для приєднання до зливального колектора, відводу 2, шарнірно зчленованих трубопроводів 3 і сполученої голівки 4. Остання підключається до патрубка зливального приладу цистерни за допомогою захватів. Легкість горизонтального переміщення окремих ланок пристрою досягається установкою між фланцями шарнірів з кульковими підшипниками.

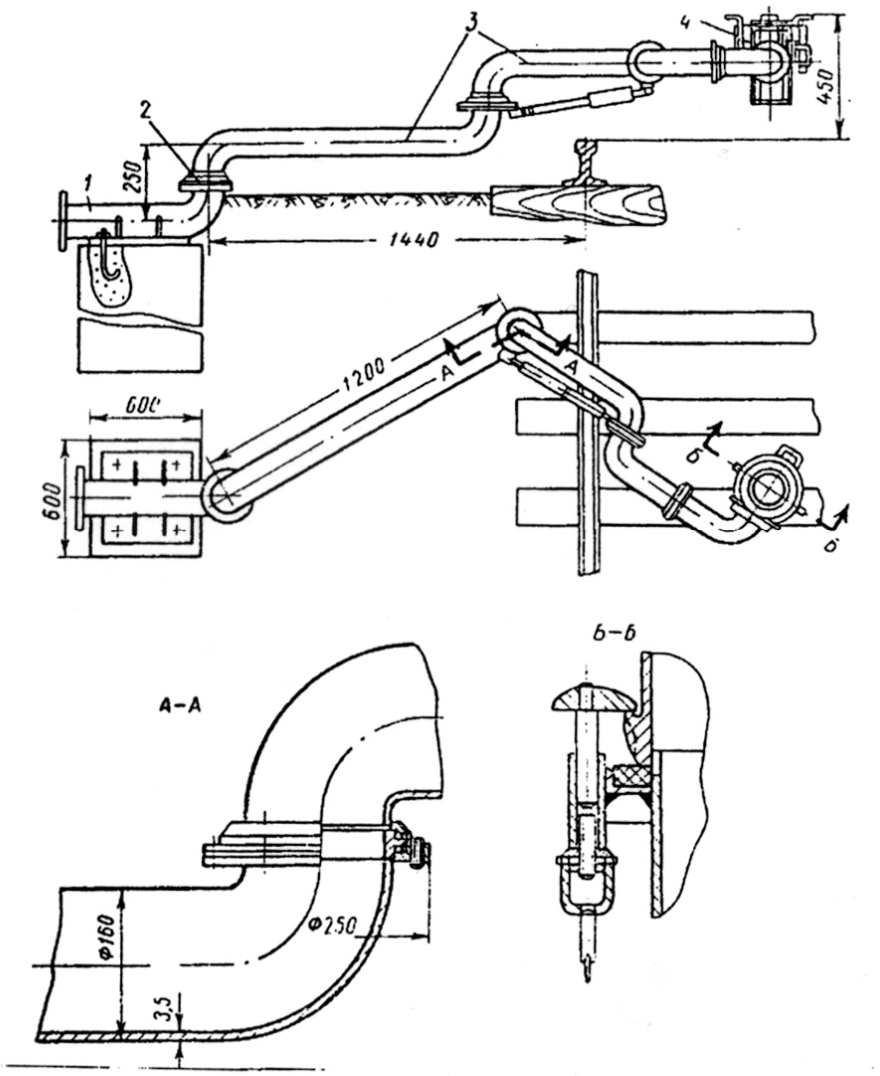

Рис. 4.19. Пристрій для нижнього зливу нафтопродуктів із залізничної цистерни (СЛ-9)

Найбільш ефективним пристосуванням для механізації операцій нижнього зливу масел з залізно-дорожніх вагонів-цистерн є установки УСН-175 і УСНПп-175 (рис. 4.20). Установка УСНПп-175 додатково оснащена паровими сорочками, конденсатовідвідником, краном і шлангами для подачі гострої пари в зливальний прилад цистерни при розігріві крижаної пробки. Приєднувальна голівка підключається до патрубка нижнього

зливального приладу цистерни двома гачками-захоплювачами. Для відводу статичної електрики ізольовані ділянки установки заземлюють.

Після подачі складу на зливальну лінію оператор відкриває нижню частину зливального патрубка цистерни і приєднує голівку установки до нижнього патрубка цистерни. Потім відкривається клапан нижнього зливального приладу і виробляється чи злив наливши цистерни. Відключення – у зворотному порядку.

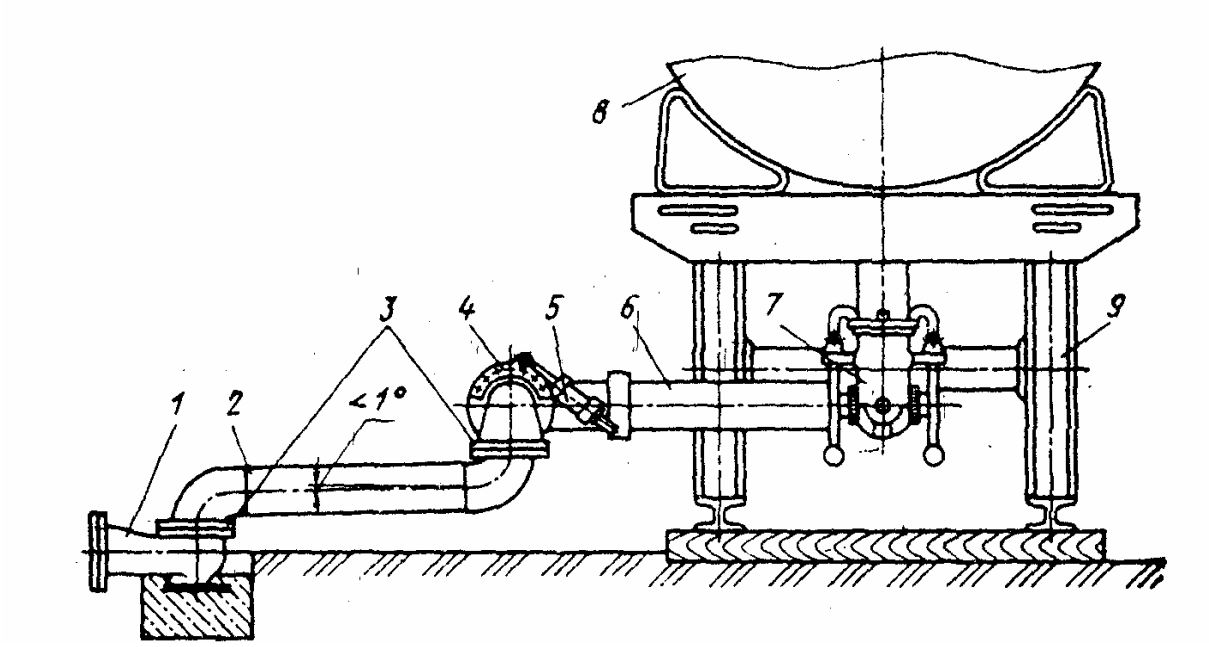

Рис. 4.20. Установка УСН-175 для нижнього зливу із залізничних вагонів-цистерн:
1 – корінний опорний патрубок; 2, 6 – рухливі патрубки; 3, 4 – шарніри;
5 – пристрій, що врівноважує; 7 - приєднувальна голівка; 8-цистерна;
9 - колісна пара

Відпуск нафтопродуктів на нафтобазах в автоцистерни здійснюється через спеціальні роздавальні пристрої. Одним з таких пристроїв є система автоматичного наливу (АСН). На рис. 4.21 представлена установка АСН-12.

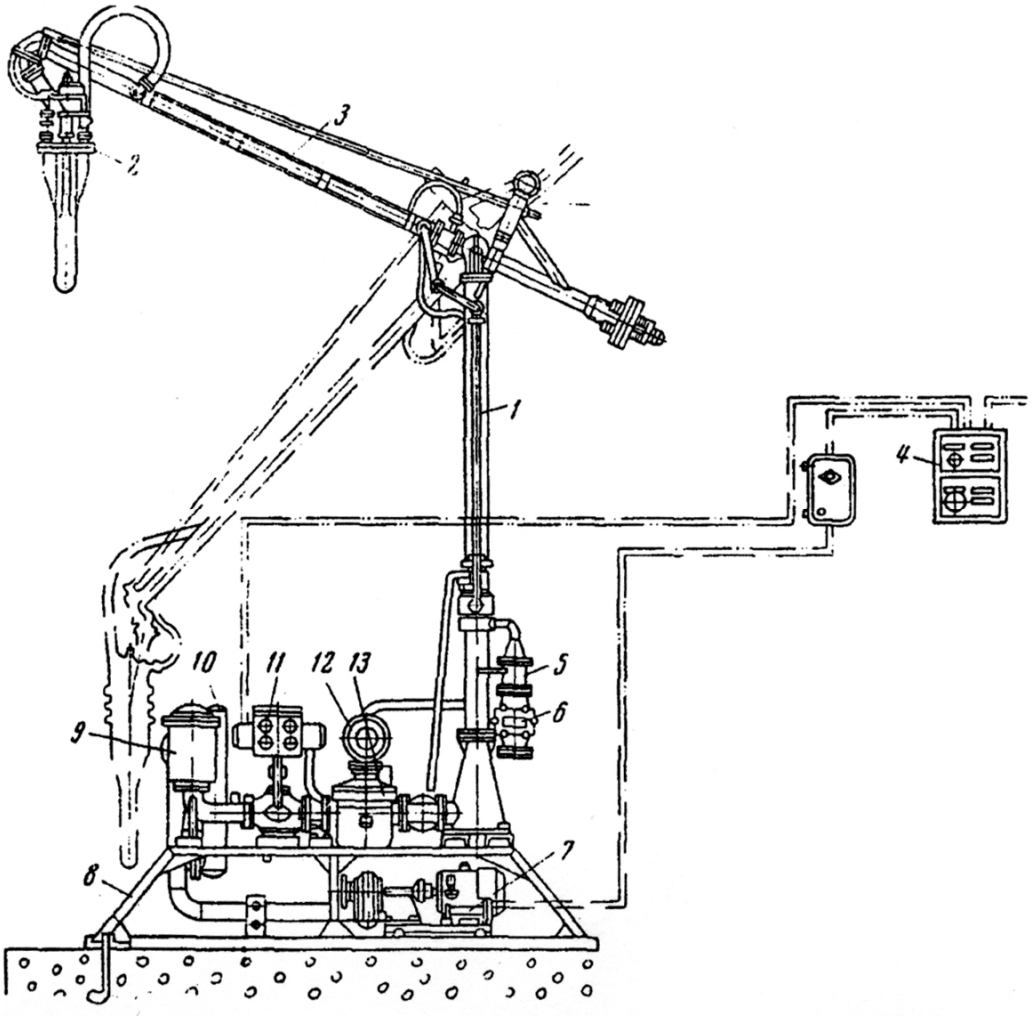

Рис. 4.21. Установка герметизованого наливу автоцистерн АСН-12:
1 – наливний стояк; 2 – датчик наливу з герметизуючою кришкою; 3 – лінія газовідведення; 4 – пульт керування наливом; 5 – зворотний клапан; 6 – вогневий запобіжник; 7-насосний агрегат; 8 – арка; 9 – фільтр-повітревідокремлювач; 10 – гідроамортизатор; 11 – напівавтоматичний дозуючий клапан; 12 – термокоректор; 13 – лічильник рідини

Продуктивність одного стояка 16,7 л/с світлих нафтопродуктів, споживана потужність 1 кВт. На рис. 4.22 показана схема автоматичної станції наливу, обладнаної АСН. Нафтопродукти подаються на станцію по трубах 13 і 14 з резервуарів. Для кожного сорту нафтопродукту прокладається окремий колектор. На колекторах встановлюються щільноміри 3 із засувками 1.

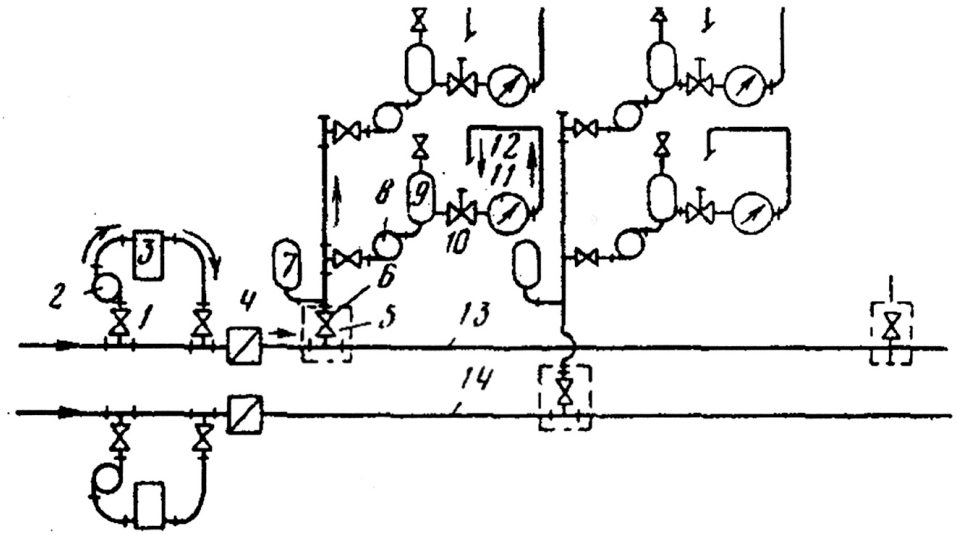

Рис. 4.22. Схема автоматичної станції наливу

У щільномір нафтопродукт подається відцентровим насосом 2 і після виміру щільності цим же насосом рідина повертається в колектор. У місцях приєднання труб до наливних стояків споруджені колодязі 5, у яких крім відводів труб встановлюються засувки 6 для відключення лінії живлення наливних блоків від колектора і фільтра грубого очищення 4. Нафтопродукт через відвідну трубу направляється до відцентрового насоса 8, а потім через фільтр 9, клапан-дозатор 10, рідинний лічильник 11 і наливний стояк 12 надходить у цистерну. На відводах труб ставлять повітряні ковпаки 7 для пом'якшення гідравлічного удару, який викликається швидким закриттям напівавтоматичного клапана дозування.

Для прийому з автоцистерн і видачі палива в автоцистерни та заправні агрегати на складі господарства використовують засоби, що випускаються промисловістю: приймально-роздавальні стояки 03-2462,03-9721, а також мотопомпи МПГ-10 і МПГ-10Е. При відсутності спеціального стояка і пересувних мотопомп для зливо-наливних операцій встановлюють насоси з електродвигуном на одній плиті АСВН-80 і АСЦЛ-20-24 з подачею 25...30 м^3/год. Приймально-роздавальний стояк ОЗ-9721 (рис. 4.23) поставляється в готовому вигляді, його необхідно встановити на фунда-

мент, приєднати до труб, що йдуть від резервуарів до мережі електропередачі.

Стояк має пристрої для приєднання зливальних рукавів автоцистерн трьох типорозмірів. Пристрій стояка дозволяє приймати з транспортних цистерн нафтопродукти: самопливом, за допомогою насоса, що знаходиться на транспортній цистерні або за допомогою насоса, вмонтованого в корпус стояка, а також пропускати паливо через фільтр і лічильник.

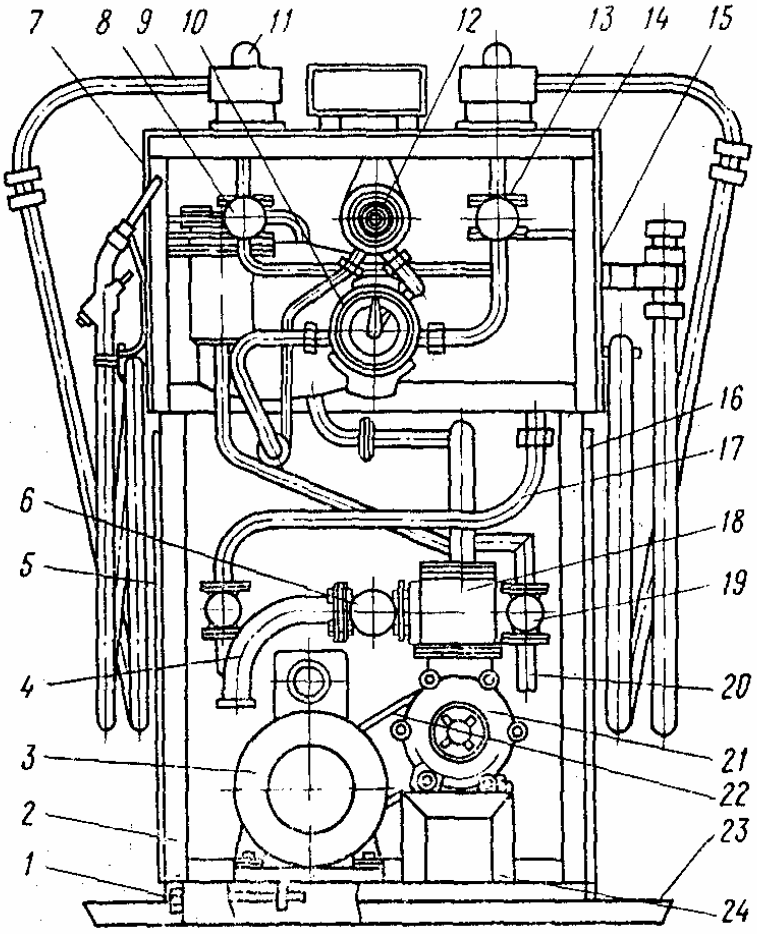

Рис. 4.23. Приймально-роздавальний стояк 03-9721:
1 - натяжний пристрій; 2 – каркас; 3-насос; 4, 20 – патрубки; 5 – бічна стінка; 6, 13 і 19 – засувки; 7, 15 – бічні облицювання; 8 – засувка видачі палива; 9 – патрубок для видачі палива; 10 – лічильник рідини; 11 - поворотна голівка; 12 – дифманометр; 14 – кришка; 16 – бічні дверцята; 17 - труба газообв'язки; 18 – перехідник; 21 – електродвигун; 22 – пасова передача; 23 – колодязь; 24 - рама кріплення електродвигуна

Приймально-роздавальний стояк ОЗ-9721 призначається не тільки для прийому і видачі палива (бензину, дизельного палива, гасу) в автоцистерни і заправні агрегати, але і для заправлення баків тракторів, комбайнів і автомашин, пропускаючи паливо через фільтр ФДГ-30ТМ і через лічильник ШЖУ-40С.

Подача насоса стояка при зливі і видачі до 500 л/хв, а при заправленні баків машин від 50 до 80 л/хв. Подача насоса при заправленні регулюється спеціальним вентилем. Потужність електродвигуна стояка 7,5…10,0 кВт.

Мотопомпа МПГ-10Е (рис. 4.24) пересувна, на двох пневматичних колесах.

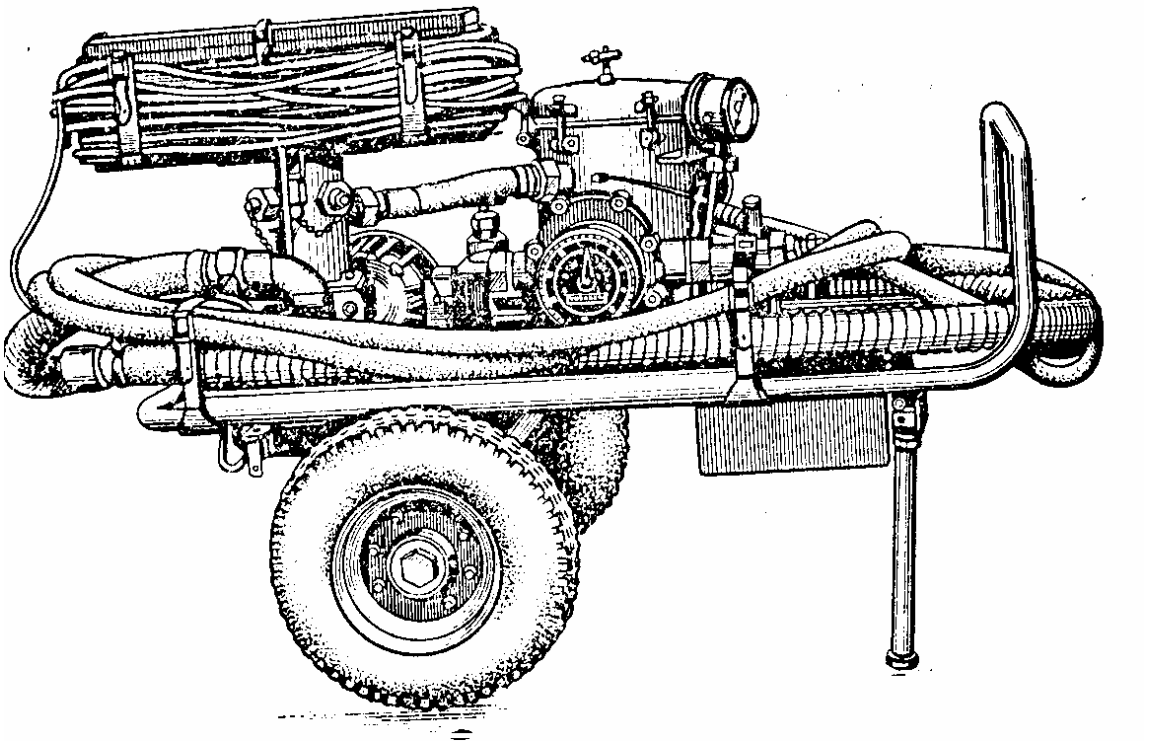

Рис. 4.24. Мотопомпа МПГ-10Е

Технічна характеристика приймально-раздавальних засобів приведена в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10

Технічна характеристика приймально-роздавальних засобів

Параметри та обладнання	Марка					
	ОЗ-9721	**ОЗ-2462**	**МПГ-10**	**МПГ-103**	**Насос АСВН-80**	**Насос АСЦП-20-91**
Подача, $м^3$/год	20…30	10	8…13	8–13	20–30	30–40
Тиск нагнітання, Па	(29-51) 10^4	$23•10^4$	$23•10^4$	$23•10^4$	(29...51) 10^4	(40...65) 10^4
Висота всмоктування, Па	$5•10^4$	$4•10^4$	$4•10^4$	$4•10^4$	$5•10^4$	$5•10^4$
Двигун	КО-12-4Ш2	ВАО-31-2	2СД-Б	АОЛ-42-2	КО-12-4Ш2	МА-144-1/4
Насос	СВН-80	ЦВС-53	ЦВС-53	ЦВС-53	СВН-80	СЦО-20-20
Фільтр	ФГН-ЗОТМ	ФДГ-ЗОТМ	ФДГ-ЗОТМ	ФДГ-ЗОТМ	–	–
Лічильник	ШЖУ-40С	СВШС-40	СВШС-30	СВШС-40	–	–
Габаритні розміри, мм:						
довжина	1640	1000	1500	1500	1126	1135
ширина	1180	700	990	900	650	615
висота	1890	800	950	950	465	688
Маса, кН	6,75	2,5	2,1	2,2	2,4	1,7

Прийом рідких олій з автоцистерн у резервуари складу і видача з резервуарів в автоцистерни та механізовані заправні агрегати здійснюється шестеренними насосами типу «РЗ» декількох моделей, що відрізняються друг від друга подачею. Кожну

модель насоса випускають у двох варіантах: з електродвигуном і без електродвигуна.

Технічна характеристика шестеренних насосів для перекачування олій приведена в таблиці 4.11.

Таблиця 4.11

Технічна характеристика шестеренних насосів

Параметри	Марка			
	РЗ-3	РЗ-4,5	РЗ-7,5	РЗ-ЗО
Подача, $м^3/с$	$8•10^{-4}$	$25•10^{-4}$	$40•10^{-4}$	140•10-4
Тиск нагнітання, Па	$142•10^4$	$32•10^4$	$32•10^4$	$42•10^4$
Потужність електродвигуна, кВт	2,8	1,7	2,8	4,5
Марка двигуна	А-42-4	АО-41-4	АО-41-4	АО-62-6
Габаритні розміри, мм:				
без електродвигуна	260х255х136	275х225х136	300х245х136	353х320х320
з електродвигуном та плитою	655х370х347	665х345х347	695х272х358	910х421х174
Маса, Н:				
без електродвигуна	110	130	155	480
з електродвигуном та плитою	700	790	710	1740

При розташуванні резервуарів з ПММ під землею (чи в підвалі) ПММ з автоцистерн зливають також і самопливом через зливальні пристрої, установлені на резервуарах.

Для перекачування бензину, дизельного палива, гасу та інших видів рідких палив у невеликих кількостях на складах нафтопродуктів можуть бути застосовані і ручні насоси «Родник», БКФ-4, РН-40 (табл. 4.12).

Таблиця 4.12

Технічна характеристика ручних насосів

Параметри	Марка		
	«Родник »	БКФ-2	РН-40
Тип	Подвійної дії		
Привід	Ручний		
Подача, $м^3/с$	$(35...45) \cdot 10^{-5}$	$(65...80) \cdot 10^{-5}$	$(60...110) \cdot 10^{-5}$
Тиск нагнітання, Па	$30 \cdot 10^4$	$30 \cdot 10^4$	$30 \cdot 10^4$
Тиск всмоктування, Па	$5 \cdot 10^4$	$4,5 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$
Діаметр циліндра, мм	75	100	100
Хід поршня, мм	70	90	86
Габаритні розміри, мм:			
довжина	275	295	500
ширина	167	250	285
висота	194	318	320
Маса, Н	130	270	360

На рис. 4.25 показаний пристрій, який широко використовується в нафтогосподарствах, у виді ручного одноциліндрового поршневого насоса подвійної дії типу БКФ.

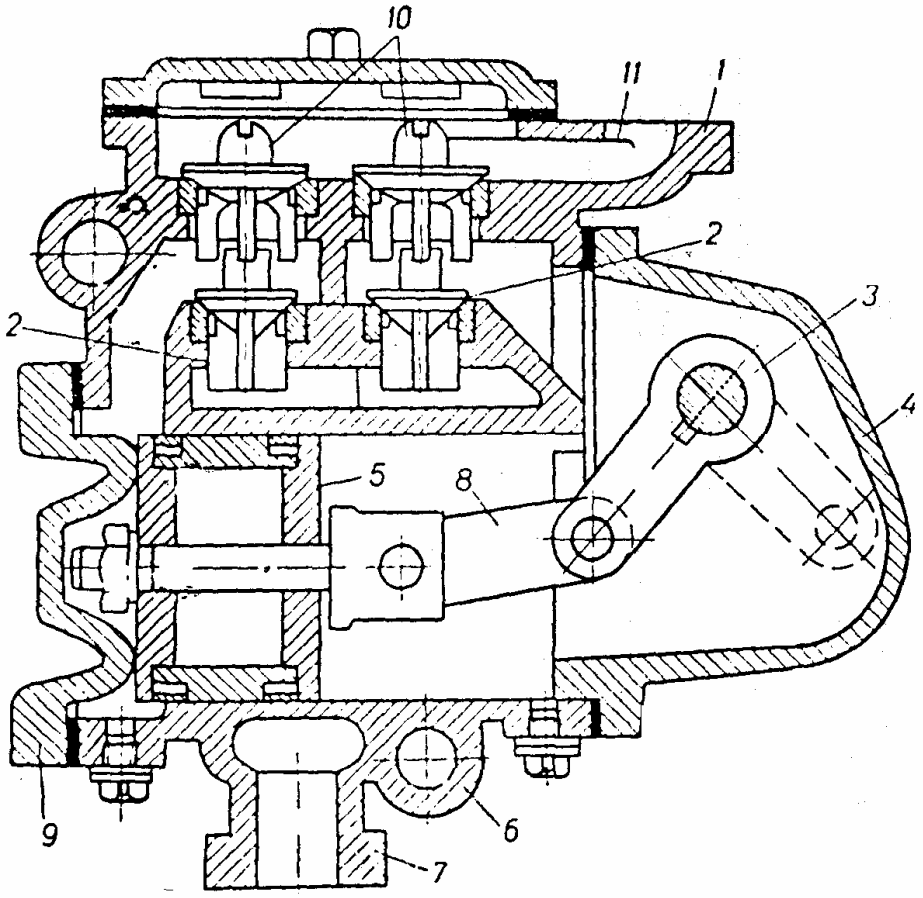

Рис. 4.25. Ручний насос з одним поршнем подвійної дії типу БКФ:
1 – корпус; 2 – всмоктувальні клапани; 3 – привод; 4 – кришка; 5-поршень; 6 – циліндр; 7– всмоктувальний патрубок; 8 – кривошипно-шатунний механізм; 9 – кришка; 10 – нагнітальні клапана; 11 – нагнітальний патрубок

При русі поршня вліво в правій частині циліндра створюється вакуум, завдяки якому відбувається всмоктування рідини. Одночасно рідина, що надходить у ліву половину, видавлюється поршнем через лівий нагнітальний клапан у патрубок 11. Ліві клапана відділені від правих перегородкою.

При зливо-наливних операціях і при роз'єднанні рукавів відбуваються великі втрати нафтопродуктів. Для усунення втрат застосовують кульову муфту 03-3548А (рис. 4.26).

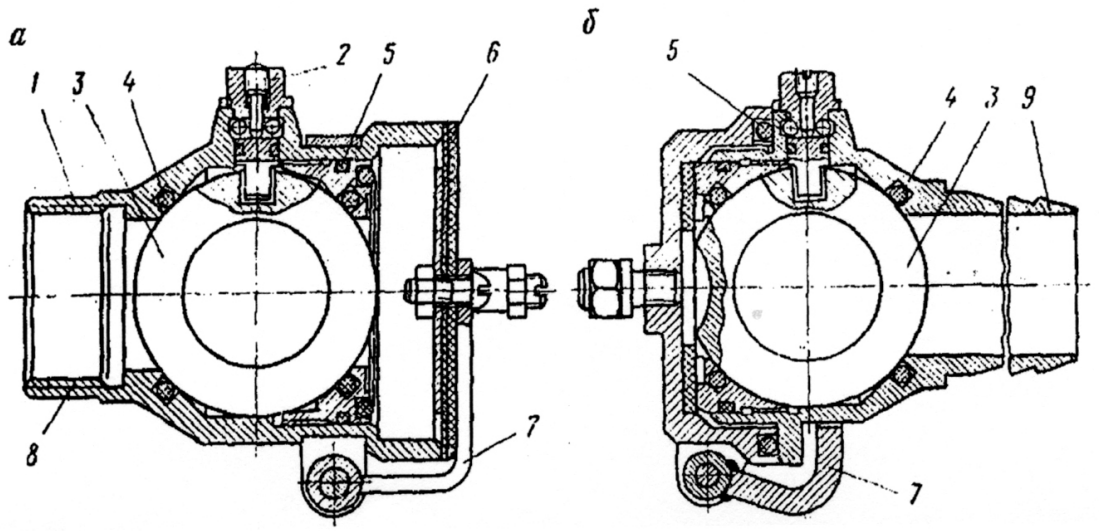

Рис. 4.26. Кульова муфта ОЗ-3548А:
а – ліва; б – права; 1 – корпус; 2 – шток; 3 – кульовий клапан; 4, 5 - ущільнювальні кільця; 6 –запобіжна кришка від забруднення; 7 – скоби затискні; 8 – різьбова ділянка для приєднання до стояка; 9 – штуцер для приєднання до рукава автоцистерни

Рознімна кульова муфта складається з двох частин. Одна частина приєднується до зливального рукава автоцистерни, інша – до прийомного патрубка приймально-роздавального стояка ОЗ-9721. Кожна половина муфти має кульові крани, які після з'єднання муфти відкриваються для проходу палива. По закінченні зливу нафтопродукту крани перекриваються, а при роз'єднанні напівмуфт паливо не випливає. Не закривши крани, роз'єднати муфту неможливо. Роз'єднані напівмуфти захищаються від забруднення спеціальними запобіжними кришками або кожна окремо. Кульові муфти виготовляються з умовними проходами 50 та 37 мм. Маса муфт у зборі відповідно 50 та 40 Н. Габарити 260×160×180 мм.

На кінці зливального рукава мотопомп та транспортних автоцистерн встановлюють паливороздавальні автоматичні крани ОЗ-1576 з умовним проходом 38 мм, що дозволяє пропускати паливо до 300 л/хв. Автоматичний кран при заповненні ємності, коли рівень палива досягає нижньої частини труби крана, закриває отвір, що компенсує надходження повітря в мембранну камеру, спрацьовує і перекриває отвір входу палива в кран.

Приймально-роздавальне обладнання. До приймально-роздавального обладнання відносяться приймальні клапани, фільтри і роздавальні наконечники тощо (рис. 4.27).

На кінці всмоктуючих шлангів насаджують приймальні наконечники для запобігання сплющуванню шлангів або присмоктуванню їх до дна тари. Якщо шланг працює з насосом, який вимагає попереднього заливання, використовується наконечник з клапаном. Щоб від випадкових ударів не утворювалися іскри, зовнішні деталі наконечників виготовляють з бронзи або алюмінієвого сплаву. Кінці гнучких шлангів, які опускаються в місткість, обладнуються роздавальними наконечниками, виготовленими у вигляді револьверних клапанних кранів або пістолетів. Ці крани і пістолети призначені для припинення надходження палива з роздавального шланга.

На рис. 4.28 зображено роздавальний пістолет РП-34 до складу якого входять: корпус, зливна трубка, клапанний механізм, що перекриває отвір роздавального шланга, та інші деталі запірного пристрою. Роздавальний пістолет РП-34 дозволяє регулювати швидкість витікання палива.

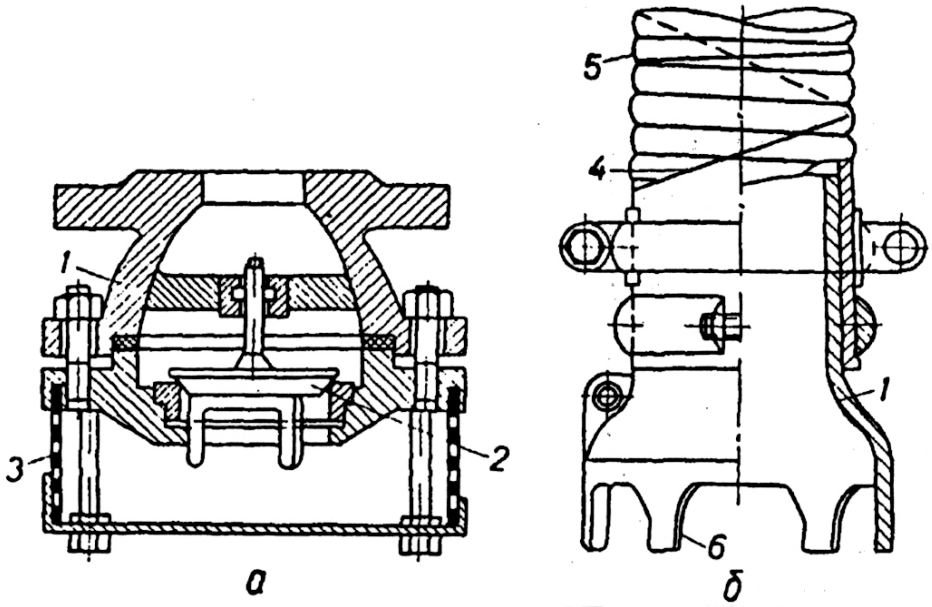

Рис. 4.27. Приймальні наконечники всмоктуючих шлангів:
а – наконечник з клапаном; б – наконечник без клапана; 1 – корпус; 2 – клапан; 3 – сітка; 4 – мірна спіраль для заземлення; 5 – кільце з дроту, що закріпляє спіраль; 6 – зубець коронки

Крім зазначених, існують роздавальні наконечники автоматичної дії, або автокрани. Ці наконечники мають поплавці, які при підніманні до їх рівня рідини спливають і закривають запірний клапан, внаслідок чого подача палива припиняється.

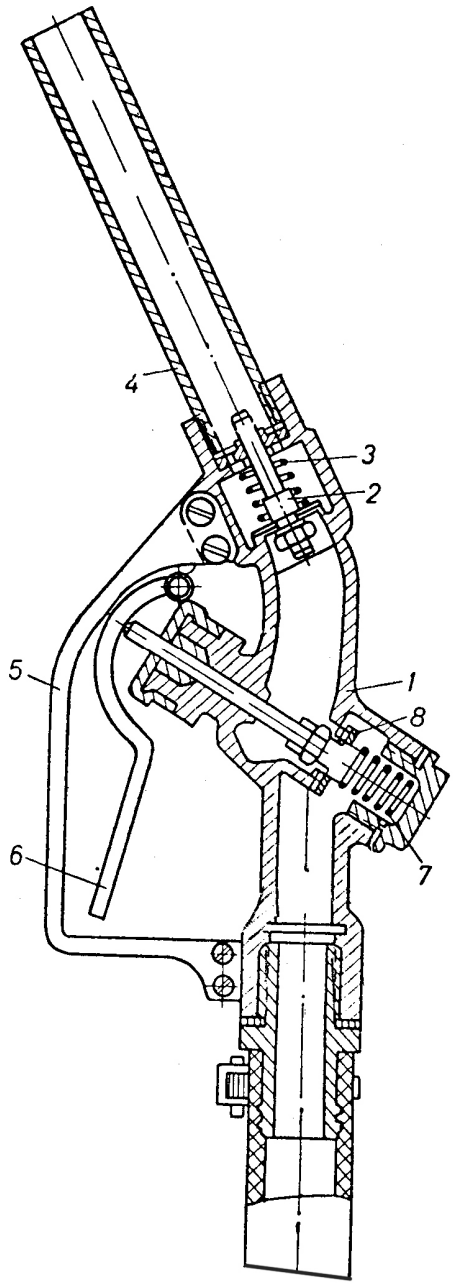

Рис. 4.28. Роздавальний пістолет:
1 – корпус; 2 – відсічний клапан; 3, 7 – пружини; 4 – наконечник; 5 – скоба; 6 – важіль; 8 – ручний клапан

1.4. Трубопроводи та арматура для зберігання рідких палив і масел

Технологічні трубопроводи, призначені для безперебійного виконання всіх операцій по прийому, зберіганню, наливу і відпуску нафтопродуктів з нафтосховища (нафтобази), які виконуються без псування якості і кількісних утрат.

Перекачування різних нафтопродуктів по технологічних нафтопроводах повинне здійснюватися відповідно до ДСТ 1510-84, нормам технічного проектування нафтобаз і вимог СНиП 11-106-79 «Склади нафти і Нафтопродуктів» і СНиП 11-89-80 «Норми проектування. Генеральні плани промислових підприємств».

Усі технологічні трубопроводи підлягають випробуванню на міцність і щільність після монтажу та ремонту пов'язаного із зварюванням, після консервації і простою більше року.

До основних характеристик трубопроводів відносяться вид матеріалу (металічний, неметалічний), зовнішній діаметр, товщина стінки і механічні властивості (умовний, пробний і робочий тиск). При підборі арматури керуються умовним проходом (округленим внутрішнім діаметром трубопроводу). В залежності від умовного проходу використовуються труби діаметрами: 15, 20, 25, 32, 40 мм для зворотного зливу з паливороздавальних колонок, 25 мм – в якості всмоктувального і напірного трубопроводів маслороздавальних колонок, 40 мм – всмоктувального і напірного трубопроводів паливороздавальних колонок, а також замірного пристрою: 50, 70 і 80 мм – як зливний пристрій.

Приєднувальні пристрої для технічних засобів заправлення, перекачування, зливу-наливу призначені для з'єднання систем і пристроїв при виконанні зливно-наливних операцій з нафтопродуктами виготовляються декількох типів (табл. 4.13). Основні параметри і розміри пристроїв повинні відповідати вимогам ДСТ 20772–81.

Арматура, яка застосовується для паливо- і маслороздавальних колонок та устаткування резервуарів нафтосховищ: вентилі запірні, фланцеві, коркові і кульові крани, швидкорознімні муфти та інші пристрої, їх робота приведена вище.

Труби з'єднуються між собою фланцями, різьбовими муфтами або за допомогою газового та електричного зварювання. Найбільш надійними і герметично міцними є зварні, тому вони одержали найбільше поширення. Однак іноді окремі ділянки трубопроводів зручніше з'єднувати за допомогою муфт із гайками. Різні типи з'єднань труб показаний на рис. 4.29 і рис. 4.30.

Таблиця 4.13

Приєднувальні пристрої для зливно-наливних операцій із ПММ

Тип з'єднання	Діаметр умовного проходу, мм	Умовний тиск, МПа	Область застосування	Призначення
1	2	3	4	5
Різьбове	25	0,46	Напірні патрубки автопаливо-маслозаправників та автомаслозаправників	Для з'єднання з деталями зливо-наливних систем
	40, 50		Напірні патрубки автопаливозаправників та всмоктуючі патрубки автопаливомаслозап-равників	
	65		Напірні та всмоктуючі патрубки автоцистерн	
	100		Рухомі та гумотканеві резервуари	
Фланцеве	75, 100	1,01	Автоцистерни, автопаливозаправники, мотонасосні агрегати	Для з'єднання з відповідними фланцями трубо-провідної арматури
	100, 150	0,61	Стаціонарні резервуари	

Продовження табл. 4.13

1	2	3	4	5
Раструбне	100, 150	6,4	Польові збірно-розбірні трубопроводи	Для з'єднання елементів трубопроводу
Механічні захвати	200	4	Установки для зливу-наливу нафтопродуктів з залізничних цистерн	Для з'єднання з універсальними приборами залізничних цистерн та автоцистерн (при нижньому зливі)
Захвати	100	4	Автоцистерни	

При прокладанні трубопроводів, крім прямолінійних з'єднань застосовують різні фігурні з'єднання (хрестовини, відводи, трійники і т.п.). Для запобігання ушкодженню трубопроводів під дією коливань зовнішньої температури їх укладають не прямолінійно, внаслідок чого відбувається самокомпенсація, а для трубопроводів, які мають велику довжину та при значних коливаннях температури навколишнього повітря встановлюють спеціальні компенсатори (відрізок труби у виді петлі).

При прокладанні трубопроводи варто встановлювати на висоті 0,3-0,4 м від поверхні землі на опорах. Прокладка труб безпосередньо по землі скорочує їхній термін служби через корозію й ускладнює догляд за ними.

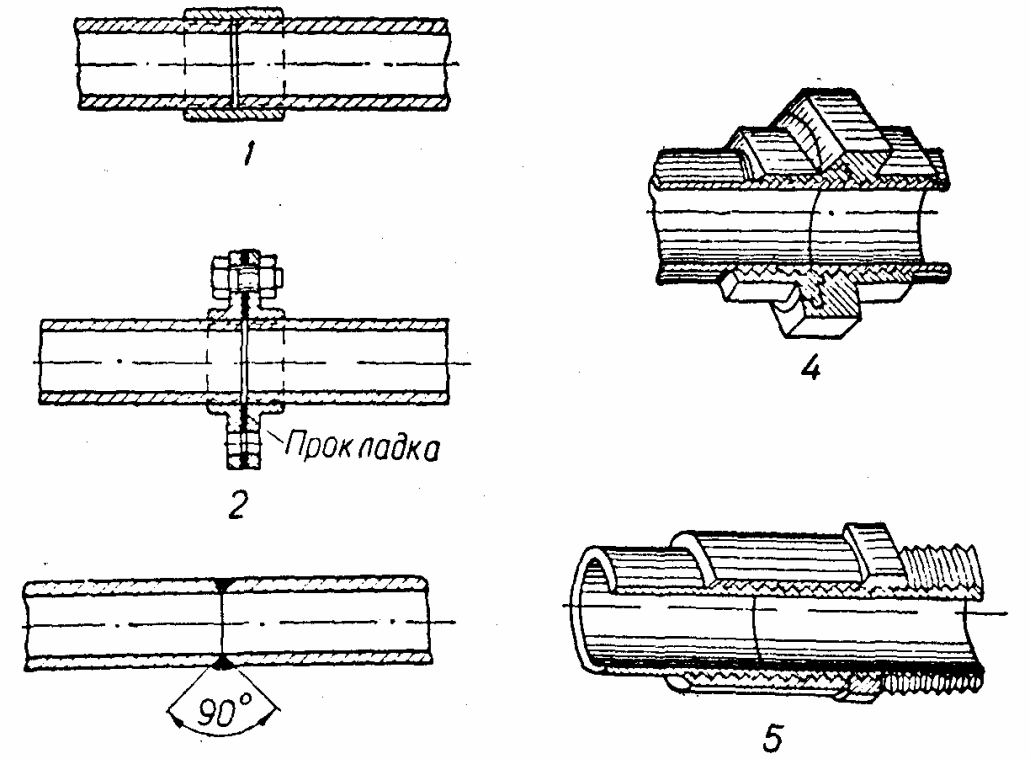

Рис. 4.29. Типи з'єднань труб:
1 – муфтове; 2 – фланцеве; 3 – зварне; 4 – за допомогою спеціальної муфти з гайкою; 5 – за допомогою згону

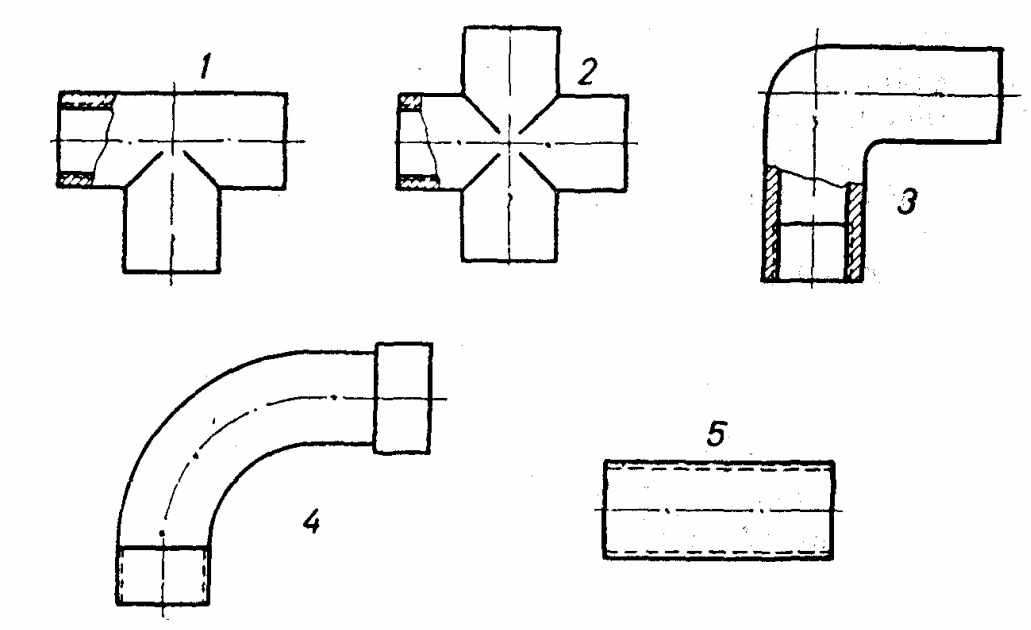

Рис. 4.30. Фігурні з'єднання:
1 – трійник прямий; 2 – хрестовина; 3 – кутник; 4 – відвід; 5 – ніпель

Трубопроводи та арматура для зберігання газоподібного палива.

Стаціонарні ємкості для зберігання і видачі зріджених газів завжди обладнуються наступними трубопровідними системами:

1) наливання і зливу рідини;

2) підбору і подачі пари;

2) запобіжних клапанів;

4) продувок;

5) вимірювальних пристроїв і автоматики.

Крім того, у декількох місткостях прокладають трубопроводи для подачі водяної пари і відводу парогазової суміші при продувці ємкостей при ремонті.

Всі трубопроводи, які постійно або періодично знаходяться під тиском рідини або її пару, повинні бути розраховані на тиск 20 МПа. З'єднання елементів трубопроводів виконуються переважно зварюванням.

У системах подачі і зливу рідини при нормальних режимах роботи не допускається швидкість рідини більше 3...4 м/с. Звичайно у всіх напірних рідинних лініях після насосів приймається швидкість V = 3 м/с, а для всмоктувальних ліній швидкість варто зменшити до 1...2 м/с. Загальний гідравлічний опір усієї рідинної лінії, включаючи лінійні засувки і швидкісні клапани, повинен бути таким, щоб забезпечити витрату через систему (при цілком відкритих засувках на кінці трубопроводу) у 2...2,5 рази перевищуючу його номінальне значення. При більшому гідравлічному опорі системи швидкісний клапан може не спрацювати.

У декількох місткостях вихлопні труби от запобіжних клапанів збирають у загальну мережу і відводять за межі території парка. Ці загальні трубопровідні мережі повинні бути розраховані так, щоб забезпечити пропускання вихлопних газів із всіх ємкостей при одночасному спрацьовуванні всіх запобіжних клапанів.

Парогазова суміш при продувках ємкостей направляється на спеціальну свічу, розташовану не менш чим у 1 м за обвалуванням ємкостей.

Трубопроводи для рідкої і парової фаз можуть бути прокладені на естакаді і під землею нижче глибини промерзання ґрунту, але не менш чим на 0,6 м от поверхні землі, щоб забезпечити захист трубопроводу від механічних ушкоджень при проїзді автомобілів. Уздовж траси підземного трубопроводу повинні бути прокладені пізнавальні знаки.

На трубопроводах встановлюють всі необхідні відповідно до технологічної схеми засувки, швидкісні і зворотні клапани. Арматуру допускається виготовляти тільки зі сталі. На окремих ділянках рідинних трубопроводів, що відтинаються в процесі нормальної експлуатації запірними засувками, передбачається установка запобіжних клапанів. Для можливості обслуговування запірних засувок їх необхідно встановлювати в легкодоступних місцях. Всю арматуру розраховують на робочий тиск 20 МПа. Запірна арматура повинна бути розрахована на роботу в температурних межах от +50 до - 40° С.

Для з'єднання стаціонарних ємкостей із транспортними ємкостями і балонами при їх заповненні використовуються гнучкі шланги (гумотканеві рукави), що складаються з внутрішнього шару спеціальної гуми та шарів прогумованої тканини і зовнішнього гумового шару.

Прогумована тканина, що вклеюється в гнучкі шланги, виготовляється із суворого лляного полотна, у якого опір розриву смужки 50х200 мм по основі та поверхні повинний бути не менш 800…1000 МПа, подовження при розриві по основі менш 14...15%,а по товщині 10...12%. Основні дані гнучких шлангів приведені в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14

Основні дані шлангів

Внутрішній діаметр, мм	Число тканевих прошарків	Товщина стінки, мм
Від 4 до 10	2	4,0
Від 12 до 18	3	5,0
Від 20 до 22	3	5,5
Від 25 до 30	4	6,5
Від 32 до 40	5	7,5
Від 42 до 54	5	7,5

Шланги і муфти повинні витримувати тиск не менш 1,5 МПа, випробувальний гідравлічний тиск повинний бути не менш 2,5 МПа при відсутності течі, тріщин і місцевих здуттів. Тиск, при якому руйнуються шланги для зріджених газів, повинний бути не менш п'ятикратного робочого і для пропану не повинний перевищувати 8 МПа. Шланги повинні виконуватися термостійкими в межах температур від -40 до +130°С. На кінці такого шланга повинен бути зворотний клапан. При відключенні шланга цей клапан автоматично закриває вихідний чи вхідний отвір, що зменшує втрати від витоків зрідженого газу.

Щоб запобігти корозії, трубопроводи повинні бути пофарбовані олійною фарбою або захищені спеціальною ізоляцією. При монтажі трубопроводам надають деякий ухил, щоб при самопливі не було затримок нафтопродуктів і скупчування води і бруду. Для зменшення забруднення на початку трубопровідних ліній влаштовують грязьові коробки, всередині яких встановлюються змінні сітчасті фільтри.

При прийомі, перекачуванні і заправленні нафтопродуктів широко використовуються гнучкі шланги. За допомогою яких з'єднують трубопроводи або резервуари з пересувною тарою. По своєму призначенню шланги поділяються на три типи:

- всмоктуючі, обладнані в середині дротовою спіраллю для захисту їх від сплющування під дією зовнішнього тиску;

- нагнітальні, котрі працюють при великому внутрішньому тиску і мають дротову спіраль ззовні;

- шланги, призначені для роботи з невеликими тисками, виготовляються без внутрішніх і зовнішніх спіралей.

Для приєднання до кінців труб шланги обладнуються спеціальними сполучними пристроями та муфтами. Неправильне з'єднання приводить до значного спрацьовування шлангів, викликає підтікання і втрати нафтопродуктів.

Термін служби шлангів залежить від способу зберігання і догляду за ними. Шланги не рекомендується залишати зануреними в нафтопродукт, тому що вони набухають і руйнуються; не можна перегинати і здавлювати їх.

1.5. Відстій і фільтрація нафтопродуктів

Особливості конструкції паливної апаратури дизелів ставлять високі вимоги до чистоти дизельного палива. Паливна апаратура складається з ряду точно виготовлених (прецизійних) деталей: плунжер – гільза, зворотній клапан – гніздо, штифтовий розпилювач сопла – форсунка. Зазор у цих з'єднаннях складає 0,0015...0,0030 м. Потрапляючи в зазори разом з паливом, механічні домішки викликають спрацьовування прецизійних пар паливної апаратури, внаслідок чого знижується потужність двигуна і збільшується питома витрата палива. Тому чистота палива має важливе значення.

Дизельне паливо в'язке. Його відстоюють у резервуарах у спокійному стані. Дрібні абразивні частки, що попадають у паливо, дуже довго містяться в завислому стані. Осадження завислих часток відбувається дуже повільно, тому дизельне паливо повинне відстоюватися не менше 3...4 днів і відбирання його проводять із самого чистого верхнього шару. Для відстоювання необхідно мати два резервуари або цистерну, кожний місткістю не менше чотириденної потреби в дизельному

паливі. Поки з однієї цистерни паливо витрачають, у другій воно відстоюється.

Резервуари треба обладнати паливними приймачами, що плавають та дають можливість забирати паливо на глибині 0,2 м від поверхні. Конструкція таких паливоприймачів нескладна. З листової білої жерсті виготовляється поплавець і кріпиться до рухомої труби. На кінці труби біля поплавця є вісім отворів для прийому палива. Другий кінець труби за допомогою кутника з'єднаний із втулкою, що вільно обертається у фланці. Фланець прикріплений до коліна, з'єднаного з випускною трубою. На втулку накручується кутник і законтрюється гайкою. Для ущільнення шарнірного з'єднання поставлена пружина. Щоб паливо не забиралося з нижніх шарів, на трубі встановлений обмежник опускання поплавця.

Іншим видом очищення дизельного палива є його фільтрація при заправленні за допомогою спеціальних фільтрів. На рис. 4.31 зображений фільтр РО-3902, що складається із зварного каркаса у виді колодок з рамкою, на якій встановлюється корпус фільтра і насос із приймальним шлангом.

Фільтрація палива відбувається під тиском, що створюється насосом. При цьому паливо спочатку проходить через грубі фільтруючі елементи (металеві щілини), а далі через паралельно працюючі барабани, наповнені бавовняними кінцями, які затримують найдрібніші частки з пального, що фільтрується.

Продуктивність фільтра 0,6...0,9 $м^3$/год. Фільтр має попереджувальний клапан, відрегульований на пропуск палива при тиску 0,25 МПа. Клапан захищає фільтр від пошкодження при надмірному засміченні фільтруючих елементів тонкого очищення або несправності роздавального пістолета. Фільтр розрахований на пропуск 20...40 т палива без заміни фільтруючої набивки з періодичним очищенням фільтрів грубого очищення. При зміні елементів тонкого очищення в кожен циліндр набивається 1,5...1,8 кг сухих бавовняних кінців.

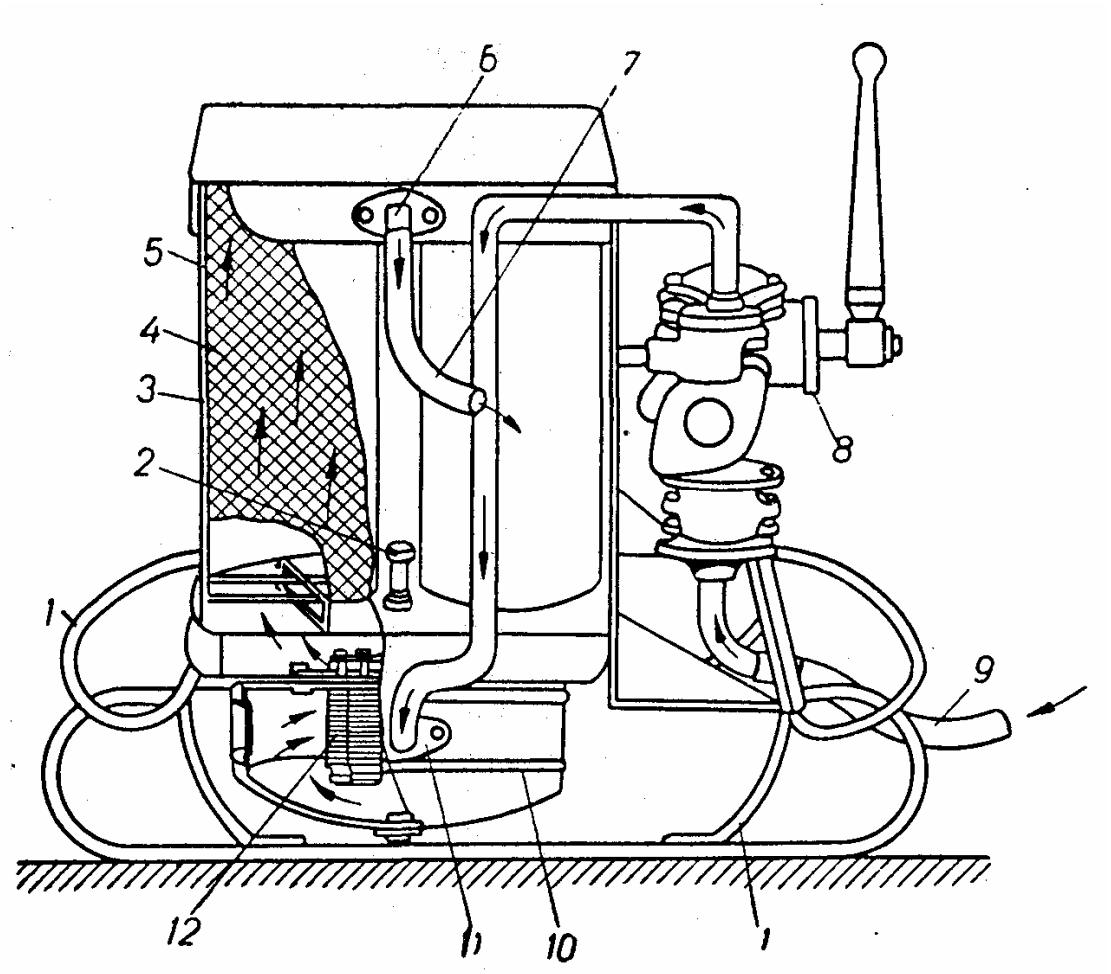

Рис. 4.31. Фільтр РО-3902 для очищення дизельного палива:
1 – полозки; 2 – пропускний клапан; 3 – корпус фільтра; 4 – набивка;
5-циліндри фільтрів тонкого очищення; 6 – вихідний патрубок; 7 – шланг;
8 – ручний насос; 9 – забірний шланг; 10 – камера грубої фільтрації;
11 – приймальний патрубок; 12 - фільтр грубого очищення

Для фільтрації пального промисловість випускає різні марки фільтрів, технічна характеристика яких приведена в таблиці 4.15.

Таблиця 4.15

Технічна характеристика фільтрів для очищення світлих нафтопродуктів

Показники	Типи фільтрів								
	спіральні			сітчасті			чечевично-дискові		
	ФГТ-5	ФГТ-30	ФГТ-60	ТФ-1	ТФ-2	ТФ-2М	ФГН-30	ФГН-60	ФГН-120
Пропускна здатність, $м^3$/год	15	30	60	15	30	45	30	60	120
Робочий тиск у корпусі, МПа	0,4	0,4	0,8	0,2	0,4	0,4	0,8	0,8	1,5
Перепад тиску, МПа:									
- на початку роботи	0,05	0,05	0,05	0,02-0,04	0,02-0,04	0,02-0,04	0,05	0,05	0,05
- в кінці роботи	0,15	0,15	0,15	0,10	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Фільтруючий матеріал	Фільтродіагональ			Фільросванбой та шовк			Не тканий матеріал		
Тонкість фільтрації, мкм	30...40	30...40	30...40	15...20	15...20	15...20	10...20	10...20	10...20
Строк служби, год	100	200	300	250	350	450	500	750	1500
Маса, Н	150	400	710	330-370	850	900	400	750	1080

Тканинні фільтри типу ФГТ, ТФ-2м (рис. 4.32*)* являють собою вертикальну циліндричну ємкість, у нижнє днище якої приварюється центральна труба з вертикальними прорізами для відводу пального. На цій трубі кріпиться фільтруючий пакет спірального або корзинового типу. Пакет спірального типу

являє собою одношаровий тканинний чохол з бавовняної тканини, фільтродіагональ і дренажні сітки, розташовані всередині і зовні чохла. Чохол і сітки намотуються на центральну трубу і закріплюються стяжними ремнями.

Пакет корзинового типу складається з двох фільтруючих кошиків (великого і малого), обтягнутих чохлом із трьох шарів тканини фільтросванбой і одного шару капрону, що закріплюються на центральній трубі. Тканинні чохли на кошиках у верхній частині закріплюються шнурами. Фільтруючі пакети для фільтрів типу ФГН складаються з дисків, що вставляються в двошаровий прямокутний чохол, який складається зигзаґом. Диски на центральній трубі закріплюються затискною гайкою.

Нафтопродукти (див. рис. 4.32) надходять усередину фільтра через бічний вхідний патрубок, приварений до циліндричного корпуса фільтра, а потім, пройшовши зовнішні дренажні сітки, надходять з усіх боків до фільтруючого чохлу, очищаються від механічних домішок, проходять по внутрішніх дренажних сітках і далі через вертикальні прорізи центральної труби виходять з фільтра через вихідний патрубок.

В процесі експлуатації фільтрів необхідно стежити за ступенем засмічення (забивання) фільтруючого пакета і не допускати, щоб перепад тиску на ньому перевищував допустиме значення. При установці нового фільтруючого пакета варто переконатися в тому, що початковий перепад тиску знаходиться в межах, зазначених у паспорті або інструкції з експлуатації даного типу фільтра. Дуже мала величина початкового перепаду тиску вказує на розрив фільтруючого елемента, якого треба замінити. При роботі фільтра треба періодично випускати повітря (гази) з корпуса через краник 11 (див. рис. 4.32) у верхній кришці фільтра і закривати його тоді, коли замість газів почне надходити нафтопродукт, а через вентиль 10 періодично зливати з корпуса забруднення, що накопичуються в процесі очищення.

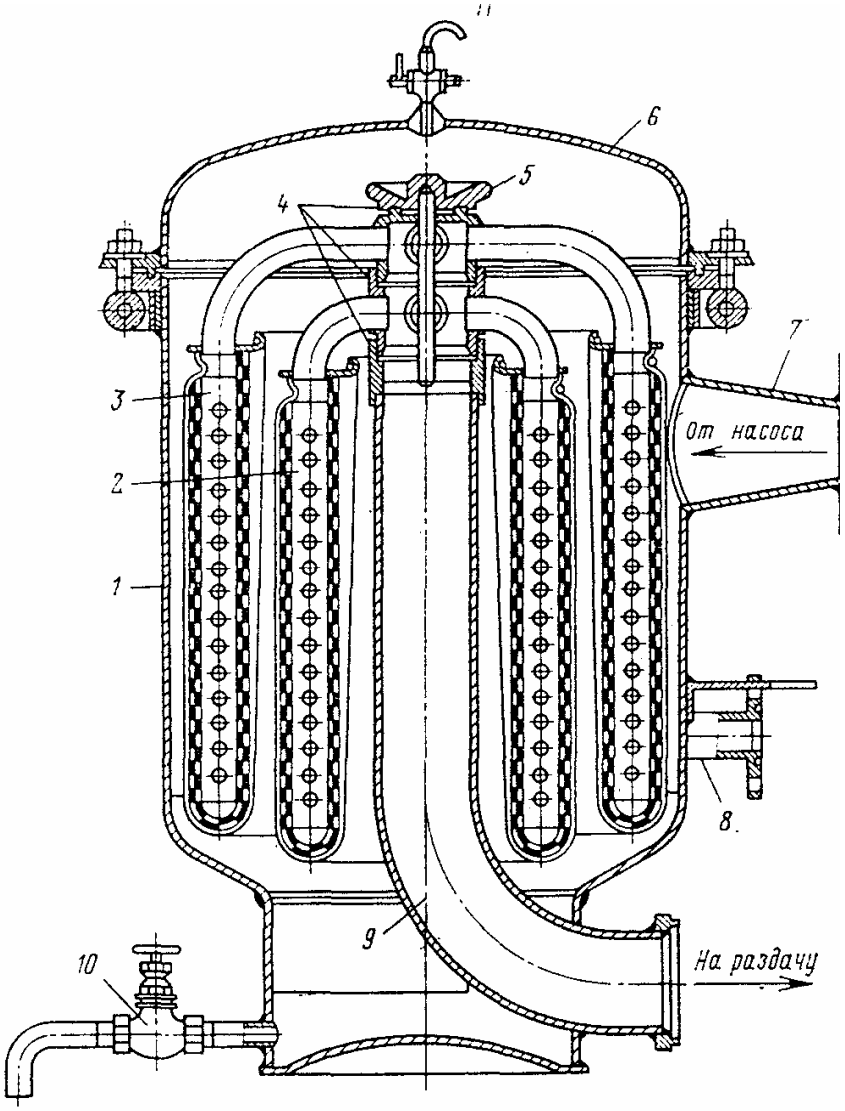

Рис. 4.32. Фільтр ТФ-2м:
1 – корпус; 2 – фільтруючий кошик великий; 3 – фільтруючий кошик малий;
4 – прокладки; 5 – стяжна гайка; 6 – кришка; 7 – вхідний патрубок;
8 – патрубок відсмоктування; 9 – центральна труба з вихідним патрубком;
10 – вентиль відстійника; 11 – краник для випуску газів

2. ТРАНСПОРТУВАННЯ ПАЛИВО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

2.1. Водні перевезення ПММ
2.2. Залізничні перевезення ПММ
2.3. Автомобільні перевезення ПММ

2.1. Водні перевезення ПММ

Для транспортування ПММ використовують всі види транспорту. Для масових перевезень на великі відстані ПММ транспортують водним шляхом або по залізницях. За своїми економічними показниками цей вид транспорту успішно конкурує з трубопровідним.

Розрізняють наступні типи наливних судів: танкери морські і річкові; баржі морські (ліхтери) і річкові.

Кожне нафтоналивне судно характеризується наступними основними показниками:

1) водотоннажність – вага води, витиснутої вантаженим судном; водотоннажність судна при повному осіданні дорівнює власній вазі судна і повного вантажу в ньому;

2) дедвейт – повна вага вантажу, що піднімається (що транспортується і для власних потреб);

3) вантажопідйомність – вага транспортного вантажу;

4) осадка при повному завантаженні;

5) швидкість ходу при повному завантаженні.

З усіх видів судів найбільше поширення одержав танкер – самохідне судно, корпус якого розділений системою повздовжніх і поперечних перегородок на відсіки. За своїми технічними показниками і умовами плавання розрізняють морські, річкові та озерні танкери. Найбільшу питому вагу мають морські танкери, що одержали особливо широке поширення для перевезення нафти. В даний час у світовому суднобудуванні намітилася тенденція до різкого збільшення вантажопідйомності. Уже зараз плавають супертанкери дедвейтом від $2 \bullet 10^4$ до $5 \bullet 10^4$ Мн. Річкові танкери на відміну від морських мають порівняно мале осідання, а отже, і обмежену вантажопідйомність.

Нафтоналивні баржі застосовуються при річкових перевезеннях. Впровадження методу штовхання каравану барж замість буксирування сприяло підвищенню економічності річкових перевезень. При цьому способі баржі, що штовхаються, з'єднуються жорстко, що забезпечує краще використання побіжного потоку і кращу маневреність. Цей прогресивний спосіб перевозки несамохідних барж дозволив різко збільшити швидкість каравану і скоротити витрату палива. Для забезпечення нафтовантажних операцій при водних перевезеннях служать нафтові гавані і причальні спорудження.

2.2. Залізничні перевезення ПММ

По залізниці нафтопродукти перевозять у цистернах, що мають різне призначення. Для перевезення світлих нафтопродуктів (бензин, гас, дизпаливо) служать в основному чотиривісні цистерни об'ємом 60 $м^3$ з універсальними зливальними приладами: цистерни спеціального призначення; цистерни з зовнішнім паровим обігрівом; цистерни-термоси.

Цистерни спеціального призначення в основному призначені для перевезення високов'язких і парафінистих нафт і нафтопродуктів.

Цистерни з зовнішнім паровим обігрівом відрізняються від звичайних тим, що нижня половина відсіку цієї цистерни облад-

нана паровою сорочкою площею нагрівання 40 м^2. Пара для розігріву нафтопродуктів перед зливом подається через штуцер парової сорочки універсального зливального приладу. Впровадження таких цистерн значно полегшує злив високов'язких нафтопродуктів, скорочує час простою, а також витрати енергії і робочої сили. Один з істотних недоліків цих цистерн – деяке збільшення ваги тари.

Цистерни-термоси призначені для гарячих перевезень високов'язких нафтопродуктів. Всередині цистерни розташований стаціонарний трубчастий підігрівник, поверхнею нагрівання 34 м^2.

Для розвантаження і навантаження залізничних цистерн служать зливо-наливні естакади, що розташовуються на прямій ділянці залізничного тупика.

2.3. Автомобільні перевезення ПММ

Автомобільні перевезення нафтопродуктів одержали на Україні найбільше поширення. Автомобільний транспорт застосовується для перевезення нафтопродуктів на обмежену відстань.

Доставку нафтопродуктів і зріджених газів на короткі відстані (до 100 км) здійснюють централізовано автотранспортними підприємствами спеціалізованим автомобільним транспортом (автомобільними цистернами, напівпричепами і причепами-цистернами, контейнерами-цистернами, бортовими автомобілями та автопричепами з пересувними металевими гумотканевими резервуарами, контейнерами, бочками і бідонами).

Основна особливість сучасних конструкцій автомобільних цистерн – застосування несучих резервуарів (безрамні резервуари). Резервуари стосовно базового шасі можуть розташовуватися горизонтально і похило. Горизонтальне розташування резервуара застосовують переважно в конструкціях автомобільних цистерн, призначених для транспортування палива, масла і спеціальних рідин. Похиле і горизонтальне розташування резерву-

арів використовують для перевезення зріджених газів. У поперечному перерізі горизонтальні і похилі резервуари мають круглу, прямокутну та еліптичну форми. Останні дві форми використовують з метою зниження точки центра ваги автомобільної цистерни і додання їй більшої стійкості при русі. Форма перетину резервуара, як правило, визначається вимогами експлуатації, механічною міцністю і стійкістю автомобільних цистерн при русі.

Для базового шасі використовують автомобілі і автомобільні причепи необхідної вантажопідйомності, прохідності і маневреності. Вантажопідйомність вибирають відповідно до вимог одноразової доставки нафтопродуктів або зрідженого газу в прийнятій схемі підвозу. Прохідність і маневреність визначається призначенням цистерни і районом її використання. Для районів з помірними дорожньо-кліматичними умовами використовують шасі автомобілів з колісною формулою 6×4 і 6×2, а для районів зі складними умовами - шасі багатоцільових автомобілів типу 6×6 і 4×4, а також шасі гусеничних тягачів.

В автогосподарствах широко використовують автопоїзда-цистерни середньої і великої місткості, до складу яких входять автомобільна цистерна з причепом-цистерною. Застосування таких автопоїздів дозволяє зменшити їх власну масу і значно збільшити вантажопідйомність.

У шифрі для кращого визначення призначення вантажопідйомності автомобільної цистерни після букв АЦ додають букви, що позначають нафтопродукт, що транспортується, і цифри, що вказують експлуатаційну місткість і шасі автомобіля або тягача. Наприклад, АЦЖГ-6-130 – автомобільна цистерна для рідкого газу з геометричною місткістю 6 $м^3$ на шасі автомобіля ЗИЛ-130.

У якості базового шасі автомобільних цистерн і тягачами напівпричепів-цистерн є автомобілі марок: ГАЗ-53А, ЗИЛ-130, ЗИЛ-130В, ЗИЛ-131, Урал-375, Урал-377, Урал-4320, КрАЗ-255,

КрАЗ-260, КрАЗ-258, КрАЗ-259, МАЗ-500, МАЗ-500А, МАЗ-504, КамАЗ-5320, КамАЗ-4310, КамАЗ-5410 і КамАЗ-54102.

Автомобільні цистерни класифікують за наступними ознаками:

– за призначенням – для транспортування світлих рідких нафтопродуктів (бензинів, дизельного палива, гасу), темних нафтопродуктів (олій, мазуту, бітуму), зріджених вуглеводнів нафтових газів (ЗВНГ) і зріджених природних газів (ЗПГ);

– за розміщенням технологічного устаткування – на базовому шасі автомобілів звичайної і високої прохідності, причепах і напівпричепах з різними сідельними тягачами;

– за місткістю резервуара – на малу (до 5000 л), середню (від 5000 до 15 000 л) і велику (більш 15 000 л) місткість.

Внутрішні поверхні резервуарів і технологічного устаткування повинні забезпечувати збереженість кондиційних і експлуатаційних якостей і чистоту перевезених нафтопродуктів і зріджених газів.

Автомобільні цистерни. Автомобільна цистерна (рис. 4.33) для рідких нафтопродуктів складається з базового шасі, резервуара з устаткуванням та гідравлічної системи.

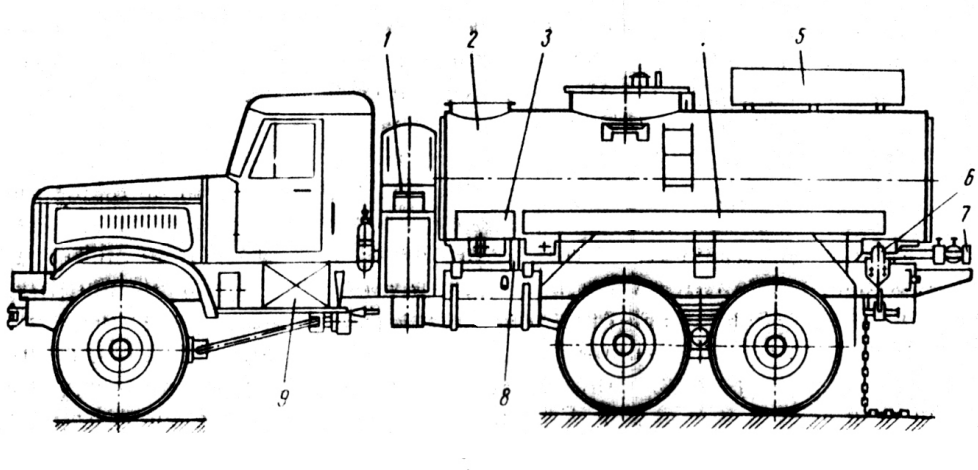

Рис. 4.33. Загальний вид автомобільної цистерни:
1 – запасне колесо; 2 –цистерна; 3 – інструментальний ящик; 4 – пенал з напорно-втягуючим рукавом; 5 – ящик з комплектів рукавів; 6 – вузол комунікацій; 7 – приймальний патрубок

Резервуар, зварений із звичайної сталі або з кольорових металів, має еліптичну форму. Днища резервуара бувають плоскі, конічні і сферичні. Обичайку резервуара розраховують на механічну міцність. Зверху в середній частині обичайки приварена циліндрична горловина, що служить для монтажу і ремонту устаткування, розташованого усередині резервуара, і є додатковою ємкістю для пального при його розширенні внаслідок нагрівання. Горловина закривається кришкою, на якій розміщаються наливний люк із противибуховим кошиком-фільтром і кришкою та оглядовий люк. Для герметичності застосовують прокладки з маслобензостійкої гуми.

Технологічне устаткування автомобільної цистерни дозволяє робити наступні види робіт (рис. 4.34):

- заповнення пальним резервуара за допомогою стороннього насоса;
- заповнення пальним резервуара за допомогою свого насоса;
- злив пального з резервуара стороннім і своїм наносами;
- злив пального з резервуара самопливом;
- перекачування пального з одного резервуара в інший, минаючи власний, тобто злив з автомобільних причепів-цистерн;
- заправлення машин фільтрованим пальним з виміром кількості виданого пального;
- перемішування пального в резервуарі.

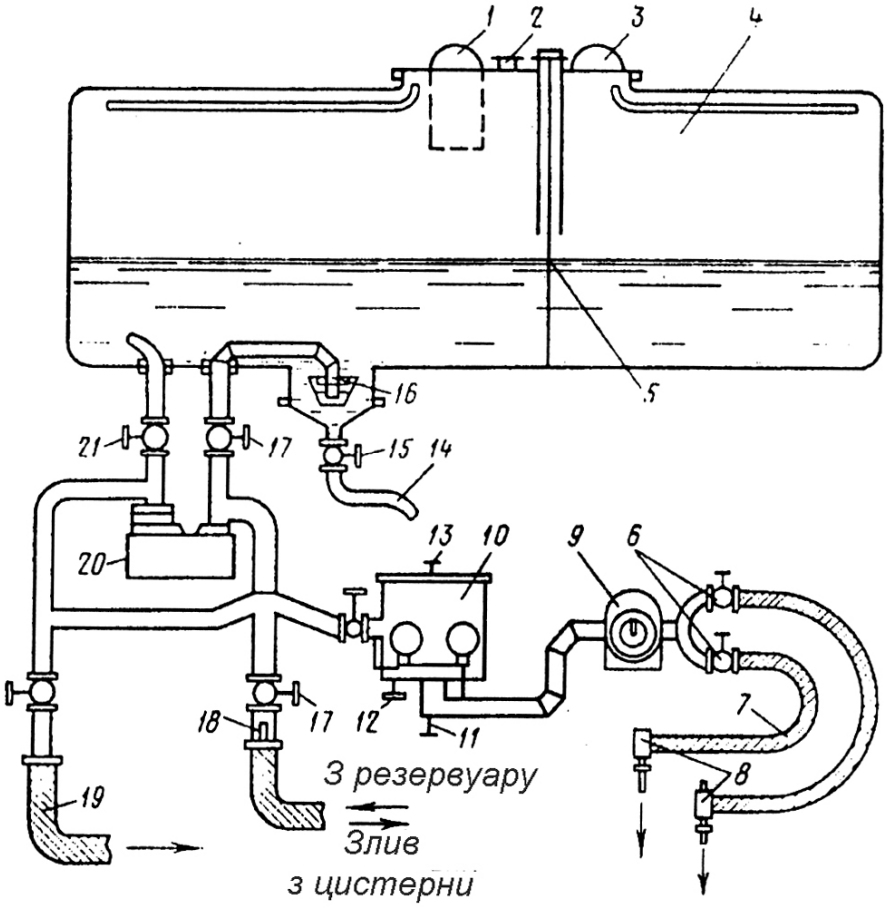

Рис. 4.34. Принципова технологічна схема сучасної автоцистерни:
1 – наливний люк; 2 – дихальний клапан; 3 – оглядовий люк; 4 – цистерна; 5 – рейковий покажчик рівня; 6 – вентиль на роздачу; 7 – роздача через фільтр і лічильник; 8 – роздавальні крани; 9 – лічильник; 10 – фільтр; 11, 12, 14 і 15 – фланці для зливу відповідно пального, осаду, відстою і рідини; 13 – фланець спуска повітря; 16, 18 – фільтр грубий; 17 – вентиль випуску нафтопродукту з цистерни; 19 – рукав для роздачі нафтопродукту, минаючи фільтр, і для перекачування його в резервуар; 20 – насос; 21 – вентиль впуску нафтопродукту в цистерну

Усі ці види робіт здійснюють за допомогою різних типів динамічних і об'ємних насосів. До динамічних насосів відносяться відцентрові, осьові, вихрові і відцентрово-вихрові насоси, а до об'ємних – поршневі і ротаційні. Дія динамічних насосів заснована на принципі силової взаємодії лопатей робочого колеса з потоком, що обтікає. Динамічні насоси розрізняються за

напрямком потоків: у відцентрових насосах потік рідини в області робочого колеса має радіальний напрямок, у результаті чого створюються умови для використання відцентрової сили і рідини. При цьому виникає кінетична енергія, яка у дифузорі перетворується в енергію тиску; в осьових насосах потік рідини паралельний осі обертання робочого колеса; у вихрових насосах рідина надходить на робоче колесо тільки на ділянці усмоктувального вікна (порціально) і при обертанні колеса (у результаті дії відцентрової сили) утворюються радіальні вихрі, що сприяють підвищенню напору вздовж робочої довжини бічного каналу; у відцентрово-вихрових насосах сполучається дія відцентрового і вихрового робочих коліс.

В об'ємних насосах рух рідини здійснюється: у поршневих за допомогою поршня, що має зворотно-поступальний рух у циліндрі, а в роторних насосах – видавлюванням рідини обертовими зубами шестерень (шестеренні насоси), гвинтів (гвинтові насоси), кулачків (поршневі) або ковзних пластин, що викидаються (шиберні насоси).

Гідравлічна система автомобілів-цистерн АЦ-9,5-255Б представлена на рис. 4.35. Вона здійснює керування потоком нафтопродукту при виконанні робочих операцій і складається з насосної установки, всмоктуючого і напірного трубопроводів, відсічного і запобіжного клапанів, зливального трубопроводу і труби зливу відстою. В якості запірних пристрої на трубопроводах застосовані поворотні дискові затвори. Для запобігання потрапляння в насос і цистерну забруднень на всмоктувальній лінії встановлений фільтр із розміром сторони осередку сітки у світлі 0,7 мм. Для роботи в складі автопоїзда з причепом-цистерною є штуцер постійного приєднання. З метою запобігання натягів і перекосів у трубопроводах та полегшення зборки в складі гідросистеми передбачені компенсатори. Технологічне устаткування АЦ-9,5-255Б дозволяє виконувати всі операції по зливу, наливу і перекачуванню нафтопродуктів аналогічно обладнанню АЦ-8,5-255Б.

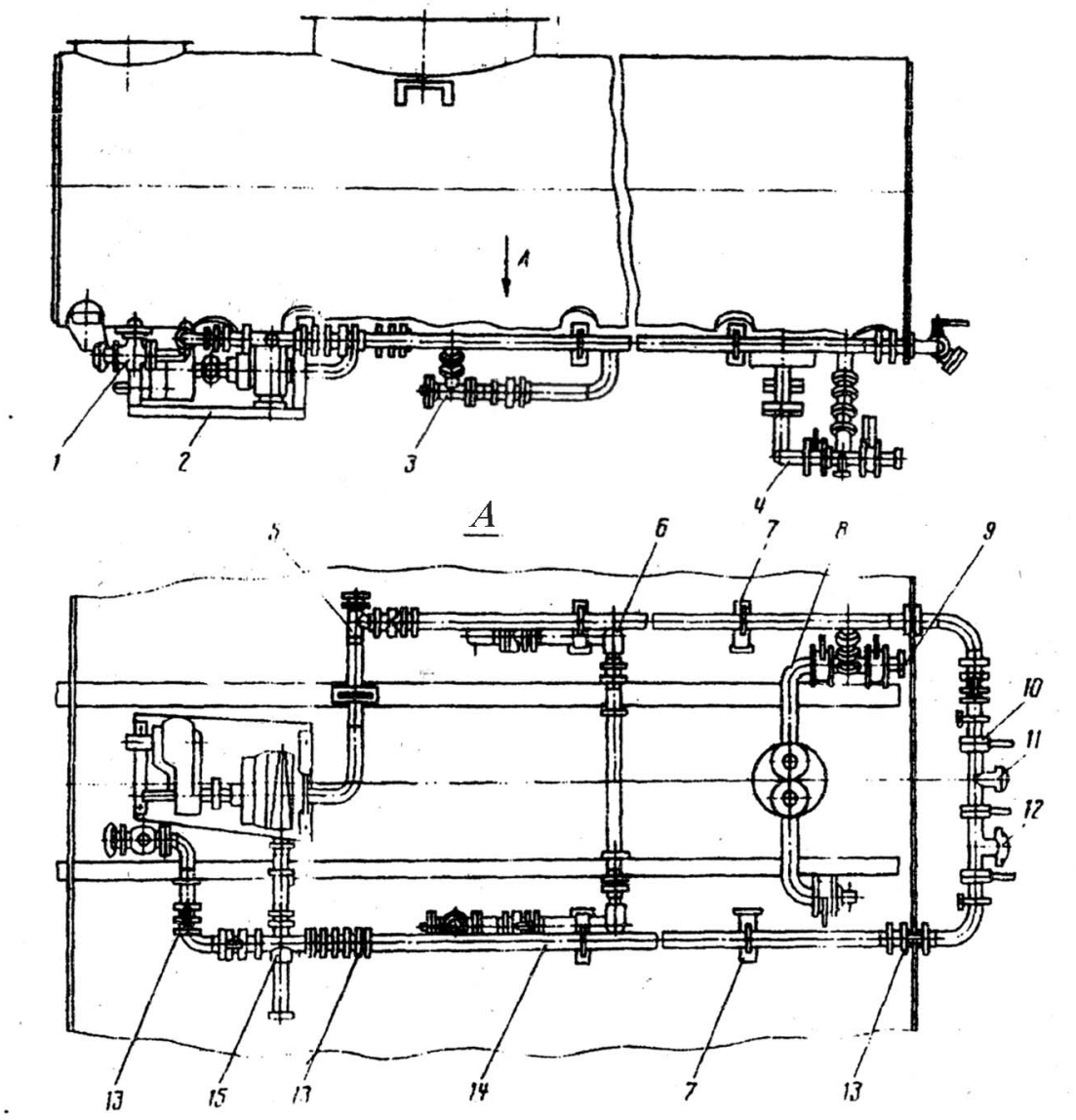

Рис. 4.35. Гідравлічна система автомобіля-цистерни АЦ-9,5-255Б:
1 - відсічний клапан; 2 - насосна установка; 3 - запобіжний клапан; 4 - труба зливу відстою; 5 - фільтр; 6 - всмоктувальна лінія; 7 - хомут; 8 - труба зливу; 9 - приймальний патрубок; 10 - поворотний затвор; 11 - штуцер постійного приєднання; 12- патрубок видачі; 13 - компенсатор; 14 – вентиль

Автомобіль-цистерна АЦ-8-5334 (рис. 4.36) призначена для транспортування світлих нафтопродуктів щільністю не більш 3,6 кН/м^3 по дорогах із твердим покриттям в умовах помірного клімату. АЦ-8-5334 можна застосовувати як міру повної міст-

кості цистерни, встановленої при її калібруванні. Спеціальне устаткування, змонтоване на шасі автомобіля МАЗ-5334 складніше, ніж у раніше описаних автомобілів-цистерн, і додатково включає: пневматичну систему керування арматурою і насосом СЦЛ-20-24а; систему електроустаткування, що забезпечує габаритне освітлення, контроль частоти обертання вала насоса і сигналізацію граничного рівня наливу цистерни нафтопродуктом; пульт, на якому встановлені прилади керування, сигналізації і контролю.

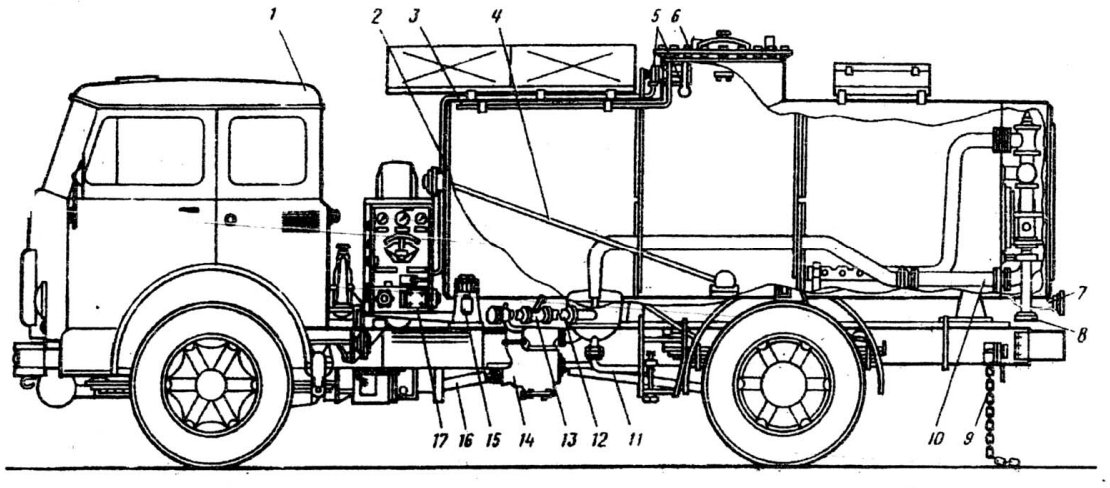

Рис. 4.36. Автомобіль-цистерна АЦ-8-5334:
1 - кабіна; 2 - цистерна в зборі; 3 - трубка; 4 - поплавковий показник рівня; 5 - золотниковий кран з обмежувачем наповнення; 6 - кришка горловини цистерни; 7 - патрубок для постійного приєднання рукава причепа-цистерни; 8 - приймальний патрубок; 9 - ланцюг заземлення; 10 - шланг для видачі нафтопродуктів; 11 - труба для зливання відстою; 12 - трубопровід в зборі; 13 - засувка 65-4; 14 - насос СЦЛ-20-24а; 15 - пристрій заземлення; 16 - карданний вал; 17 - пульт керування

Пульт керування і запасне колесо розташовані на рамі шасі автомобіля за кабіною водія. Позаду цистерни встановлена арматурна шафа, у якій розміщені трубопроводи гідравлічної системи, а також пневмоприводи, арматура і трубки для підведення повітря. Для контролю ступеня наповнення цистерни нафтопродуктом передбачений поплавковий покажчик.

Напівпричепи і причепи цистерни. У конструктивному відношенні напівпричепи і причепи цистерни (ПЦ) (рис. 4.37) відрізняються від автомобільних цистерн як базовим шасі, так і технологічним устаткуванням.

У технологічне устаткування входять: зливно-наливні трубопроводи, рукава, покажчики рівня рідини в резервуарі, ручний насос. Напівпричепи-цистерни середньої і особливо великої місткості в технологічному устаткуванні мають: насос із приводом від автономного двигуна, фільтр тонкого очищення, лічильники, роздавальні рукава, роздавальні крани, які і можуть бути використані не тільки для транспортування нафтопродуктів, але і як засіб заправлення машин.

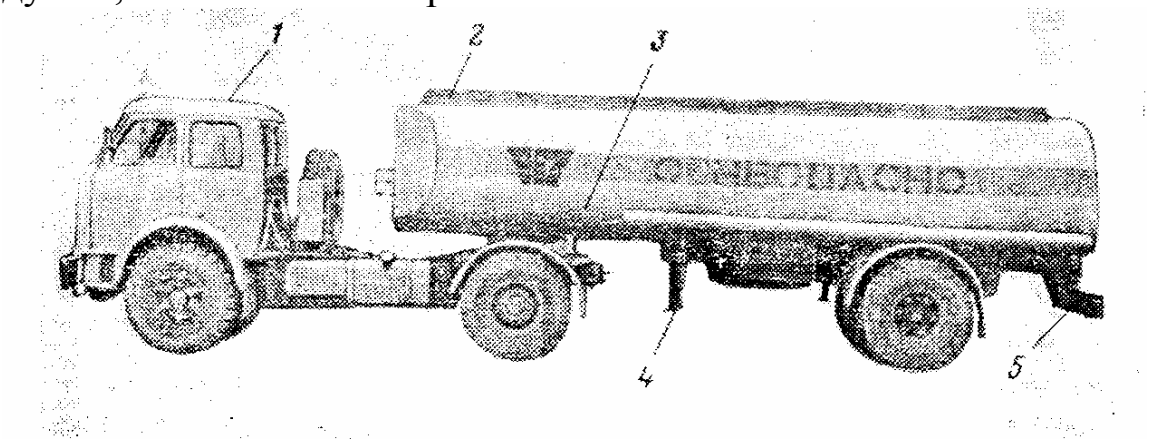

Рис. 4.37. Напівпричіп-цистерна в зчіпці із сідельним тягачем:
1 - кабіна; 2 – резервуар; 3– причіп; 4 – труба для зливу відстою; 5 – піни для рукавів і інструмента

Обсяги перевезень рідкого палива, стиснутих і зріджених газів з кожним днем ростуть. З метою зниження вартості цих перевезень доцільно підвищувати вантажопідйомність рухомого автомобільного транспорту. Це досягається за рахунок широкого використання автопоїздів у складі сідельних автомобілів-тягачів Урал-375С, МАЗ-504, ЯАЗ-210Д (ЯАЗ-200В), напівпричепів-цистерн і причепів-цистерн великої вантажопідйомності.

Устаткування напівпричепів-цистерн монтується на рамі напівпричепів ММЗ-584 і МАЗ-5204 і тривісного тягача КрАЗ-258 з напівпричепом ЧМЗАП-5524. Крім рами, складовими части-

нами напівпричепа-цистерни є двохосьовий балансирний задній візок на напівеліптичних ресорах, опорний пристрій і гальмова система. Напівпричіп поставляється в комплекті з підкатним візком. При його установці напівпричіп використовується як причіп і може буксируватися будь-яким автомобілем або трактором з відповідними тягово-динамічними характеристиками. Напівпричіп-цистерна без підкатного візка з відчіпним тягачем утримується в горизонтальному положенні за допомогою двох опорних пристроїв.

Гальмова система напівпричепа-цистерни і причепа-цистерни забезпечує швидку зупинку чи уповільнений рух і утримання їх на місці при зупинці або стоянці. Привід гальм здійснюється від пневматичної системи тягача або вручну.

Пневматичний привід забезпечує гальмування напівпричепа при буксируванні, а також в аварійному випадку (у момент відриву причепа від тягача). Ручним приводом здійснюється гальмування напівпричепа тільки на стоянці. Технічні характеристики серійних автомобільних цистерн, напівпричепів і причепів-цистерн приведені в табл. 4.16 і 4.17.

Таблиця 4.16

Технічна характеристика автомобільних цистерн і причепів-цистерн для транспортування нафтопродуктів з використанням різних базових шасі

Показники	Типи цистерн						
	автомобільні					причепи	
	АЦ-4.2–53А	ТСВ-6-130	АЦ-8-500А	АЦ-6,5-4320	АЦ-10-260	ПЦ-4,2-754В	ПЦ-6.7–5207В
1	2	3	4	5	6	7	8
Базове шасі	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	МАЗ-500А	Урал-4320	КрАЗ-260	ИАПЗ-754В	МАЗ-5207В

Продовження табл. 4.16

1	2	3	4	5	6	7	8
Експлуатаційна місткість, л	4200	6000	8000	6500	10000	4200	6700
Повна маса, кН	73,8	108,0	154,4	–	–	58,84	94,8
Маса причепа, що буксирується, кН	40,0	80,0	120,0	–	–	–	–
Місткість причепа, що буксирується, л	–	4200	9200	4000	9000	–	–
Подача насоса, л/хв	400	500	750	–	–	40	Немає
Максимальна швидкість руху, км/год	70	70	70	70	–	65	50

Таблиця 4.17

Технічна характеристика вітчизняних та закордонних напівпричепів-цистерн для нафтопродуктів

Показники	Росія		Японія		Німеччина	Франція	Словенія	
	ППЦ-18,2-5410	ППЦ-26-259	Токуо Car TP	HP-200-5700	Blumharalt 36,2/31,5	Coder - A-3	LTF - 18	LTF- 18
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Базове шасі	КамАЗ-5410	КрАЗ-259						
Місткість, л	18200	26000	–	21000	31500	13000	13500	15000
Вантажопідйомність, кН	146,0	192,0	120,0	–	–	104,0	108,0	122,4
Власна маса, кН	46,6	58,0	47,2	81,2	78,0	71,0	29,15	46,0

Продовження табл. 4.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Габаритні розміри, мм:								
довжина	7380	10540	7420	8825	10400	10080	7582	7756
ширина	3025	2500	2480	2400	2918	2495	2495	2900
висота	2600	2910	2900	3600	3195	2800	2680	2656
Форма резервуара	Прямокутна		Еліптична	Прямокутна		Еліптична		
Число ведучих осей/коліс	1/4	2/8	1/4	2/4	2/8	1/4	1/4	1/4
Матеріаломкість на одиницю вантажопідйомності, Н/н	0,319	0,382	0,392	–	–	0,682	0,270	0,381
Матеріалоємкість на одиницю місткості, Н/л	2,58	2,93	-	3,71	2,48	5,46	2,16	3,16

Контейнери-цистерни. Перевезення рідких і газоподібних нафтопродуктів у контейнерах-цистернах мають деякі переваги в порівнянні з іншими способами їх транспортування, головними з який є: скорочення часу перевезень непродуктивних простоїв і транспортних витрат, витрат на вантажно-розвантажувальні роботи, на тару і технологічне устаткування; впровадження комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт; зберігання вантажів на відкритих площадках (позаскладських приміщеннях) у кілька ярусів; зберігання навколишнього середовища за рахунок герметичного зберігання отрутних, токсичних рідин і газів.

У контейнерах-цистернах резервуари для рідких і газоподібних нафтопродуктів (рис. 4.38) поміщають у каркасні пристрої, що мають вантажно-розвантажувальні кріпильні пристосу-

вання для їх транспортування в кузовах бортових машин, на платформах автомобільних напівпричепів і причепів, а також на вантажних платформах залізничного, повітряного і водяного транспорту. Резервуари бувають циліндричної, еліптичної і прямокутної форми.

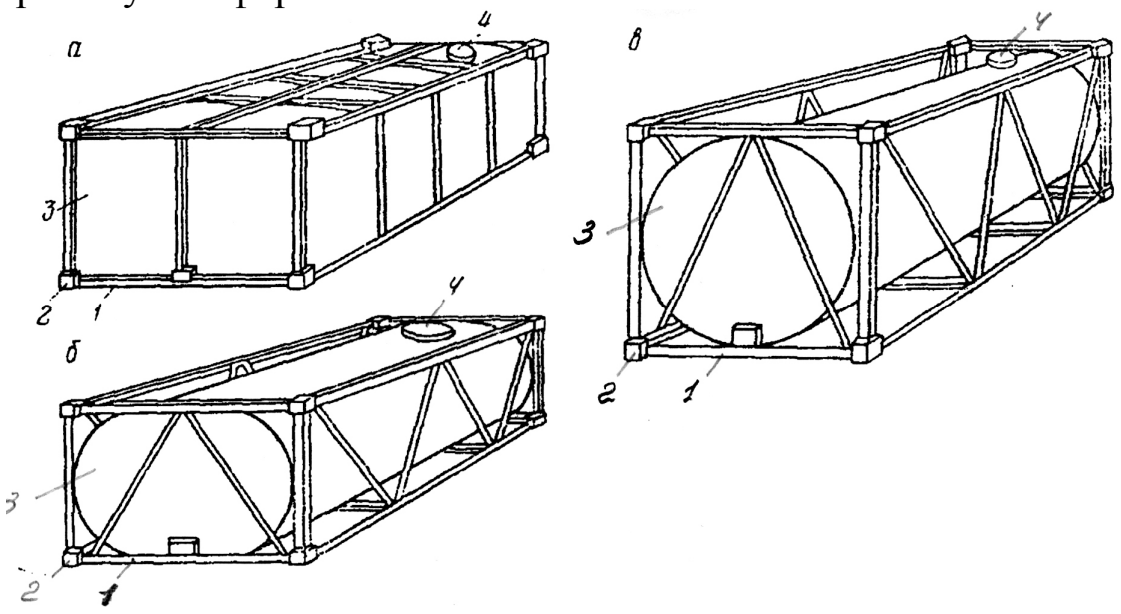

Рис. 4.38. Контейнери-цистерни для рідких і газоподібних нафтопродуктів:
а – прямокутної форми; б – еліптичної форми; в – циліндричної форми;
1 – каркас; 2 – вантажно-розвантажувальні і кріпильні пристрої; 3 – резервуар; 4 – горловина

Автомобільні цистерни для зріджених газів. Для транспортування зріджених вуглеводневих газів у вітчизняній і закордонній практиці використовують автомобільні цистерни, напівпричепи-цистерни, причепи-цистерни, пересувні резервуари і балони різної місткості, устаткування яких розміщається на шасі різних автомобілів, напівпричепів і причепів (рис. 4.39).

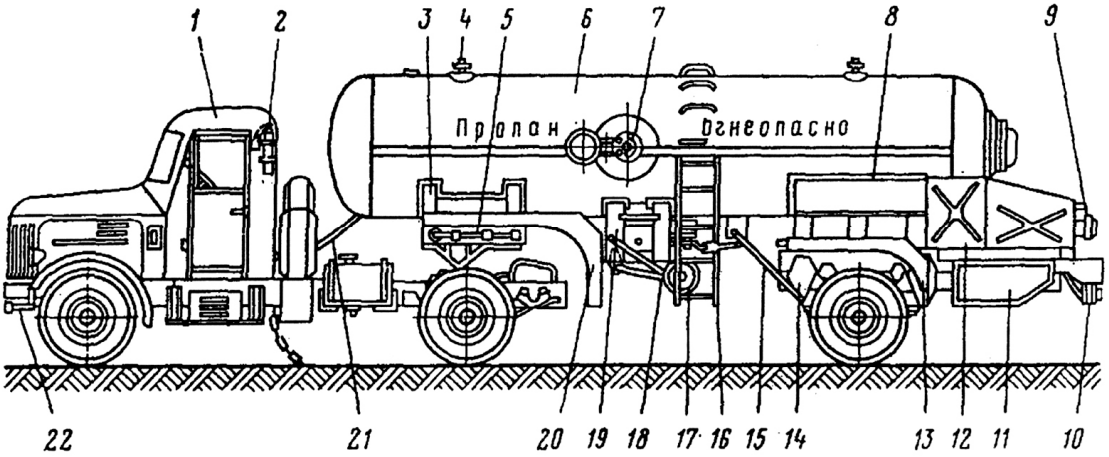

Рис. 4.39. Загальний вид причепа-цистерни АЦЖГ-12-200В для транспортування зріджених газів:
1 – автотягач МАЗ-200В; 2 – вогнегасник; 3 – опора передня; 4 – клапан запобіжний; 5 – опорні штанги; 6 – цистерна; 7 – місце для установки приладів; 8 – опора задня; 5 – комунікації й арматура; 10 – електроустаткування автомобільної цистерни; 11 – насос з убудованим електродвигуном; 12 – кабіна керування; 13 – крило заднє; 14 – візок; 15 – стояночне гальмо; 16 – сходи; 17 – опорні ковзанки; 18 – заземлення цистерни; 19 – опора середня; 20 – крило переднє; 21 – пневмообладнання автомобільної цистерни; 22 – вогнегасник

Принципова схема розташування комунікацій і приладів напівпричепа АЦЖГ-12-200В для зріджених газів показана на рис. 4.40.

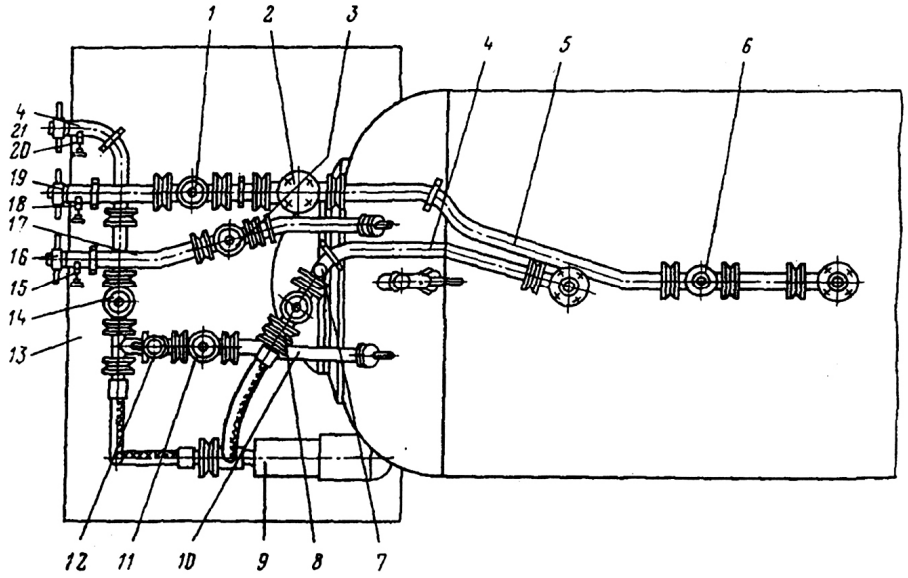

Рис. 4.40. Принципова технологічна схема напівпричепа АЦЖГ-12-200В

Трубопровід 5 для наповнення резервуара рідкою фазою розміщається під ним і закінчується кутовим вентилем 18. На цьому трубопроводі знаходяться обмежувач наливу 6, що охороняє цистерну від переливу, запірний вентиль 1 і зворотний поворотний клапан 2, що автоматично відключає цистерну від лінії у випадку обриву шланга, розриву труби і т.д. Для зливу рідкої фази в нижній частині резервуара розміщається зливний трубопровід 4 із запірним вентилем 14 і кутовим цанговим вентилем 20. Трубопровід парової фази 17 має на кінці запірний вентиль 3 і кутовий цапковий вентиль 15. Приєднувальні патрубки 21, 19, 16 для зручності обслуговування виведені назовні за межі задньої стінки кабіни керування 13. Байпасна лінія 10 з вентилем 11 забезпечує злив зрідженого газу самопливом. Запуск вихрового самоусмоктувального електронасоса здійснюється при закритих вентилях 14 і 11 на напірній (зливальний) і байпасній лініях. Як тільки манометр 12 покаже тиск, відкривається вентиль 11 і перевіряється робота насоса, плавність подачі, стабільність напору, відсутність шуму і вібрації. Потім відкриттям вентиля 14 і плавним прикриттям вентиля 11 виводять насос на режим перекачування. Вентилем 11 регулюють подачу насоса. На всмоктувальній лінії встановлений фільтр 8. При утворенні парової пробки в усмоктувальній лінії її стравлюють, відкриваючи вентиль 7. Для більшої безпеки при зливі і наливі газу на напірній лінії насоса встановлений пружинний швидкісний клапан, що автоматично відключає подачу газу при обриві шланга. Технічна характеристика автомобільних цистерн для транспортування зріджених газів дана в таблиці 4.18.

Таблиця 4.18

Технічна характеристика автомобільних цистерн для транспортування зріджених газів

Показники	**Типи**				
	АЦЖГ-6-130	АЦЖГ-10-130В	АЦЖГ-12-200В	АЦЖГ-15-504	АЦЖГ-15-377С
Базове шасі	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130В	МАЗ-200В	МАЗ-504	Урал-3370
Місткість, $м^3$	6,0	11,75	14,62	18,00	17,6
Експлуатаційна місткість (при коефіцієнті заповнення 0,85), $м^3$	5,0	10,0	12,4	15,0	15,0
Маса газу (р = 5,9 Н/л), т	3,0	5,0	7,35	8,85	8,85
Маса автоцистерни з газом, кН	94,4	145	230	252	244
Конструкція резервуара	Рамна		Безрамна		
Робочий тиск, МПа	1,6	1,8	1,8	1,8	1,8
Коефіцієнт тари, Н/н	0,465	0,526	0,469	0,54	0,544

Примітка. Робоча температура – від - 40 до + 50 ^{0}С.

3. ЗАПРАВКА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ ПАЛИВО-МАСТИЛЬНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

3.1. Стаціонарні засоби заправки
3.2. Пересувні засоби заправки
3.3. Закордонні засоби заправки

Технічна готовність, надійність і експлуатація автомототранспортних засобів багато в чому залежить від своєчасної і якісної заправки їх паливних баків і систем відповідними сортами палива, масел і спеціальних рідин. Тому заправка автомобільного транспорту під час роботи є одним з найважливіших ланок у системі матеріально-технічного забезпечення для різних галузей народного господарства та автотранспортних підприємств.

Заправку техніки здійснюють на заправних станціях, розташованих на автомагістралях, у містах і населених пунктах в автогосподарствах і у польових умовах. На процес заправки впливають умови експлуатації техніки, а також сезонність її використання.

Заправка техніки при безгаражному її збереженні та особливо в польових умовах має ряд специфічних особливостей, які висувають необхідність скорочення тривалості і зменшення трудомісткості заправки, виключення втрат палива і мастильних матеріалів.

Техніку заправляють також у стаціонарних і польових умовах з використанням технологічного устаткування АЗС, пересувних автозаправних станцій (ПАЗС), паливозаправників, масловодозаправників і заправних агрегатів.

3.1. Стаціонарні засоби заправки

Для заправки техніки в стаціонарних умовах через мережу державних і відомчих заправних станцій використовують різні типи паливних, масло- і сумішероздавальних колонок. Для заправка техніки спеціальними рідинами застосовують ручні крильчасті і поршневі насоси.

Паливороздаточні колонки з лічильниками рідини для виміру кількості палива в'язкістю (0,55…40) 10^{-6} $м^2/см$ при його видачі відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 9018-76 бувають наступних типів:

КР – колонка переносна з ручним приводом;

КЕР – колонка стаціонарна з електроприводом і ручним керуванням. Вона може виготовлятися і переносною;

КЕМ – колонка стаціонарна з електроприводом і керуванням від місцевого пристрою;

КЕД – колонка стаціонарна з електроприводом і керуванням від дистанційного пристрою;

КЕК – колонка стаціонарна з електроприводом і комбінованим керуванням (з керуванням від пристрою та місцевим ручним приводом);

КА – колонка стаціонарна з електроприводом, автоматизована, призначена для роботи з автоматичними пристроями (монетними, ключовими, перфокартами і т.д.).

Основні технічні показники деяких колонок приведені в таблиці 4.19.

Таблиця 4.19

Технічна характеристика деяких пересувних і стаціонарних паливороздаточних колонок

Показники	Типи колонок					
	пересувні		стаціонарні			
	КГП-36	КР-40-1	КГС-150	КЭР-40-0,5-1 (ТК-40)	Нара-2 1КЭД-40-0,5-2	Нара-31 1КЭД-40-0,5-1
Номінальна витрата, л/хв	35	40	150	40	40…50	40…50
Мінімальна доза видачі, л	5	5	50	5	5	5
Кратність видачі	-	-	-	5	1	1
Тиск на вході в насос, МПа	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06
Насос	Ручний поршневий модель 360		ЦВС-53		Роторно-шиберний	
Лічильник рідини	ШЖУ-25-6		ШЖУ-40-6		Поршневий чотириціліндровий	
Маса, Н	1,0	0,85	2,5	1,7	1,9	1,05

Примітка. Межі припустимої погрішності - ± 0,5%.

Принцип роботи паливороздаточної колонки КЕР-40-0,5-1 можна простежити за технологічною схемою приведеною на рис. 4.42.

Під дією розрідження, створюваного насосом, паливо з видаткового (підземного) резервуара через прийомний зворотний нижній клапан 1 і всмоктуючий трубопровід діаметром 37 мм проходить через фільтр-газовідокремлювач. У газовідокремлю-

вачі 4 швидкість протікання палива різко знижується через збільшення прохідного перетину і відбувається зміна напрямку потоку. У результаті цього з палива виділяються повітря і гази, що збираються у верхній частині газовідокремлювача через отвір (жиклер) у штуцері кришки і разом з частиною палива потрапляють у поплавкову камеру в виді емульсії.

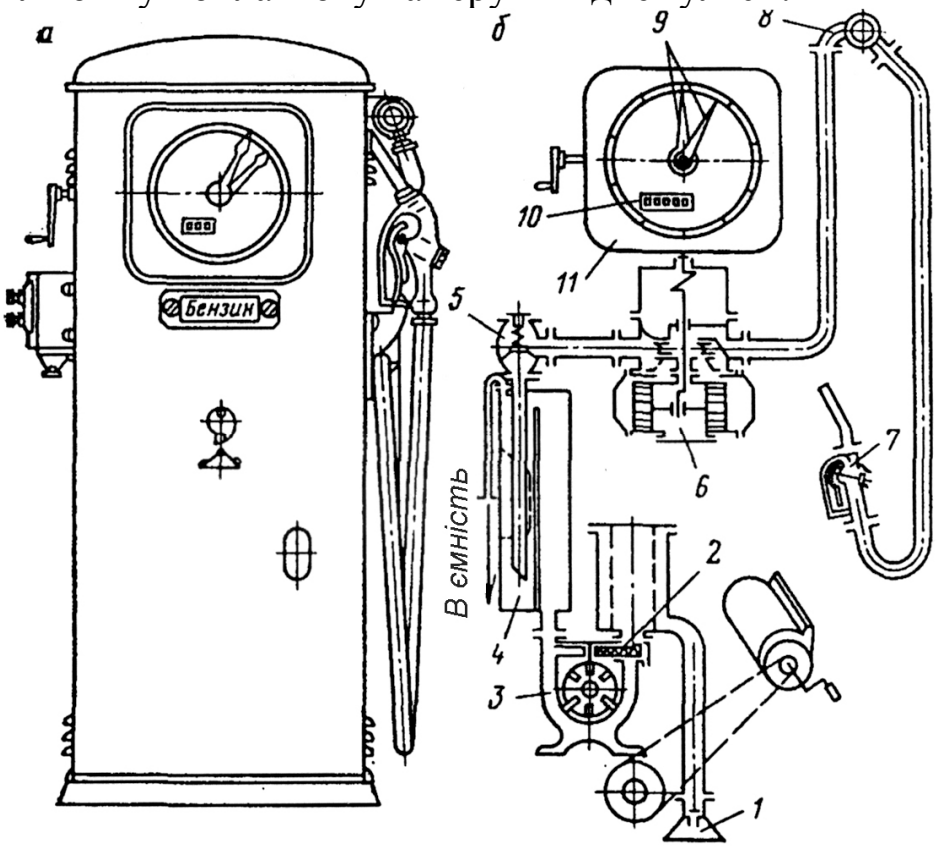

Рис. 4.41. Загальний вид (а) і технологічна схема (б) паливороздаточної колонки КЕР-40-0,5-1

Гази та повітря з поплавкової камери виходять через клапан у атмосферу чи по пропускній трубці в ємкість, а паливо в міру його накопичення піднімає поплавок, відкриває отвір і засмоктується назад в всмоктувальний трубопровід насоса 8. З фільтра-газовідокремлювача 4 через верхній зворотний клапан 5 паливо надходить у лічильник рідини 6 і, заповнюючи по черзі кожний з чотирьох циліндрів, переміщує поршні лічильника. Поступальний рух поршнів з кулісами, на яких вони жорстко закріплені,

перетворюється в обертальний рух колінсчатого вала, причому за один хід поршня колінчастий вал і закріплений на ньому золотник повертаються на 90°. Обертальний рух колінчастого вала лічильника рідини передається через сполучну муфту на вал рахункового механізму 11, що має два циферблати: передній і задній. На циферблатах маються велика і мала стрілки 9. Велика стрілка робить один оборот при відпуску 5 л, а мала – при відпуску 100 л.

У вікні циферблата вмонтований шестироликовый сумарний лічильник 10, що показує наростаючий підсумок кількості виданого палива. З лічильника рідини паливо через індикатор 8, рукав і роздавальний кран 7 надходить споживачу. У роторно-шиберному насосі 3 мається зворотний пропускний клапан 2, відрегульований на перепуск палива при тиску вище припустимого робочого тиску в системі.

Базовою моделлю для паливороздавальних колонок типів «Нара» і «Ока» є колонка КЕР-40-0,5-1 ДСТ 9018–76. Колонка «Нара-1» відрізняється від колонки КЕР-40-0,5-1 наявністю автономного (власного) однобічного рахункового пристрою. Покажчик разової видачі палива має ціну розподілу, рівну 0,01 л. Колонка «Нара-2» відрізняється кратністю видачі дози у 1 л. Колонка «Нара-4» має два агрегати, що розміщаються в одному кожусі. Вона може експлуатуватися як із груповим пультом «Прогрес», так і з двома пультами типу «Д-03». Агрегати колонки «Нара-4» укомплектовують вузлами колонки «Нара-2».

Колонка «Ока-1» відрізняється від колонок типу КЕР і КЕД фільтром ФДГ-30 ТМ, що забезпечує тонкість фільтрації палива 20…30 мкм. Як лічильник використовують шестеренний лічильник ШЖУ-25-6. Інші деталі і вузли цілком запозичені із колонок типу КЕР і КЕД.

Переносна з ручним насосом колонка КР-40 ГОСТ 9018-76 складається з всмоктувального рукава з приєднаним до нього ручним насосом, лічильника рідини з рахунковим механізмом, фільтра-газовідокремлювача, поплавкової камери, зворотного клапана, індикатора і роздавального рукава з краном. Колонка

«Ока-3» на відміну від колонки КЕК-160-1-1 ДСТ 9018-76 має вибухобезпечний електродвигун для привода відцентрового самовсмоктуючого насоса СЦН-20-40А, шестеренний лічильник ШЖУ 3-6 і комбіноване керування: місцеве ручне і дистанційне від пульта керування «ДК», що забезпечує одночасне керування роботою дванадцяти колонок.

Габаритні розміри пульта «ДК» ті ж, що і пульта «Прогрес». Зовнішній вигляд пульта «ДК» відрізняється наявністю більшої кількості кнопок і лампочок на панелі керування.

Пульт А-27 призначений для керування колонками типу КЕД-40-0,5-1 ДСТ 9018-76; пульти Д-03 і «Прогрес» - для керування колонками «Нара-2», «Нара-4». Пульт «Прогрес» може керувати колонками, що мають у своїй конструкції клапани зниження продуктивності, такими як КЕК-160-ГОСТ 9018-76.

За допомогою пульта дистанційного керування А-27 здійснюють керування одною колонкою, рахунковий механізм якої має датчик, що виробляє через кожні видані 5 л палива їм пульс, який надходить до пульта.

Технічна характеристика колонок типу «Нара» і «Ока» приведена в таблиці 4.20.

Таблиця 4.20

Технічна характеристика колонок типу «Нара» и «Ока»

Показники	Типи колонок								
	Нара-1	Нара-2	Нара-4	Нара-6	Нара-11	Нара-21	Нара-31	Ока-1	Ока-3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Витрати, л/хв: номінальна мінімальна	40 5	40 5	40 5	100 10	40 5	40 5	40 5	40 5	100 10
Мінімальна доза видачі, л	5	1	1	10	5	1	1	10	50

Продовження табл. 4.20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відносна похибка, %	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	±1,0	±1,0
Довжина роздаточного рукава, м	4	4	4	6	4	4	4	6	9
Потужність електродвигуна, кВт	0,55	0,55	0,55	2 ×0,55	0,5	0,5	0,55	0,55	2,7
Маса, кН	1,7	1,9	2,7	2,85	1,7	1,7	2,3	1,45	12,8
Габаритні розміри, мм:									
довжина	406	416	440	–	406	406	440	625	645
ширина	700	755	1120	–	700	700	1120	410	480
висота	1520	1410	1354	–	1520	1520	1350	1410	1450

Примітка. Тиск на вході в насос – 0,05 МПа.

Маслороздаточні колонки відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 11537–75 випускають наступних типів:

КМ – колонка переносна з ручним керуванням і з ручним приводом;

КМП – колонка пересувна з ручним керуванням і з ручним електричним чи пневматичним приводом;

КМР – колонка стаціонарна з ручним керуванням і електричним або пневматичним приводом;

КМД – колонка стаціонарна з керуванням від дистанційного пристрою з електричним приводом.

В даний час виготовляють колонки двох типів: переносну маслороздаточну колонку КМП-10 (моделі 397 М), що складається з ручного лопатевого насоса, лічильника, повітровідокремлювача і роздавального рукава з краном (рис. 4.42) і стаціонарну маслороздаточну колонку КМС-10 (моделей 367 М та 367 МЗ). Маслороздаточна колонка моделі 367 М (рис. 4.43)

складається з насосної установки моделі 3106 А або моделі 3106 Б, за допомогою яких роблять вимір олії при його відпуску споживачу.

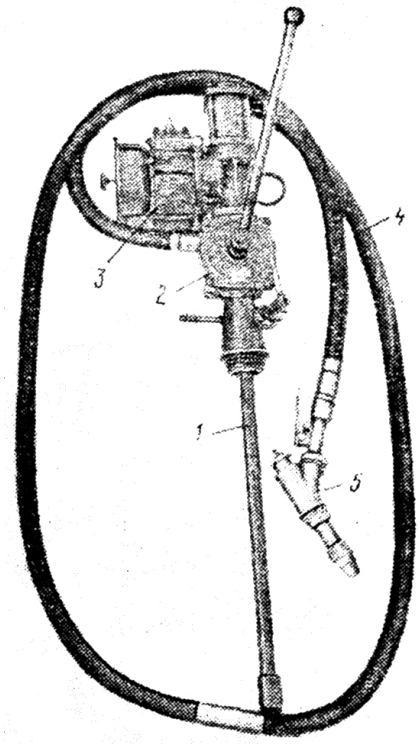

Рис. 4.42. Маслороздаточна колонка КМП-10 моделі 397 М:
1 – всмоктувальна труба; 2 – насос; 3 – лічильник; 4 – напірний рукав;
5 – роздавальний кран

Колонка моделі 367 МЗ є настінним варіантом маслороздавальної колонки моделі 367 М. Технічна характеристика маслороздавальних колонок приведена в таблиці 4.21.

Таблиця 4.21

Технічна характеристика маслороздавальних колонок

Показники	Моделі колонок		
	397 М	367 М	367 МЗ
1	2	3	4
Подача, л/хв: при Т = 6 °С при Т = 20 °С	 – 10	 810 12	 6 10

Продовження табл. 4.21

1	2	3	4
Робочий тиск, Мпа	0,15…0,2	0,8…1,5	0,8…1,5
Висота всмоктування, м	5	3	3
Довжина рукава, м	4,5	3,5	3,5
Тип насоса	лопатевий	шестеренний	–
Маса, Н; колонки насосної установки	 220 –	 420 580	 – 820

Примітка. Відносна погрішність - ±0,5 %.

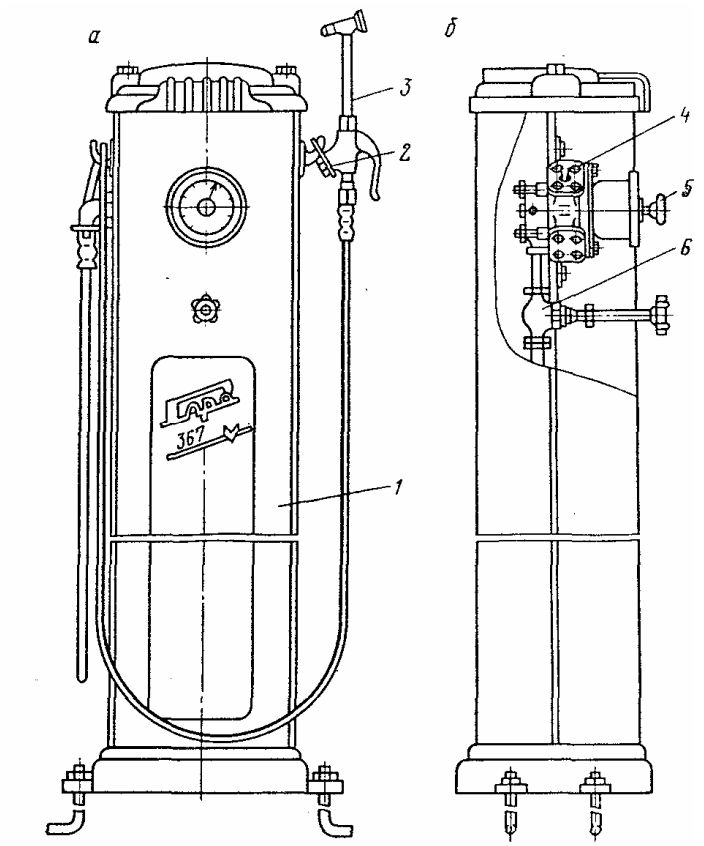

Рис. 4.43. Маслораздаточная колонка моделі 367 М:
а – вигляд спереду; б – вигляд збоку; 1 – корпус; 2 – кронштейн для крана; 3 – роздаточний кран; 4 – лічильник; 5 – рукоятка скидання свідчень стрілочного покажчика на нуль; 6 – замочний вентиль

Сумішероздаточна колонка КЭДС-25-0,5-1 ДСТ 9018–76 призначена для вимірювання об'ємним методом двокомпонентної паливної суміші (масло – бензин) і приготування її шляхом змішування в камері змішувача роздаточного крана при заправці транспорту з двотактними двигунами. Колонка також може бути використана для видачі тільки бензину. Колонка працює з пультом дистанційного керування типу «Прогрес», що забезпечує управління роботою п'яти колонок.

Коротка технічна характеристика сумішероздаточної колонки КЭДС-25-0,5-1

Номінальна витрата, л/хв:	
при видачі суміші (при температурі 6…40°С)	25
при видачі бензину (при температурі ±40°С)	40
Мінімальна доза видачі, л:	
при видачі суміші	2
при видачі бензину	5
Дискретність дозування, л	1
Погрішність дозування %	±0,5
Габаритні розміри, мм	416 × 800 1400
Маса, кН	1,85

Колонка розроблена на базі паливороздаточної колонки «Нара-2» з включенням в її конструкцію маслонасоса, дозуючого пристрою, камери змішувача до роздавального крана і другого роздавального рукава.

3.2. Пересувні засоби заправки

Пересувні автомобільні засоби заправки: паливозаправники, заправні станції, маслозаправники, масловодозаправники, заправники спеціальними рідинами і заправні агрегати використовують головним чином в автогосподарствах, в районах сезон-

ного зосередження техніки в сільській місцевості, на новобудовах, туристичних маршрутах і пристанях річок.

Паливозаправники (ТСВ) є спеціальними машинами (рис. 4.44), технологічне устаткування яких вмонтовується на шасі автомобілів звичайної і підвищеної прохідності або на напівпричепах середньої і великої вантажопідйомності.

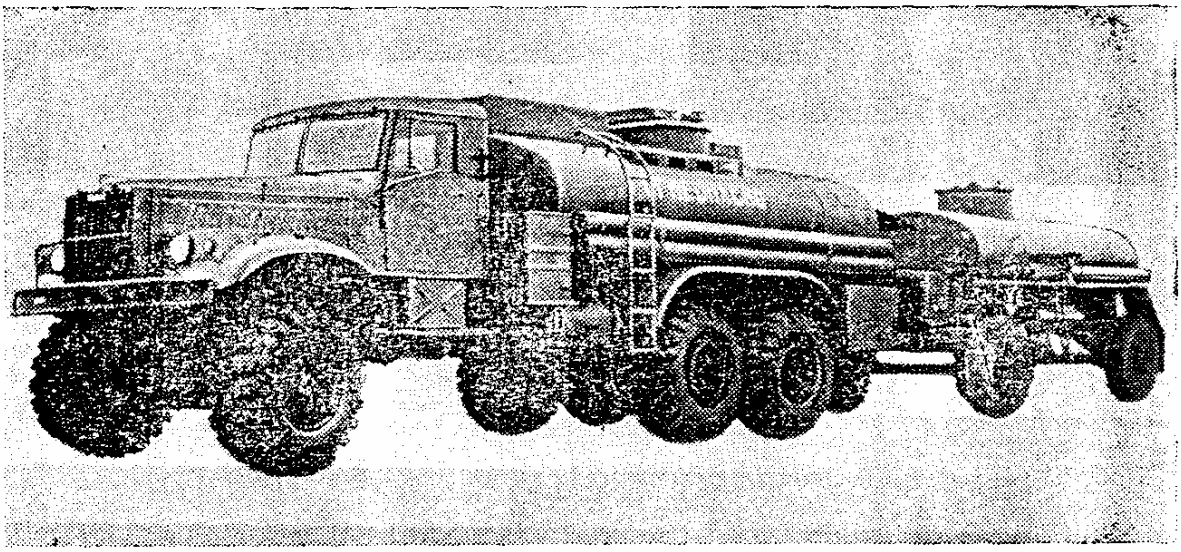

Рис. 4.44. Автопоїзд у складі паливозаправника ТЗ-8-255 і причепа-цистерни ПЦ-6,7-52078

Всі типи паливозаправників, відрізняючись головним чином типом шасі і місткістю резервуару, мають принципово аналогічне устаткування. Технологічне устаткування паливозаправників складається з резервуару, усередині якого змонтовані такі ж вузли, що і у автоцистерн, насоса з автономним приводом, напірно-всмоктувальних трубопроводів і рукавів, фільтрів, контрольно-вимірювальних приладів, систем управління, протипожежного устаткування тощо.

Місткість резервуару визначається вантажопідйомністю автомобіля (напівпричепа), на шасі якого змонтовано його технологічне устаткування. ПЗ класифікують залежно від місткості резервуару. Вони бувають малої (2000...5000 л), середньої (5000...15000 л) і великої (15000 л) місткості.

Резервуар (рис. 4. 45), як правило, еліптичної форми, виготовляється з листової сталі завтовшки 3...4 мм, має обичайку і два днища. На паливозаправниках великої місткості переднє днище для більшої міцності резервуару і кращої маневреності напівпричепа виготовляється напівсферичним. Внутрішня поверхня резервуару, а також все устаткування, що знаходиться усередині нього, для запобігання від корозії металізовані цинком. Обичайка в місці приєднання заднього днища має отбортування для кріплення кабіни управління паливозаправником.

До заднього днища приварюють фланці, до яких принднують всмоктувальний і напірний трубопроводи, передавальний механізм поплавцевого рівнеміра пального в резервуарі і обмежувач наливу.

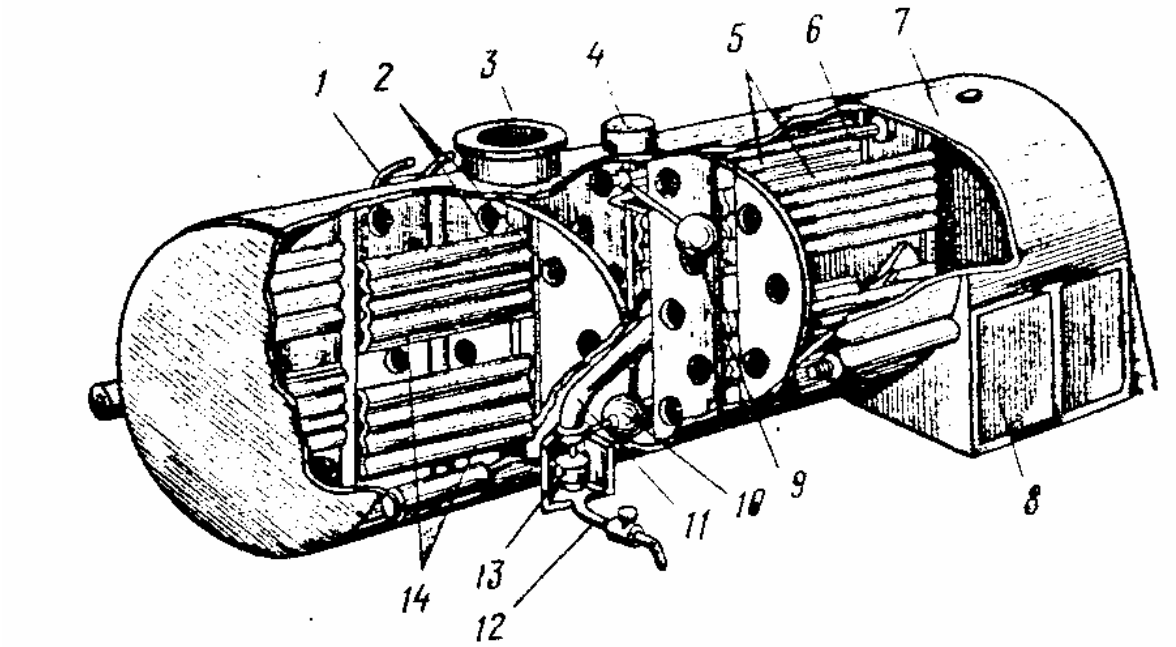

Рис. 4.45. Конструкція резервуару з кабіною паливозаправників середньої і більшої місткості:
1 – сходи; 2 – поперечні хвилерізи; 3 – заливна горловина; 4 – ковпачок поплавця; 5, 14 – подовжні хвилерізи; 6 – вал обмежувача наповнення; 7 – кабіна управління; 8 – ящик для роздавального рукава; 9 – поплавець обмежувача наповнення; 10 – поплавець покажчика рівня; 11 – всмоктувальний трубопровід; 12 – зливна трубка; 13 – вологовідокремлювач

Для пом'якшення гідравлічних ударів палива, що перевозиться, на днищі резервуару встановлюють 1...2 поперечних хвилеріза, які розділяють порожнину резервуару на декілька сполучених відсіків. У резервуарах місткістю від 8000 л і більше, крім того, поміщають повздовжні хвилерізи зі сталі з отворами (див. рис. 4.45).

Конструкція заливних горловин, що встановлені у верхньому люку резервуару, аналогічна горловинам автомобільних цистерн. Розрізняються вони тільки способом кріплення кришок люків, конструкцією затискних пристроїв кришок заливних горловин і числом фільтруючих і противибухових сіток.

При спорожненні резервуару над поверхнею пального створюється розрідження, а при наповненні – надмірний тиск. Зміна тиску в пароповітряному просторі резервуару може відбуватися і при зміні температури навколишнього повітря. Для сполучення газового простору резервуару з атмосферою в самій верхній точці кришки верхнього люка встановлюють дихальні клапани відрегульовані на перепад тиск ± 0,03 МПа.

Технологічне устаткування паливозаправників (рис. 4.46) забезпечує проведення наступних видів робіт: заповнення свого резервуару паливом; заправку машин фільтрованим паливом із виміром його кількості як з свого резервуару, так і зі сторонньої місткості; перемішування палива; перекачування палива зі сторонньої місткості в іншій паливозаправник через фільтр і виключаючи його та ряд інших операцій. Технічна характеристика деяких паливозаправників дана в таблиці 4.22.

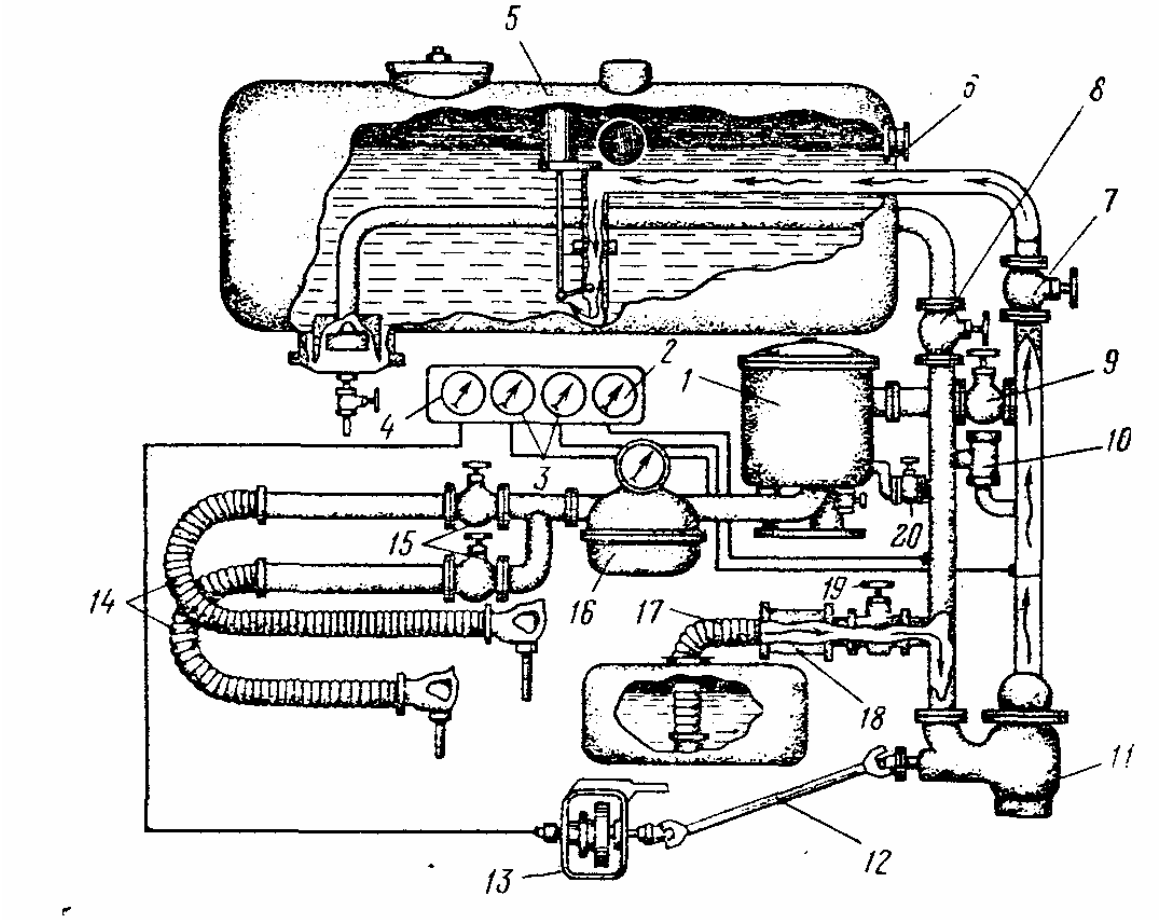

Рис. 4.46. Технологічна схема устаткування паливозаправника ТЗ-200:
1 – фільтр типа ТФ-2; 2 – вакуумметр; 3 – манометри; 4 –тахометр;
5 – обмежувач наповнення; 6 – покажчик рівня; 7 – засувка «в цистерну»;
8 – засувка «з цистерни»; 9, 15 – засувки «на роздачу»; 10 – запобіжно-перепускний клапан; 11 – насос; 12 – карданний вал; 13 – коробка відбору потужності; 14 – роздаточні рукава; 16 – лічильник; 17 – приймальний рукав; 18 – фільтр грубого очищення; 19 – засувка «з резервуару»; 20 – вентиль відсмоктування пального з рукавів

Таблиця 4.22

Технічна характеристика деяких паливозаправників

Показники	Типи паливозаправників								
	малої місткості			середньої місткості				великої місткості	
	АТЗ-2,4-52	АТЗ-3,0-53А	АТЗ-3,8-130	ТЗ-5-375	ТЗ-7-500	ТЗА-7,5-500А	ТЗ-255Б	ТЗ-16	ТЗ
Базове шасі	ГАЗ-52	ГАЗ-53-А	ЗИЛ-130	Урал-375	МАЗ-500	МАЗ-500А	КрАЗ-255Б	Тягач ЯАЗ-200В з напівпричепом МАЗ-5204	Тягач КрАЗ-258 з полуприцом ЧМЗАП-5524
Експлуатаційна місткість, л	2400	3800	3800	5000	7000	7000	8000	16000	22000
Маса в спорядженому стані (без палива), кН	33,05	41	52,5	93,75	78	84	136	211,35	216
Повна маса, кН	53,75	74,0	87,45	135,95	140,2	148,25	202,2	333,7	392,0
Подача насоса, л/хв	400	500	500	600	500	750	900	700	2000
Максимальна швикість руху, км/год	70	80	85	80	75	75	65	40	40
Питома місткість, л/кН	0,073	0,092	0,073	0,053	0,088	0,0895	0,059	0,075	0,102
Робочий тиск в роздаточній системі, МПа	0,35	0,35	0,35	0,4	0,35	0,4	0,65	0,35	0,5

Пересувні автозаправні станції (ПАЗС) являють собою переоснащене шасі автомобіля або автомобільного причепа, на якому змонтовано технологічне устаткування. Воно складається з наступних основних частин (рис. 4.47): резервуару з горловиною; вологовідокремлювача: трубопровідної арматури; дихального клапана; маслобака; шафи з лічильно-роздавальними пристроями; бічних ящиків, в яких розміщується допоміжний заправний інвентар; протипожежного устаткування; комплекту запасних частин; електричного устаткування (у кабіні водія); тенту; бензоэлектричного агрегату АБ-1-Т/230.

За конструкцією резервуар ПАЗС і його устаткування аналогічні резервуару з устаткуванням АЦ і ПЗ. На ПАЗС моделі 3152, 3117 та 8630 використовують роторно-шиберні (об'ємні) насоси. На перспективних ПАЗС, АЦ і ПЗ встановлюють динамічні самовсмоктуючі насоси відцентрового типу, відцентрово-вихрові і вихрові насоси.

Технологічне устаткування роздачі палива і масла ПАЗС розміщують в шафі (кабіні) каркасного типу, що встановлюється на спеціальній рамі на лонжерони автомобіля або причепа В транспортному виконанні роздавальні рукави і роздавальні крани кріплять на бічних стінках шафи. В робочих умовах їх підвішують на кронштейнах, приварених до дверцят шафи, які під час роботи відкриваються. Освітлення в шафі – електричне.

Паливо з ПАЗС видають і обліковують за допомогою лічильно-роздавального пристрою (див. рис. 4.47), а масла - за допомогою ручного лопатевого насоса і лічильника рідини з обліковим механізмом – С-8 від маслораздавальної колонки моделі 367 М (рис. 4.48). Електричне устаткування ПАЗС (автомобіля і причепа) залишається без змін, за винятком задніх ліхтарів, які вмонтовуються на щитках, що встановлюються на ПАЗС.

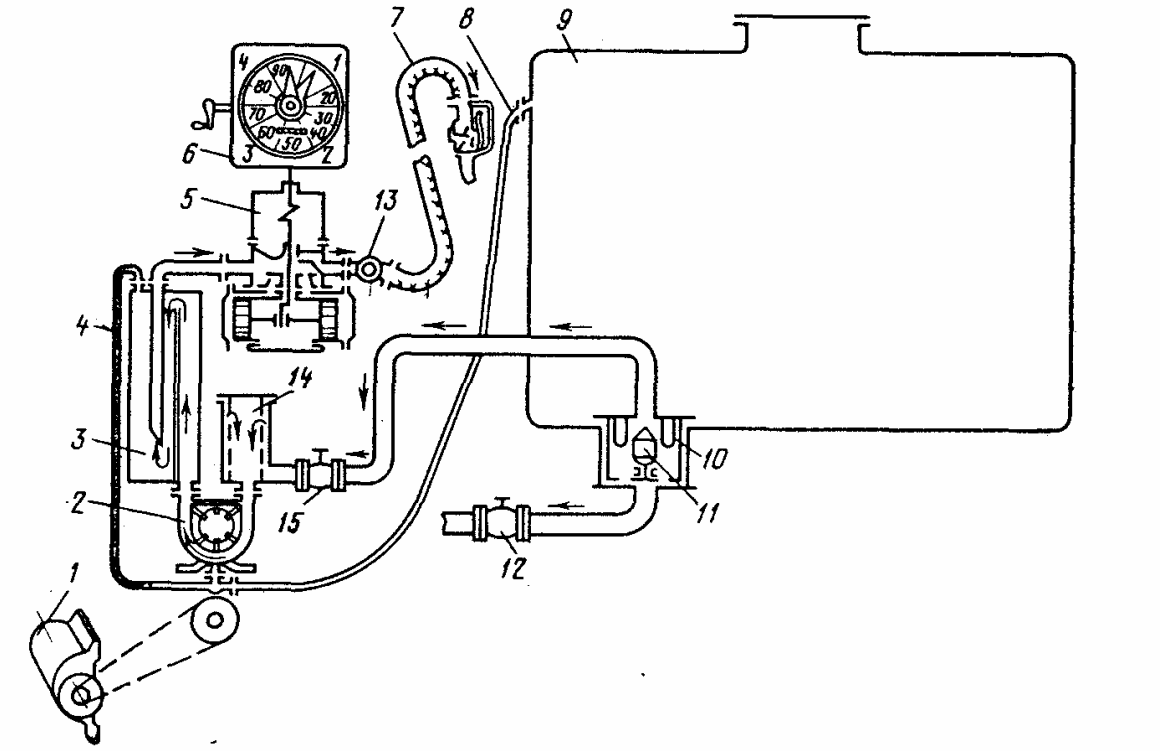

Рис. 4.47. Принципова схема вузла роздачі палива ПАЗС:
1 – електродвигун приводу насоса; 2 – насос для палива; 3 – газовіддільник; 4– трубки перепуску від газовіддільника; 5 – лічильник-об'ємомір; 6– рахунковий пристрій; 7 – рукав роздаточний з краном; 8 – трубка перепускна в ємність; 9– резервуар для палива; 10 – корпус вологовідокремлювача; 11 – поплавець вологовідокремлювача; 12– вентиль зливного трубопроводу; 13 – індикатор; 14 – фільтр для палива; 15 –вентиль

Силове електроустаткування складається з бензоелектричного агрегату АБ-1-Т/230, штепсельного роз'єму РШ 28-23 з кабелем, щитка з блоком запобіжників і вимикача освітлення. Джерелом електроенергії на ПАЗС є бензоэлектричний агрегат АБ-1-Т/230 або міська електромережа напругою 220 В.

Бензоелектричний агрегат складається з двигуна внутрішнього згоряння з повітряним охолодженням марки 2СД-В, генератора трифазного струму і блока керування. Агрегат розміщують на висувній рамі, встановленій між кабіною водія і резервуаром.

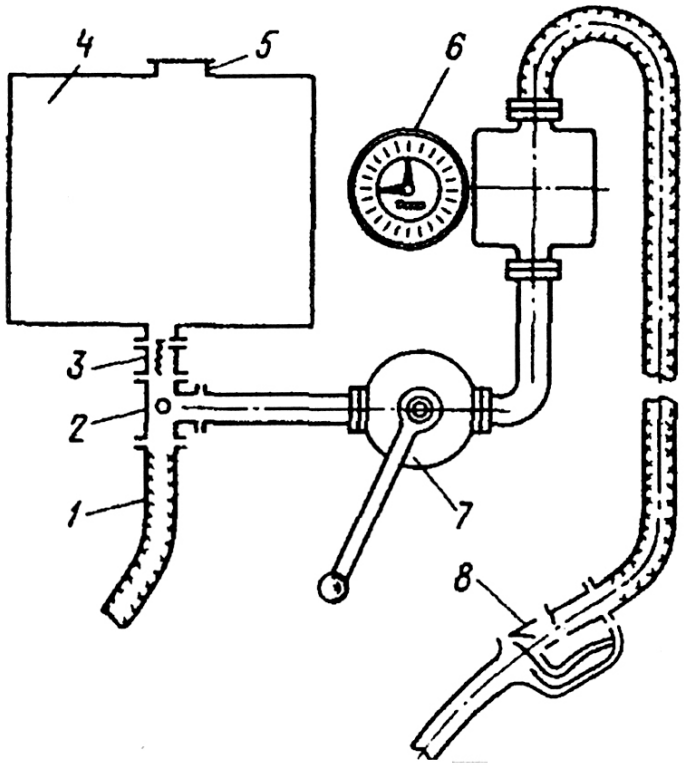

Рис. 4.48. Принципова схема вузла роздачі масла ПАЗС:
1 – рукав забірний; 2 – кран триходовий; 3 – зворотний клапан: 4 – бак;
5 – заливна горловина; 6 – лічильник; 7 – насос ручний;
8 – рукав раздаточний з краном

Технічна характеристика АБ-1-Т/230

Номінальна потужність, кВт	1,0
Струм	Змінний, трифазний
Номінальна напруга, В	230
Маса, кН	0,73
Тривалість роботи на одній заправці, ч	4
Двигун 2СД-В	Одноциліндровий (двотактный)
Потужність при 3000 об/хв, кВт	1,47

Щиток встановлюють в кабіні водія під спинкою сидіння, яку під час роботи відкидають і фіксують упором. Електричний щиток на ПАЗС з’єднаний з магнітним пускачем П-121. Вздовж

правого лонжерона автомобіля в металевих трубах протягнута електропроводка до кнопки керування, до плафона освітлення, до фари.

При роботі ПАЗС розміщують на спеціально відведеній нафтобазовій території (майданчику), яка повинна бути рівною і забезпечувати можливість заземлення станції і вільного під'їзду автомобілів. ПАЗС закріплюють за постійним водієм-заправником або заправником, які перш ніж приступити до роботи проходять підготовку за спеціальною програмою і складають іспити. Водій-заправник повинен мати посвідчення на керування автомобілем. Обслуговування ПАЗС зводиться до виконання наступних операцій: догляд за резервуаром, роздавальним устаткуванням, двигуном 2СД-Б, електричною частиною, автомобілем і причепом

Технічна характеристика пересувних заправних станцій дана в таблиці 4.23.

Таблиця 4.23

Технічна характеристика пересувних заправних станцій

Показники	Моделі заправних станцій		
	3152	3117	8630
Базове шасі	ЗИЛ-130	Причеп ИАПЗ-754В	Причеп ГКБ-817
Місткість системи, л: паливної масляної	 4500 200	 4235 200	 5500 200
Подача, л/хв: від ручного насоса від механічного насоса	 100 40	 10 40	 10 40
Максимальна швидкість рухи, км/год	40	30	30
Кількість обслуговуючого персоналу	1	1	1

Масло- і водозаправники представляють собою спеціально обладнаний автомобіль, на якому змонтовано технологічне устаткування, що складається з масляної і водяної систем з резервуарами для масла і води, системи підігріву, насосів із приводом, та напірно-всмоктувальних і роздавальних комунікацій для видачі масла і води, фільтрів, лічильників, контрольно-вимірювальних приладів. Це устаткування розташовують в кабіні управління. Масловодозаправники забезпечують вогнегасниками ОУ-2.

Масляна система (рис. 4.49) призначена для нагрівання масла, зберігання запасів масла і заправки масляних систем двигунів фільтрованим маслом. Вона включає: масляну ємність, маслопідігрівач, насос, трубопроводи, рукава, фільтри і контрольно-вимірювальні прилади.

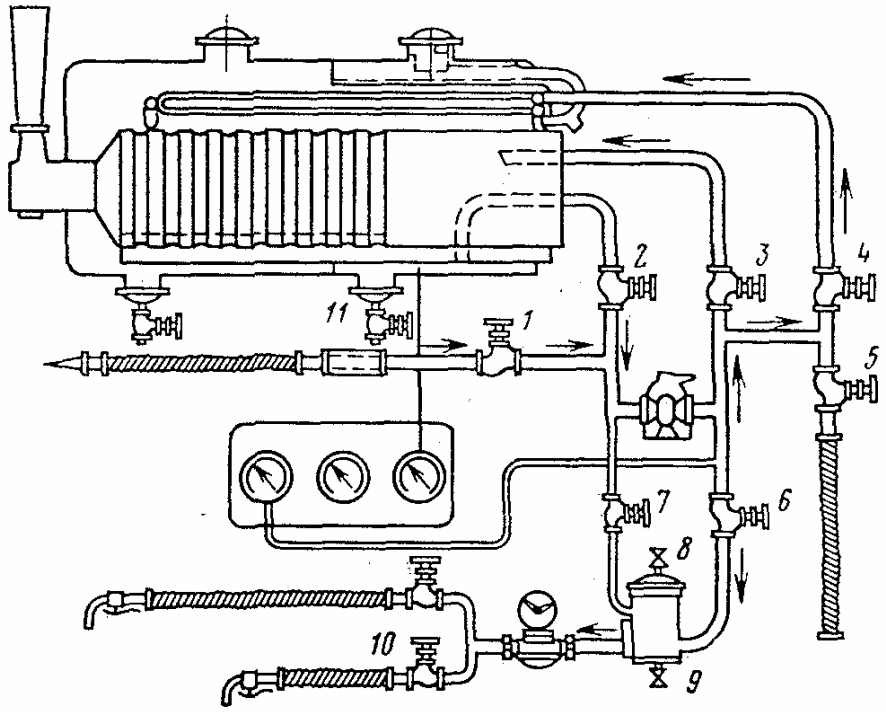

Рис. 4.49. Схема масляної системи масловодозаправника ВМЗ-ЗИЛ-151:

Вентилі: 1– із сторонньої ємності, 2 – з цистерни, 3 – в цистерну, 4 – на циркуляцію, 5 – на перекачування, 6, 10 – на роздачу, 7 – на відсмоктування палива з рукавів, 8 – випуск повітря з фільтра; 9 – злив відстою з фільтра; 11–на зливу з цистерни

Оскільки масляний резервуар розташовують із зовнішнього боку водяного, то в процесі нагріву масло не контактує з відкритим полум'ям. В цьому випадку відсутня небезпека коксування масла і можливість розігріву дуже холодного масла, але масло при такому способі дуже повільно розігрівається і температура його нагрівання не перевищує 70…75°С.

Водяна система (рис. 4.50) призначена для нагрівання води, зберігання її запасів і заправки двигунів. З її допомогою також нагрівають масло до заданої температури. Водяна система включає водяну секцію резервуара з пучком конвекційних труб, насос, роздавальні крани і контрольно-вимірювальні прилади. Ця система забезпечує: заповнення резервуара водою, заправку систем охолодження двигуна водою з своєї або сторонньої ємності, циркуляцію води під час нагрівання, продувку води з роздавальних рукавів. В процесі нагрівання вода прокачується по конвекційним трубам. Насосом вона забирається з передньої частини резервуара і подається в кожух. Циркуляція води прискорює процес нагрівання масла.

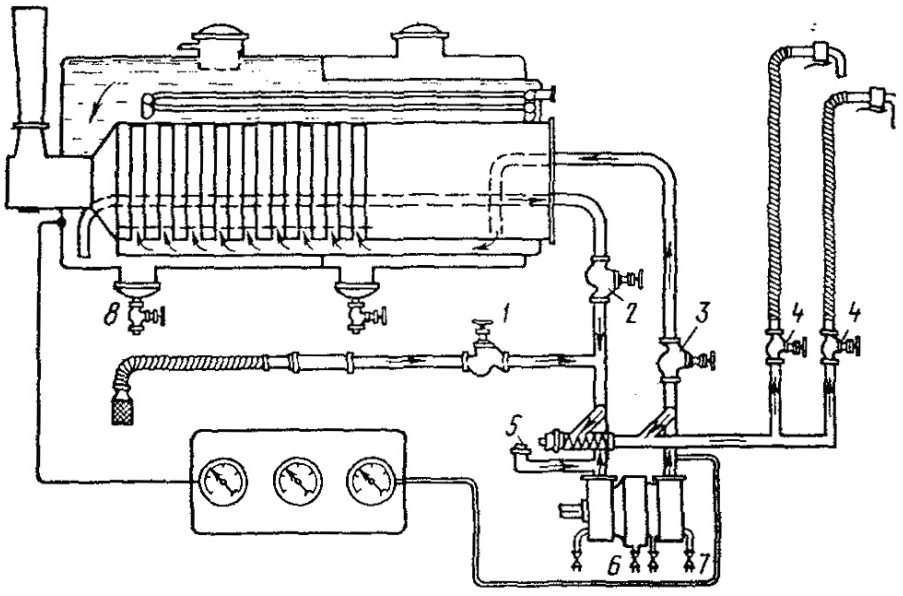

Рис. 4.50. Схема водяної системи масловодозаправника ВМЗ-ЗИЛ-151:
Вентилі: 1 – із сторонньої ємності або водойми; 2 – з резервуара; 3– в резервуар; 4 – на роздачу; 5 – горловина для заповнення насоса водою; 6 – злив конденсату з камери обігріву насоса; 7 – злив води з насоса; 8 – злив відстою з резервуара

Резервуари для масла і води зварені з листової сталі і мають зовнішню і внутрішню обичайки. Перша – еліптичної, друга – циліндричної форми. До обичайок по торцях приварюють днища. Всередині поверхня обичайок оцинкована. Зовнішня поверхня масляного резервуара захищена термоізоляцією. Резервуар під масло розташовують із зовнішнього боку водяного. Кожен резервуар має заливну горловину з кришкою і відстійник.

Для нагрівання води та масла масловодозаправники обладнують системою підігріву, що складається з топки, форсунок, паливного бака, паливоповітрепроводів і розподільного щитка. Технічна характеристика масловодозапрвників надана в таблиці 4.24.

Механізовані заправні агрегати являють собою базові автомобілі звичайної або високої прохідності або двовісні тракторні причепи, на яких змонтовано технологічне устаткування. Вони призначені для механізованої заправки нафтопродуктами і водою сільськогосподарської техніки на місцях її використання, а також для перевезення нафтопродуктів з центральних складів господарства на пости заправки техніки. Технічна характеристика механізованих заправних агрегатів дана в таблиці 4.25.

Таблиця 4.24

Технічна характеристика масловодозаправників

Показники	Типи масловодозаправників			
	МЗ-52	МЗ-66	МЗ-150	ВМЗ-ЗИЛ-151
1	3	4	5	6
Базове шасі	ГАЗ-52	ГАЗ-66	ЗИЛ-150	ЗИЛ-151
Ємність, л	1900	800	2100	Масла 700л, води 1400 л
Маса, кН: без масла	33,4	48,8	82,05	76,25
з маслом і водою	53,6	58	82,65	99,2

Продовження табл. 4.24

1	3	4	5	6
Продуктивність роздавальної системи, л/хв.	170	170	210	280/170
Тиск в системі, МПа	0,25	0,35	0,5	0,5
Максимальна швидкість руху, км/год	70	65	70	70

Таблиця 4.25

Технічна характеристика заправних агрегатів
МЗ-3904 та МЗ-3905Т

Показники	МЗ-3904		МЗ-3905Т	
	різновиди базового шасі			
	03-140	03-4795	03-1362 (03-1562И)	03-1401 (03-1401И)
1	2	3	4	5
Шасі	ГАЗ-66	ГАЗ-52-01	2ПТС-4М	2ПТС-4 (2-ПТС-4МЗ-793)
Експлуатаційна ємність, л:				
- дизельного палива	1500	1970	2400 (1770)	1800 (1770)
- бензину	80	80	100 (105)	100 (80)
- дизельного масла	80	80	- (105)	100 (160)
- трансмісійного масла	50	80	100 (-)	50 (-)
- води	80	80	100	100 (-)
- солідолу	20	20	20	20

Продовження табл. 4.25

1	2	3	4	5
Насос для дизельного палива	-	ЦВС-53 або СЦЛ-00		
Фільтр	-	ФДГ-30Т (ФДГ-30ТМ)		
Лічильник	-	СШ-25, ШЖУ-25-6		
Кількість роздаточних рукавів з кранами	5	6	5	6 (5)
Продуктивність при видачі дизельного палива, бензину та води, л/хв	25…40	40	20…35м	20…35 (40…65)
Час заповнення кожного резервуару для відповідного нафтопродукту від компресора, хв	3…4	3…4	3…5	3…5

Примітка. Час заповнення резервуара дизельним паливом власним насосом - 12 …15 хв.

На рис. 4.51 представлена технологічна схема заправного агрегату МЗ-3904.

Основне устаткування механізованих агрегатів включає: резервуари для бензину, дизельного палива, автотракторного і трансмісійного масел і бункер для консистентних мастил. Резервуари обладнують електричними датчиками для виміру рівня і поплавцевим вимикачем вакууму, який після заповнення резервуару нафтопродуктом перекриває трубку відсмоктування повітря. Резервуар заповнюють через горловину. У горловині розміщується патрубок з фільтром, до якого за допомогою різьбового з'єднання прикріплюють приймальний рукав. Для підтримки в резервуарах надлишкового тиску, а також для сполучення їх з атмосферою на горловині встановлюють дихальний клапан, який відрегульований на тиск 0,07 МПа. Видачу палива з баків

проводять через кран і роздавальний рукав, який приєднують до штуцера в нижній частині баків. Рукава з кранами намотують на барабани.

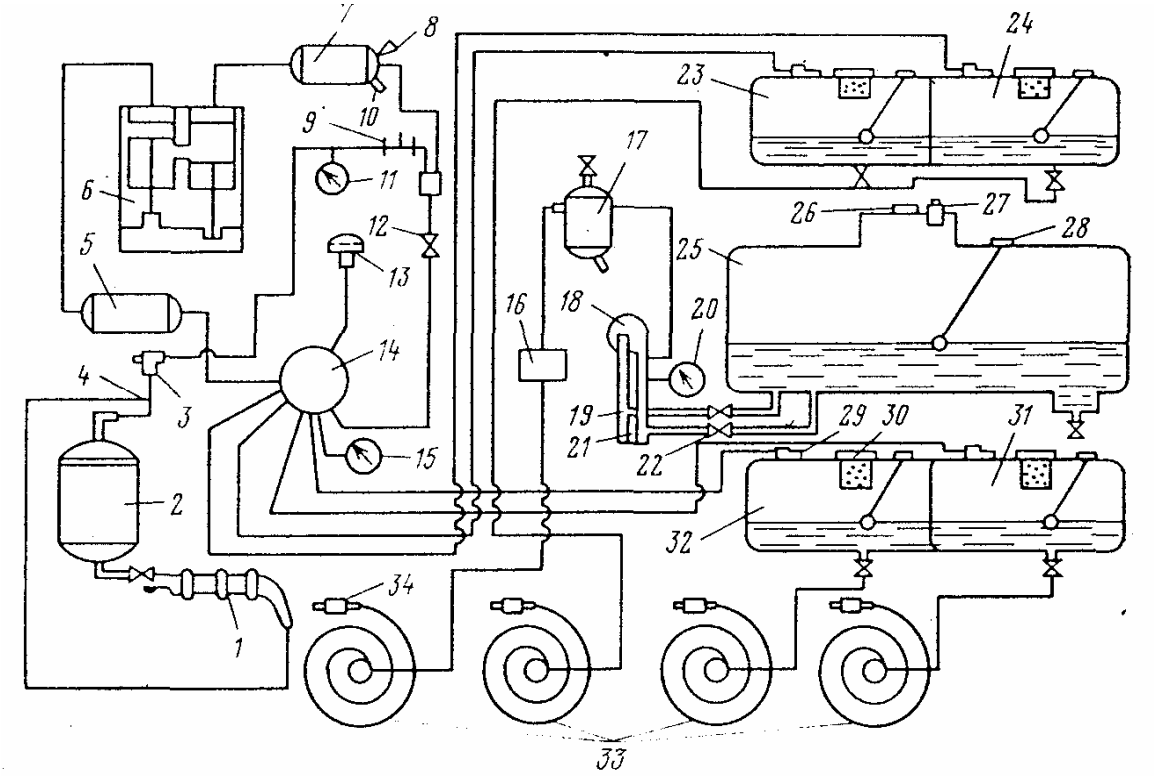

Рис. 4.51. Технологічна схема механізованого заправного агрегату МЗ-3904:

1 – пістолет солідолонагнітача пневматичний; 2 – бункер для солідолу; 3 – кран для зняття тиску в бункері солідолонагнітача; 4 – трійник; 5 – ресивер всмоктувальний; 6 – компресор; 7 – ресивер нагнітача; 8 – клапан запобіжний; 9 – трійник; 10 – кран; 11 – манометр; 12 – клапан запобіжний; 13 – фільтр повітряний; 14 – кран розподілу повітря; 15 – мановакуумметр; 16 – лічильник-літромір; 17 – фільтр для очищення дизельного палива; 18 – насос СЦЛ-00; 19 – всмоктувальний трубопровід основної ємності; 20 – манометр; 21 – нагнітальний трубопровід; 22 – засувка; 23 – ємність для трансмісійних масел; 24 – ємність для дизельного масла; 25 – ємність для дизельного палива; 26 – заливна горловина; 27 – дихальний клапан; 28 – датчик покажчика рівня; 29 – вимикач вакууму; 30 – горловина заливна малої ємності; 31– ємність для бензину; 32 – ємність для води; 33 – барабани з роздавальними рукавами; 34 – роздавальний кран 03-1551

На механізованих заправниках для видачі палива використовують самовсмоктуючі відцентрові вихрові насоси ЦВС-53 або СЦЛ-00, які приводяться в дію від коробки відбору потужності базового автомобіля на агрегаті МЗ-3904, від гідроприводу трактора «Білорусь» на агрегаті МЗ-3905 Т або від автономного двигуна Д-300 на агрегаті МЗ-39051. Заповнення (видача) паливом і водою малих резервуарів проводять стиснутим повітрям, яке надходить в ресивер від компресора автомобіля (агрегат МЗ-3904) або від компресора, встановленого на причепі (агрегат МЗ-3905 Т) з приводом його від автономного двигуна або гідропривода.

Всі всмоктувальні і напірні лінії оснащують всмоктувальними спіральними і гладкими роздавальними рукавами з кранами. У похідному положенні рукава автоматично намотують на барабан. Для очищення палив від механічних домішок заправні агрегати обладнують фільтрами ФДГ-30 Т. Замір видаваного палива проводять шестеренчастими лічильниками типа СШ-25 або ШЖУ-25-6.

При виборі раціональної схеми організації використання механізованих заправних агрегатів необхідно враховувати тривалість їх роботи в день (добу) і матеріальні витрати засобів на видачу споживачам однієї тони нафтопродуктів. Тривалість роботи агрегатів складається з витрат часу:

- на переїзд від місця стоянки агрегата до центрального нафтоскладу;
- на переїзд від одного заправного об'єкту до іншого;
- на заправку однієї одиниці техніки;
- на технічне обслуговування заправного устаткування;
- на переїзд (повернення) заправного агрегата на базу стоянки;
- на отримання нафтопродуктів і оформлення прибутково-видаткових документів.

Різні схеми використання механізованих заправних агрегатів представлені на рис. 4.52. У ряді сільськогосподарських підприємств використовують схему І. По цій схемі агрегат отри-

мує нафтопродукти на центральному складі господарства або нафтосховища і доставляє їх в бригаду (відділення) безпосередньо до працюючої техніки, наприклад до тракторів. В цьому випадку вигідно використовувати агрегат МЗ-3904 при обслуговуванні 15…20 (20…25) тракторів і на відстані підвезення нафтопродуктів з центрального складу до бригади не більше 20 (10) км.

Агрегати МЗ-3905Т і МЗ-39051 доцільно використовувати при обслуговуванні 10…15 тракторів і на відстані підвезення нафтопродуктів не більше 10 км.

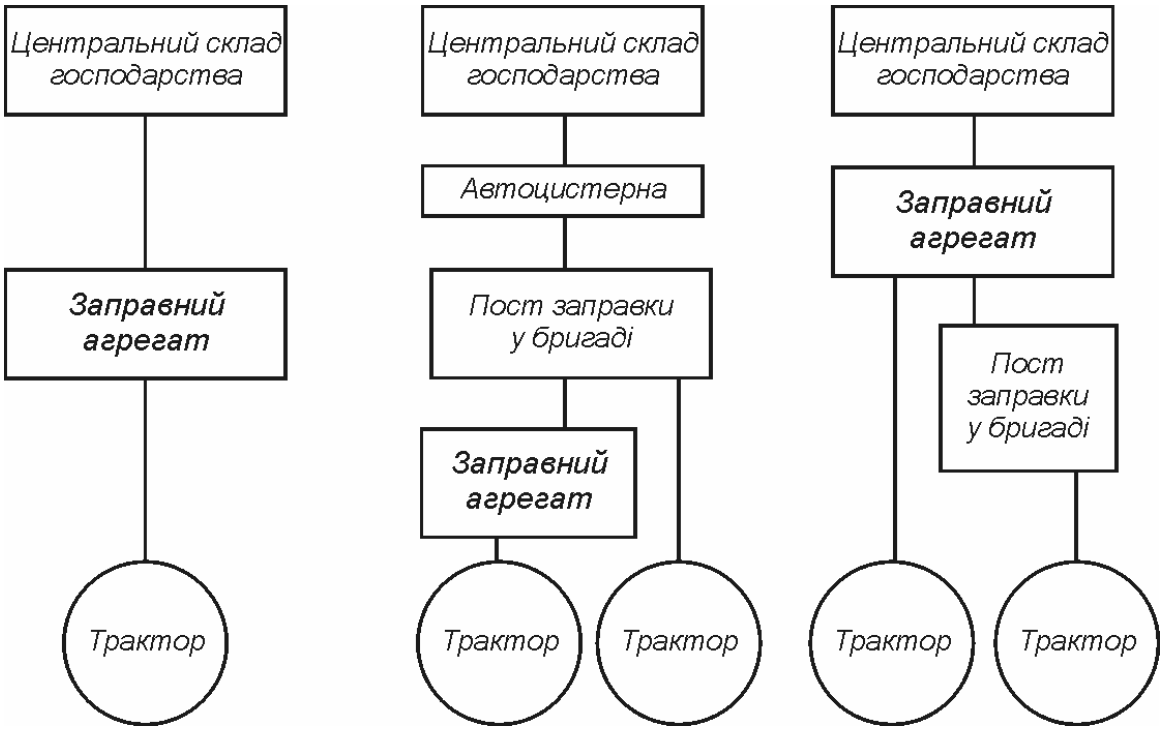

Рис. 4.52. Принципові схеми використання механізованих заправних агрегатів

Схема І виключає необхідність дорогого будівництва стаціонарних заправних пунктів з резервуарним парком для вмісту і зберігання нафтопродуктів. Механізовані заправні агрегати при роботі за цією схемою повинні базуватися на центральному складі господарства. Перевагою вказаної схеми є ще і те, що в

цих умовах використання заправних агрегатів зменшується число перекачувань нафтопродуктів, місць їх зберігання і зайнятість транспортних засобів.

Схему II використовують при обслуговуванні 25...40 тракторів в бригаді і на відстані підвезення нафтопродуктів не менш 40 км. Доставляти нафтопродукти з центрального складу господарства до постів заправки необхідно в автомобільних цистернах. По цій схемі механізований заправний агрегат може обслужити до 30 тракторів, а інші 10 тракторів слід заправляти на посту заправки в бригаді.

Схема III – найбільш раціональна, оскільки в цьому випадку нафтопродукти доставляють з центрального складу в бригаду. Доставку здійснюють механізованими заправними агрегатами у вільний від заправки час. Пост заправки в бригаді грає допоміжну роль, тобто, він повинен заправляти невелике число тракторів, які знаходяться на малій відстані від нього або повертаються на стан бригади на стоянку. На цьому посту повинен збе-рігатися деякий запас (резерв) нафтопродуктів, необхідний для роботи в періоди бездоріжжя і збирально-посівних робіт.

Пересувні заправні агрегати типа РЗА і РЗАМ є установки, у яких привід насоса здійснюється вручну, від ДВС, або від електродвигуна. Вони призначені для заправки автомобілів паливом і маслом. У їх комплекті є ручний лопатевий або поршневий насос, два фільтри (тканинний – для палива, сітчастий – для масла), всмоктувальний і напірний рукави з роздавальними кранами.

3.3. Закордонні засоби заправки

Закордонні засоби заправки автомобілів можна розділити на чотири групи.

Перша група АЗС здійснює заправку автомобілів, продаж масел і мастил в розфасованому вигляді і підкачку шин. На них є невеликий магазин з деяким асортиментом запасних частин

для автомобілів. Розміщують ці станції у великих містах, в районах зосередження автомашин індивідуального користування.

На АЗС другої групи є більш ширший асортимент палив, масел, мастил і приміщення для технічного обслуговування автомобілів.

Автозаправні станції третьої групи надають клієнтам різноманітні послуги: заправка пальним і водою, підкачка шин, технічне обслуговування і дрібний ремонт автомобілів. АЗС мають окремі стоянки автомашин і гаражі, що здаються за погодинну оплату; магазин з великим вибором запасних частин до автомобілів і предметів першої необхідності для клієнтів; кафе або невеликий ресторан. Клієнт може отримати будь-яку консультацію по технічному догляду за автомобілем, стану і напряму автодоріг.

АЗС четвертої групи надають клієнтам всі ті ж послуги, що і АЗС третьої групи, але додатково мають готелі (мотелі).

Всі АЗС можуть бути автоматизовані або працювати за принципом самообслуговування. АЗС першого і другого типів залежно від цього мають обслуговуючий персонал від 2 до 5 чоловік. Чисельність обслуговуючого персоналу АЗС третьої і четвертої груп залежить в основному від об'єму робіт.

4. ОСОБЛИВОСТІ ЗАПРАВКИ ПАЛИВОМ ГАЗОБАЛОННИХ АВТОМОБІЛІВ

4.1. Заправка автомобілів зрідженим газом
4.2. Заправка автомобілів стиснутим газом

Заправку газобалонних автомобілів (ГБА) проводять на газонаповнювальних станціях: при використанні зріджених природних газів – на автомобільних газонаповнювальних станціях (АГНС), а при застосуванні стислих природних газів – на автомобільних газонаповнювальних компресорних станціях (АГНКС). Газонаповнювальні станції підрозділяються на стаціонарні і пересувні. Стаціонарні АГНС містять підземні або надземні цистерни, оснащені контрольно-запобіжною і витратонаповнювальною апаратурою та устаткуванням. Напівстаціонарні і пересувні АГНС розміщують на автотранспортних підприємствах, на перетині великих транспортних магістралях і в безпосередній близькості від місць експлуатації газобалонних автомобілів, відокремлених від виробничої бази.

4.1. Заправка автомобілів зрідженим газом

На стаціонарні АГНС паливо надходить в рідкому вигляді, тому її функції обмежуються переливанням зрідженого природного газу (СЖПГ) із стаціонарних резервуарів в газові автомобільні балони. Тиск СЖПГ, хоч і залежить від складу і температури навколишнього повітря, але на АГНС він залишається постійним, не перевищуючи 1,6 МПа. Основне устаткування АГНС – цистерни, насоси, фільтри, лічильники і газона-

повнювальні колонки. Характеристики цистерн для зберігання зріджених газів приведені в главі 2.3.

Технічні характеристики газонаповнювальної колонки 5898-00:

Призначення	Для заправки ГБА
Робочий тиск, МПа	1…8
Тиск при пневмовипробуванні, МПа	1…8
Тип лічильника рідини	УИЖГ-20
Габарити, мм	650х400х1350

Для АГНС застосовують насоси двох типів: С5/200 і С5/140. Вони є вихровими самовсмоктувальними насосами з подачею 5 $м^3$/год . Диференційований напір рідини, що перекачується, складає відповідно 200 і 140 м, при частоті обертання 1500...3000 $хв^{-1}$. Насос С5/200 восьмиступінчасий, а насос З5/140 — одноступінчастий. Висота всмоктування насоса С5/140 4 м при тиску парів рідини, що перекачується, не менш 0,7 МПа. У разі зниженого тиску пари повинна бути зменшена висота всмоктування або штучно в резервуарі, що спорожняється, за допомогою компресора підвищений тиск на 0,1...0,2 МПа.

Технічна характеристика насоса для зрідженого газу С5/140:

Подача, $м^3$/год	5
Напір, м	140
Висота всмоктування при пружності пари не менше 0,7 МПа, м	4
Діаметри вхідного та вихідного патрубків, мм	40
Потужність електродвигуна, кВт	8
Габаритні розміри, мм	910х505х385
Маса, кН	2,16

Лічильник призначений для об'ємного виміру витрати газу. Він містить газовимірювальний пристрій, що складається з трьох технологічно і конструктивно зв'язаних між собою приладів: лічильника, фільтра, паровідокремлювача і диференціального клапана. Лічильник з кільцевим поршнем вимірює обсяг рідини шляхом періодичного відсікання певних об'ємів, розміщених в серповидних порожнинах вимірювальної камери і кільцевого поршня. За один повний оберт поршня відсікається 0,5 л газу. Передача від поршня до механізму лічильника здійснюється за допомогою магнітної муфти. Фільтр і паровідокремлювач складаються з фільтруючого пристрою, зворотного клапана, що виключає надходження рідини в цистерну у разі раптового відключення насоса, і запобіжного клапана. Диференціальний клапан виключає попадання в лічильник газоподібної фракції.

Технічна характеристика лічильника зрідженого газу УИЖГ-20:

Тип лічильника	Об’ємний з кільцевим поршнем
Діаметр умовного проходу, мм	20
Робочий тиск рідини, МПа	2
Межі вимірювання витрати, л/хв	
найменший	10
найбільший	80
Температура вимірюваної рідини, ^{0}C	-50 … +40
Клас точності	1
Верхня межа покажчика витрати, л	
сумарного	999999,9
разового	9999,9
Ціна ділення першого цифрового барабана, л:	0,1
сумарного	0,1
разового	
Габаритні розміри, мм	670x300x595

Пересувні АГНС можуть бути рамної або безрамної конструкції. Резервуар АГНС рамної конструкції встановлюють на рамі автомобіля-тягача або причепа. Резервуар АГНС безрамної конструкції є несучим. Устаткування таких станцій складається з витратно-наповнювальної і контрольно-запобіжної арматури.

Наявність на цистернах насосів полегшує їх наповнення із залізничних цистерн і слив з них газу в стаціонарні цистерни. Деякі пересувні АГНС мають по дві цистерни, призначені для пропану і бутану. Газороздаточні прилади та устаткування в цьому випадку розташовані в задній частині автомобіля.

Пересувна АГНС ЦППЗ-12-885 розрахована на транспортування сідельним тягачем ЗИЛ-441510. Цистерна АГНС безрамної конструкції несуча. Передня опора цистерни розміщується на сідло-зчіпному пристрої тягача ЗИЛ-441510, задня опора - на одноосному візку напівпричепа ОДАЗ-888. Без тягача АГНС встановлюється на опорні катки.

До газового устаткування АГНС відносяться насос з приводом від коробки відбору потужності автомобіля, фільтр і лічильник газу. Наповнювальний вентиль для зручності користування встановлений в задній частині автомобіля. На наповнювальному газопроводі встановлений запобіжний клапан. Пересувна - АГНС може заправити газом газобалонні автомобілі в шляху їх проходження, безпосередньо на АТП або в місцях стоянки автомобілів.

В умовах АТП на кожні 500 автомобілів досить мати одну пересувну АГНС. Основні параметри АГНС (ЦППЗ-12-885) приведені нижче.

Геометрична місткість судини, $м^3$ 12
Тип конструкції .....Безрамна
Робочий тиск в цистерні (максимальний), МПа 1,8
Робоча температура °С ..... 40 ... 50
Подача насоса, $м^3$/год 5
Потужність одного электронагрівача, кВт ……... 5
Число электронагрівачів ……..... 2
Маса газу, що транспортується, кН 51

Основні технологічні прийоми і тривалість заправлення автомобілів зрідженим газом аналогічні заправленню бензинових і дизельних автомобілів рідким паливом. Особливостями заправлення автомобіля газом є лише наступні умови:

- обов'язкова герметичність з'єднання заправного шланга і вентиля балона;

- контроль максимального наповнення балона газом за допомогою вентиля максимального заповнення. При частковому заповненні балона газ через цей вентиль виходить в атмосферу в пароподібному стані. Поява білої хмари газу свідчить про заповнення балона до максимального рівня і необхідності припинення заправки;

- строго горизонтальна установка газобалонного автомобіля при заправленні. Інакше можливе надмірне або недостатнє наповнення балона зрідженим газом.

Слід також відзначити, що приєднання заправного шланга, керування заправними вентилями і визначення моменту закінчення заправлення входить в обов'язки заправника АГНС.

4.2. Заправка автомобілів стиснутим газом

Особливості АГНКС є подача газу під невеликим надмірним тиском в компресори, стиснення його до 26…35 МПа і подача в автомобільні балони під тиском 20 МПа.

Автомобільні газонаповнювальні компресорні станції підрозділяються на стаціонарні (5...50 тис. $м^3$/добу), гаражні (ГАГНКС, до 10 тис. $м^3$/добу), пересувні станції або пересувні автогазозаправники (ПАГЗ) (1000…4000 $м^3$/рейс).

Основне устаткування АГНКС – компресорна установка, що забезпечує стискання газу до необхідних параметрів, від досконалості якої залежить надійна і економічна робота станції в цілому.

Стаціонарні АГНКС обладнуються відносно потужними компресорними установками (500...1000 $м^3$/год), що забезпечують заправлення будь-якого автомобіля не більше ніж за 10 хви-

лин. У відмінності від них гаражні АГНКС призначені для повільної (тривалістю у декілька годин) заправлення групи автомобілів. Вони обладнані компактними компресорами з меншою подачею. Гаражні АГНКС передбачається розміщувати в невеликих автогосподарствах (на 50…100 автомобілів).

Технічна характеристика компресорної установки 2 ГМ4-1,3/12-250:

Тиск, МПа
- всмоктування .....0,98...1,18
- нагнітання 24,5
Подача при тиску всмоктування 0,98 МПа, $м^3$/год …… 820
Температура всмоктування газу, °К (°С) ……268…303 (-5...+30)
Потужність споживана компресором, кВт при *n* об/хв:
740 125
370 62
Частота обертання вала компресора, $с^{-1}$ (об/хв) 12,33/6,17 (740/370)
Питома витрата потужності компресора, кВт/(м/хв) не більше ……..... 8,33
Питома металоємність компресора, Н/($м^3$/хв)…….... 2000
Питома площа установки, $м^2$/($м^3$/хв) …… 0,66
Питома витрата охолоджуючої води, $дм^3/м^3$ 27,78

Примітка. Приведені питомі показники при номінальній температурі всмоктуваного газу 293^0К (20°С).

Стаціонарні АГНКС. Ці АГНКС комплектуються технологічним устаткуванням двох видів: устаткуванням для виробництва і зберігання газомоторного палива, розміщеним у виробничо-технологічному корпусі і поза ним на майданчику, а також устаткуванням для роздачі газу, встановленим на автозаправному майданчику.

Основні технічні показники стаціонарної АГНКС:

Пропускна спроможність
(заправлення 100 м^3), заправлень/добу 500
Споживана потужність одним компресором, кВт 125
Число компресорів 5
Число газозаправних колонок 8
Об'єм акумуляторів газу (два акумулятори), м^3 18
Чисельність персоналу (при 3-змінній роботі)
при різному теплопостачанні, люд.:
- автономному 20
- централізованому 15
Площа території, га 0,67
Коефіцієнт завантаження компресорів 0,5
Облікове число автомобілів ……..……1122

Гаражні АГНКС (рис. 4.53). Складаються з автоматизованої компресорної станції (один блок або більше з компресорними установками, розміщеними в контейнерах) і рампи з постами заправки автомобілів. Компресорні установки працюють в автоматичному режимі. В особливих випадках можливе ручне керування. Станція обслуговується одним оператором.

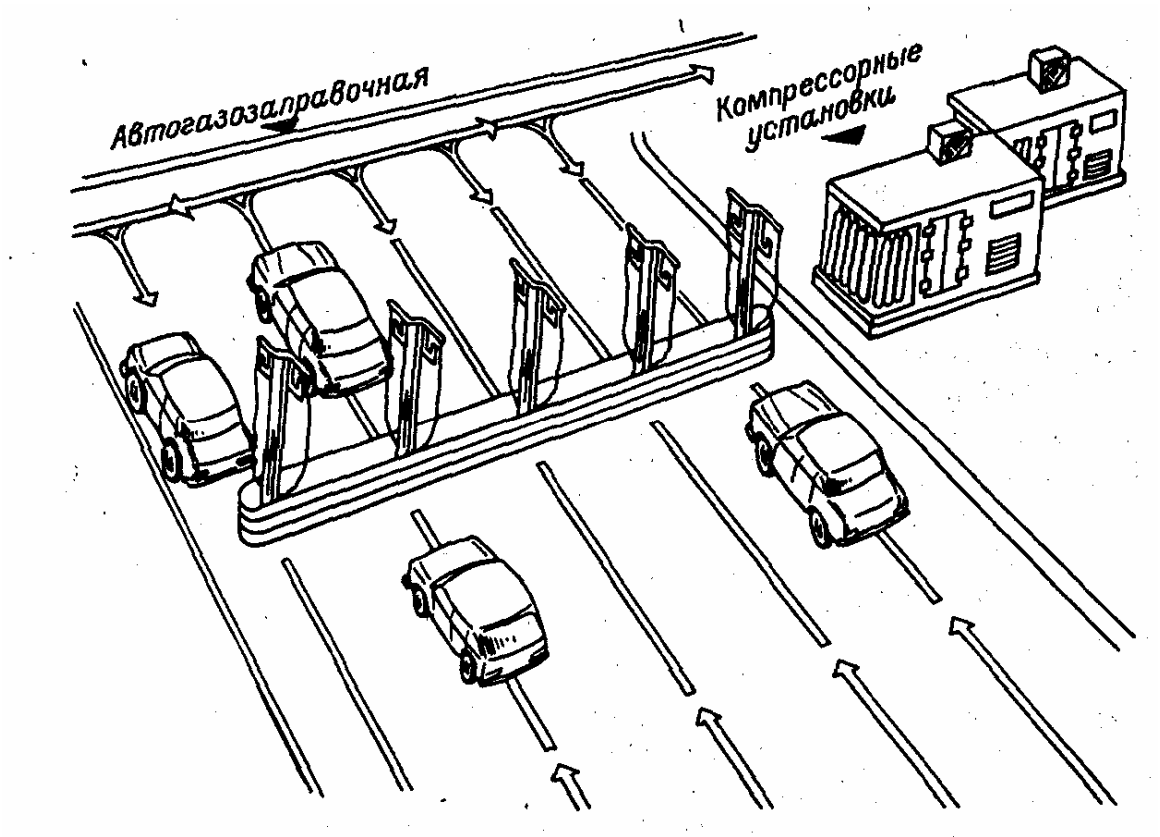

Рис. 4.53. Гаражна АГНКС

Газ надходить з міської мережі, очищається, потім стискується і через акумулятори газу і рампу подається в балони автомобілів (рис. 4.54). Як правило, компресори здійснюють закачування газу тиском до 20 МПа в балони автомобіля безпосередньо. Акумулятори виконують при цьому роль гасителів пульсації і додатково можуть використовуватися для «швидкого» заправлення одного- двох автомобілів у разі екстреної необхідності. При спорудженні станції фундаментів не потрібно. Вона монтується на стандартних залізобетонних плитах. Для пуску ГАГНКС в роботу необхідно здійснити її заземлення і підключити до газової та електричної мереж.

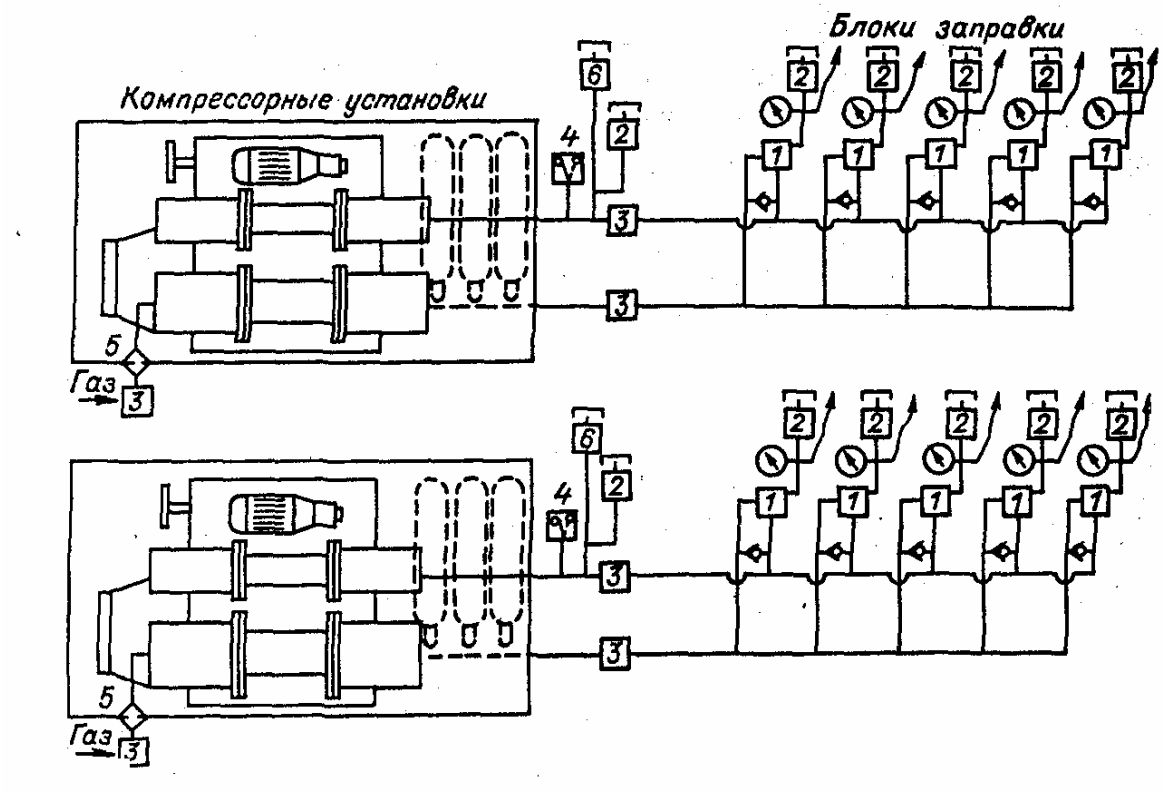

Рис. 4.54. Принципова технологічна схема гаражної АГНКС:
1 — триходові крани; 2 — запобіжні клапани; 3 — крани;
4 — пресостат; 5 — фільтр; 6 — свіча.

Система автоматики ГАГНКС забезпечує автоматичне відключення компресорної установки, включення світлової і звукової сигналізації при порушенні режиму робіт: підвищенні тиску газу на прийомі або виході з компресора; підвищення температури газу і охолоджуючої рідини; підвищення або пониження температури повітря в контейнері понад задані межі; поява полум'я або виникнення загазованості в контейнері. Крім того, система автоматики і відповідне технологічне устаткування забезпечують автоматичний режим роботи КС, за допомогою вентиляційної установки і електродвигунів підтримують температурний режим усередині контейнера (від 50 до 10°С) при зміні температури навколишнього повітря від -50 до 60°С.

Автозаправна рампа зазвичай має 5…10 постів. Кожен пост оснащений триходовим краном і гнучким шлангом із заправною головкою. Лінія роздачі газу забезпечена запобіжним клапаном.

Малогабаритні гаражні АГНКС. Застосування малогабаритних ГАГНКС на АТП дозволяє поліпшити використання газових мереж і ліній електропередачі (ЛЭП), оскільки в нічний час число споживачів значно зменшується. Установка малогабаритних компресорів безпосередньо на АТП виключає «нульовий» пробіг автомобілів від гаража до заправної станції, тим самим зменшуються витрати на паливо.

Вітчизняна практика застосування автомобілів, що працюють на газі практично не має прикладів використання малогабаритних ГАГНКС для заправки автомобілів безпосередньо в АТП. За кордоном такий спосіб поширений досить широко. Як показує зарубіжний досвід автотранспортних підрозділів (приватні гаражі), де встановлюються ГАГНКС, що поставляються фірмами «Нуово пиньоне» і «Гидромекканика» (Італія), «Леоберсдорфер» і «Машиненфабрик» (Австрія), час заправки автомобілів 6 год. Ці станції працюють тільки в нічний час, коли автомобілі знаходяться на стоянці. Гаражні АГНКС фірми «Нуово пиньоне» комплектуються двох-, трьох- і чотириступінчастими компресорами моделей BVTN/2; BVTN/3; 2BVTN/3; 2BVTN/4 (залежно від числа автомобілів у парку автотранспортних підрозділів) (табл. 4.26).

Таблиця 4.26

Технічні характеристики компресорних установок для малогабаритних ГАГНКС

Технічні дані	Фірма, країна		
	«Нойман ЭССЕР», Німеччина	«Литвин» Франція	«Нуово пиньоне», Італія
Компресор			
Тип	4VS1	Норволок-Чарджер NQSW3	Вертикальний 2BVTN/4
Подача, $м^3$/год	250	80	165
Тиск всмоктування, МПа	0,15	0,15…0,245	0,15…0,294
Тиск нагнітання, МПа	19,6	24,5	24,5
Частота обертання, об/хв	735	600	600
Число ступенів стискання	4	3	4
Спосіб охолодження	Водяне	Водяне	Антифриз
Габаритні розміри, мм	—	750x1300x1600	960x1400x1766
Маса, кН	67	—	—
Електропривод			
Встановлена потужність, кВт	90	25	70
Напруга, В	3x380/220	—	3x380
Частота, Гц	—	—	50
Маса, Н	10,5	—	—
Вид передачі	—	Клинопасова	Клинопасова
Частота обертання, об/хв	750	—	—

Компресор поміщається в контейнері, який встановлюється окремо від будівлі гаража (рис. 4.55). В контейнері підтримується мікроклімат з температурою в діапазоні від 5 до 45°С, а також передбачена 3-кратна протягом 1 години вентиляція повітря при нормальній роботі і 8-кратна в аварійній ситуації. У зв'язку з можливістю аварії рекомендується встановлювати в контейнері протипожежний датчик. Приміщення, де здійснюється заправка автомобілів, оснащене устаткуванням для розподілу газу із змінним числом розподільників від загального живлячого трубопроводу, а також має постійну вентиляцію та аварійну, залежну від пристрою, що сигналізує про за газованість приміщення.

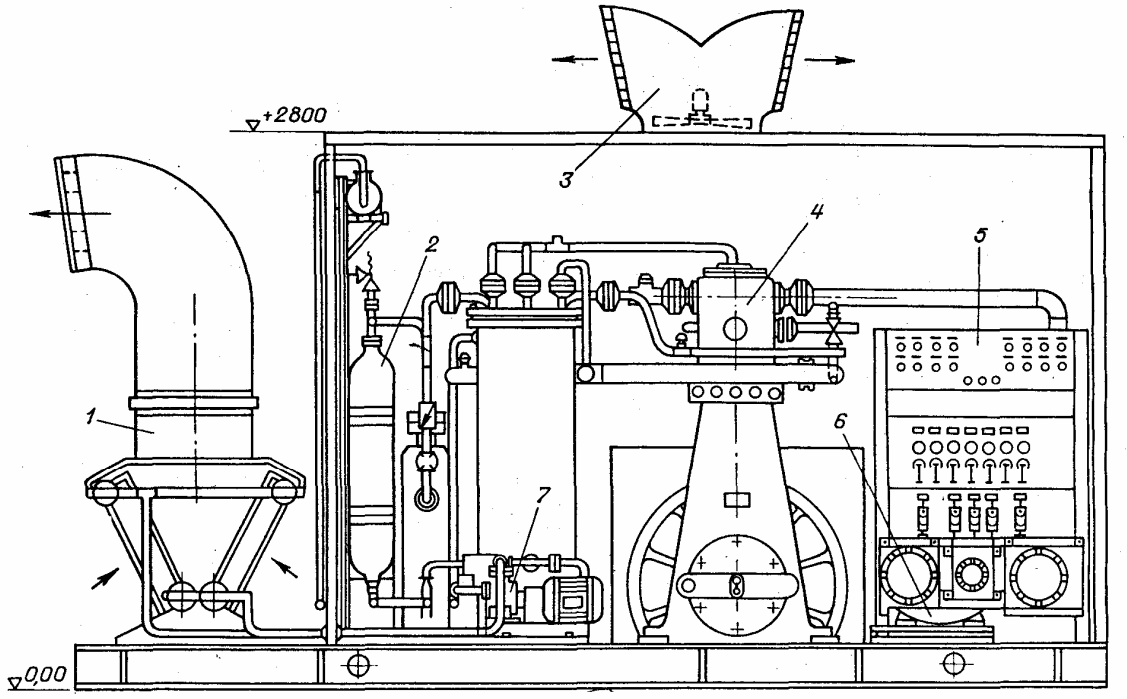

Рис. 4.55. Малогабаритна гаражна АГНКС:
1 – АВО; 2 – холодильник (антифриз-газ); 3 – дефлектор; 4 – компресор; 5 – пульт керування; 6 – електродвигун; 7 – циркуляційний насос (для перекачування води)

Пересувні автогазозаправники. Призначені для заправлення стислим природним газом автомобілів переважно міських АТП віддалених від стаціонарних АГНКС, а також для заправки тран-

спортної техніки в польових умовах або на міжміських шосе (рис. 4.56).

Автогазозаправник є автопоїздом, що складається з автомобіля-тягача і напівпричепа (або причепа), на якому змонтована газобалонна установка з блоками роздачі газу для заправлення автомобілів і самого автогазозаправника. Газобалонна установці ПАГЗ складається, як правило, з трьох секцій газових балонів для ступінчастого заправлення автомобілів безкомпресорним способом.

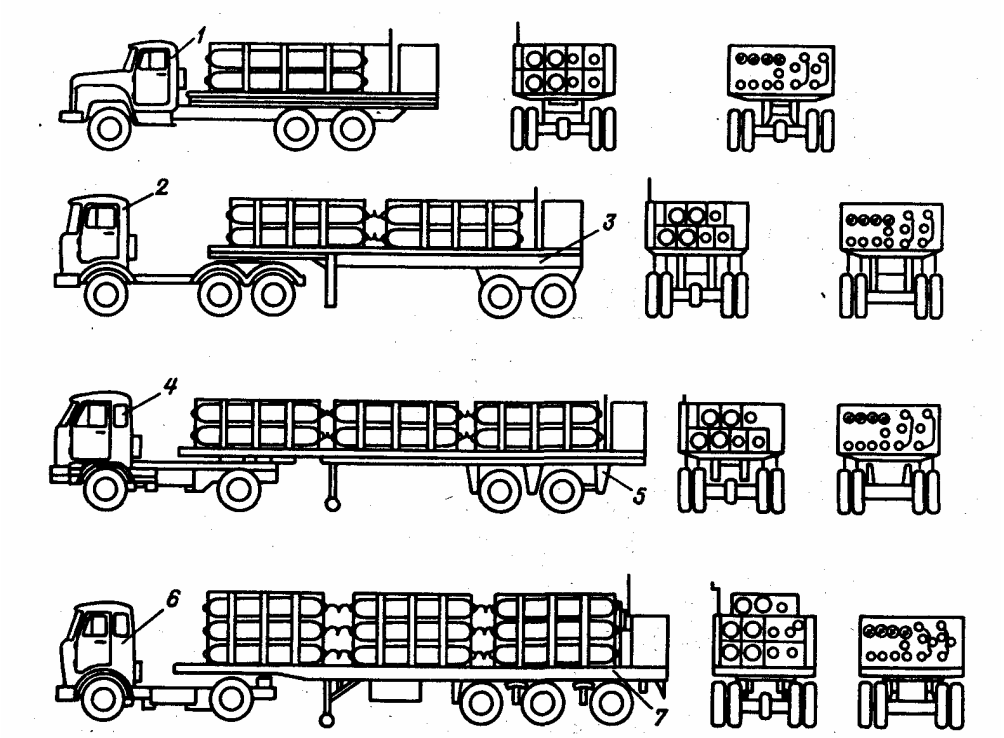

Рис. 4.56. Пересувні автогазозаправники (ПАГЗ):
1 - ЗИЛ-133ГЯ; 2 - тягач КамАЗ-5410; *3* - напівпричіп ОДАЗ-9370; 4 - тягач МАЗ-504В; 5 - напівпричіп МАЗ-93971; 6 - тягач МАЗ-6422; 7 - напівпричіп МАЗ-9389.

Найбільший тиск газу в балонах ПАГЗ 32 МПа (табл. 4.27). Автопоїзда для газозаправників загального призначення виконані на базі автомобілів заводів ЗИЛ, КамАЗ і МАЗ.

Таблиця 4.27

Основні технічні показники пересувних автогазозаправників

Показники	Моделі			
	I	II	III	IV
Автомобіль-тягач	ЗИЛ-133ГЯ	КамАЗ-5410	МАЗ-504В	МАЗ-6422
Напівпричіп	-	ОДАЗ-9370	МАЗ-93971	МАЗ-9389
Вантажепідємніст, кН	100	142	200	324
Загальна кількість балонів з р=32 МПа	10,0	14,0	21,0	33,0
Місткість одного балона, л	400	400	400	400
Число заправних пристроїв	2	2	2	2
Число балонних секцій	3	3	3	3
Загальний об'єм газу в балонах ($\alpha_{сж}$ =0,9), м^3	1422	2490	2987	4693
Число обслуговуючого персоналу, люд.	1	2	2	2

Заправлення ПАГЗ планується на стаціонарних АГНКС, укомплектованих додатково дотискними (з 22,0 МПа до 32,0 МПа) компресорами в основному в другу і третю зміни. Зазвичай за одним автомобілем-тягачем закріплюють 2…3 напівпричепи. Пересувними газозаправниками може бути додатково взято на кожній стаціонарній АГНС 25...30 тис. м^3/добу газу, що істотно покращує техніко-економічні показники цих станцій. Загальний недолік даних ПАГЗ - значна кількість залишкового газу в газових балонах (до 50%) заправника, які не можна використовувати для заправки балонів автомобілів. Для підвищення ступеня

спорожнення газових балонів ПАГЗ в зарубіжній практиці знайшов застосування компресорний відбір газу з балонів.

Заправка автомобілів стиснутим газом здійснюється в стаціонарних умовах з використанням газозаправних колонок. Газозаправна колонка включає арматуру, що забезпечує роздачу газу в балони при ручному керуванні, арматуру для продувки заправних ліній, а також датчики тиску і температури газу, що забезпечують можливість дистанційної реєстрації показань і автоматичного керування заправленням. Датчик тиску «Сапфір» перетворить тиск газу в електричний сигнал, який подається в систему централізованого контролю і керування станцією. Тиск контролюється за допомогою контактного манометра, встановленого на колонці. Крім того, на колонці розміщена система світлової сигналізації, що фіксує моменти відкриття заправного вентиля на автомобілі, подачі газу з акумуляторів і закінчення заправлення. Датчики температури і тиску видають показання, на підставі яких по спеціальних таблицях або номограмах здійснюється розрахунок із споживачами газу, який оформляється спеціальними талонами, де вказані параметри, об'єм і вартість відпущеного газу. Кожна газозаправна колонка оснащена шлангом високого тиску із спеціальною головкою для приєднання до газобалонної системи автомобіля.

Перед заправкою вимикається двигун автомобіля; заправний шланг (або металева трубка) герметично за допомогою різьбового з'єднання підключається до наповнювального вентиля автомобіля. Потім відкривається вентиль, перевіряється герметичність приєднання і заміряється залишковий тиск газу в балонах. Якщо він менше 0,5 МПа то необхідно продути балони. Для цього в них подається стислий газ під тиском 10…15 МПа, а потім він випускається в атмосферу. Продування повторюється 2…3 рази.

Існують два способи заправлення автомобілів стинутим газом: повільний і швидкий. Вибір способу залежить від режиму експлуатації і умов зберігання газобалонних автомобілів. Повільний або «нічний» спосіб розрахований на заправку автомо-

білів в міжзмінний час протягом 8...12 год. В цьому випадку АГНКС невеликої потужності знаходиться в безпосередній близькості від стоянки автомобілів. Заправні шланга підведені до місць зберігання автомобілів і заправка балонів газом здійснюється, минаючи ресивери, безпосередньо від компресора. При повільному способі відсутні холості пробіги автомобілів на заправку і збільшується наповнення балонів газом на 10…20% в порівнянні з швидким способом, оскільки не відбувається додаткового нагрівання газу від різкого перепаду тиску при наповненні балонів.

При швидкому способі заправка здійснюється на АГНКС з ресиверів протягом 8...12 хв. для вантажних автомобілів і 6...8 хв. для легкових. Ресивери з'єднані між собою в дві-три секції. Це дозволяє одночасно посекційно заправляти автомобільні балони і заповнювати газом з компресора ресивери. Заправку балонів починають від секція з меншим тиском, а потім перемикають на іншу секцію і дозаправляють балони до 20 МПа.

5. УМОВИ ЗМАЩУВАННЯ І ЗАПРАВЛЕННЯ МАСЛАМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ І АВТОМОБІЛІВ

5.1. Засоби змащування і заправлення маслами агрегатів і машин
5.2. Централізовані автоматизовані мастильні системи

5.1. Засоби змащування і заправлення маслами агрегатів і машин

Для централізованого змащування і заправлення агрегатів автомобілів, тракторів та інших сільськогосподарських машин безпосередньо при їх технічному обслуговуванні в майстернях експлуатаційних підприємств і на відкритих майданчиках при підготовці техніки до тривалого зберігання використовують мастильні пости, станції і нагнітачі.

На рис. 4.57 представлений комплект устаткування ОЗ-16302 ГОСНИТИ для поста змащування і заправлення механізмів автомобілів і тракторів. За допомогою устаткування що входить в комплект, можна виконувати наступні роботи: зберігати виробничі запаси масел (чотири сорти), заправляти (дозаправляти) автомобілі і трактори маслами (чотири сорти) з урахуванням кількості відпущеного масла (три сорти), збирати і зберігати відпрацьовані масла (дві групи), змащувати складові частини автомобілів і тракторів пластичними мастилами, промивати мастильну систему дизелів, підкачувати шини і обдувати деталі стислим повітрям. Технічна характеристика комплексу ОЗ-16302 ГОСНИТИ представлена в таблиці 4.28.

Таблиця 4.28

Технічні дані комплекту ОЗ-16302 ГОСНИТИ

Тип	Стаціонарний
Число машин, що обслуговуються, шт.	200...600
Місткість, $м^3$, резервуарів для зберігання масел	15
В тому числі: - для свіжих (моторних і трансмісійних) - відпрацьованих	 2,5х4 2,5х2
Місткість, $м^3$, резервуарів для аварійного зливу масел	10 і 5
Обладнання для заповнення резервуарів маслами: - свіжими - відпрацьованими - для видачі свіжих масел	 Электронасос-Ш8-25-5,8/2,56-6 Пневмонасос ПНП-0,8/0,8 марки 03-9930А ГОСНИТИ Електронасос НШ-32-2
Продуктивність видачі масел при температурі +20°С, $дм^3/с$ (л/хв)	Не менше- 0,08...0,2 (5...12)
Джерело стисненого повітря	Зовнішня мережа СТО
Тиск стисненого повітря, МПа ($кгс/см^2$)	0,6...0,8 (6...8)
Витрата стисненого повітря, $дм^3/с$ (л/хв)	Не більше 1,16 (69,6)
Напруга живлення, В	380/220
Потужність, що споживається, кВт	10,7
Габарити, мм: - насосного блоку - панельної стінки - вертикального резервуару - рухомої ванни - проміжного бака - резервуару для аварійного зливу свіжих масел - резервуару для аварійного зливу відпрацьованих масел	 1720х1300х1660 1380х480х2080 1250х1200х3610 910х450х1125 925х500х800 2838х2450х2790 2030х2150х2460
Маса, кН	Не більше 49

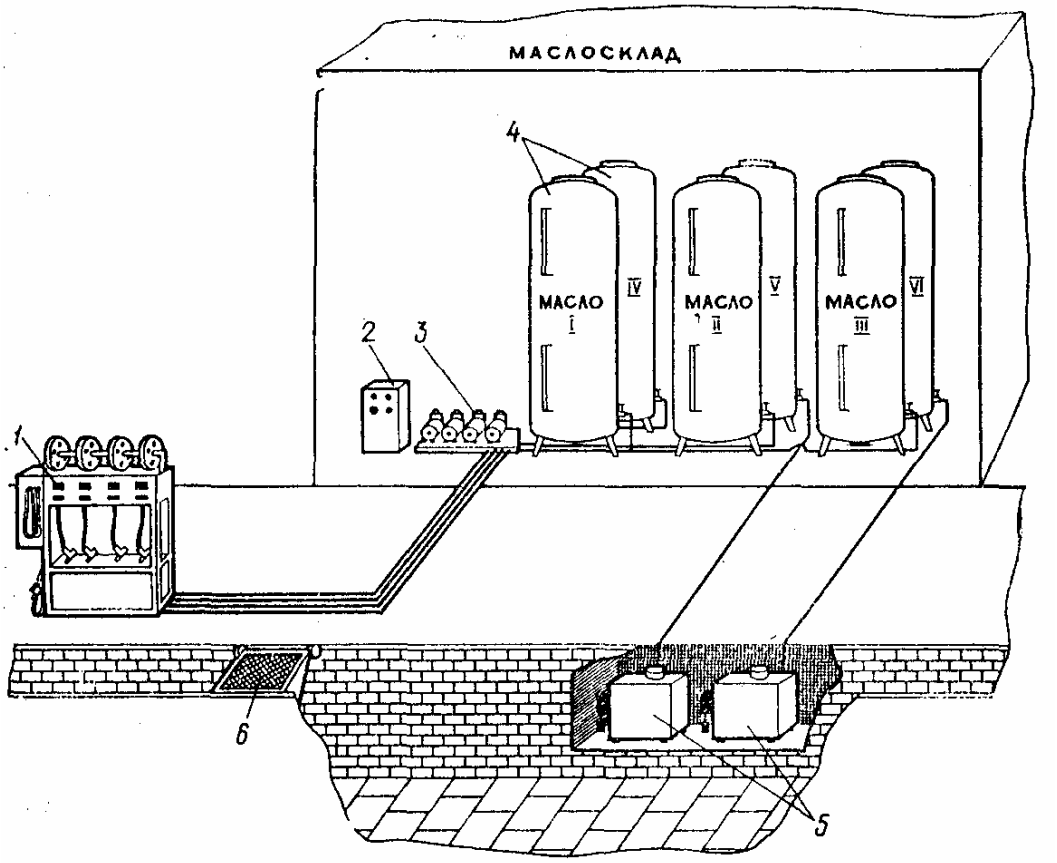

Рис. 4.57. Комплект устаткування ОЗ-16302 ГОСНИТИ:
1 - панельна стінка; *2* - електрошафа; 3 - насосний блок; 4 - резервуари;
5 - проміжні баки; *6* - пересувна ванна

До складу комплекту входять шість вертикальних резервуарів *4* для збереження свіжих (чотири) і відпрацьованих (два) масел і два горизонтальні резервуари для їх аварійного зливу (не показані); панельна стінка 1 для видачі свіжих масел; насосний блок *3* з електрошафою *2;* устаткування 5 і 6 для збору відпрацьованих масел; установка для промивки змащувальної системи ОМ-2871А ГОСНИТИ або ОМ-16361 ГОСНИТИ; інструментальний візок; комплект арматури і трубопроводів тощо.

Технологічний процес (рис. 4.58) переміщення масел на станціях технічного обслуговування (СТО) повністю механізований. Свіжі і відпрацьовані масла рухаються роздільно по двох закритих автономних системах.

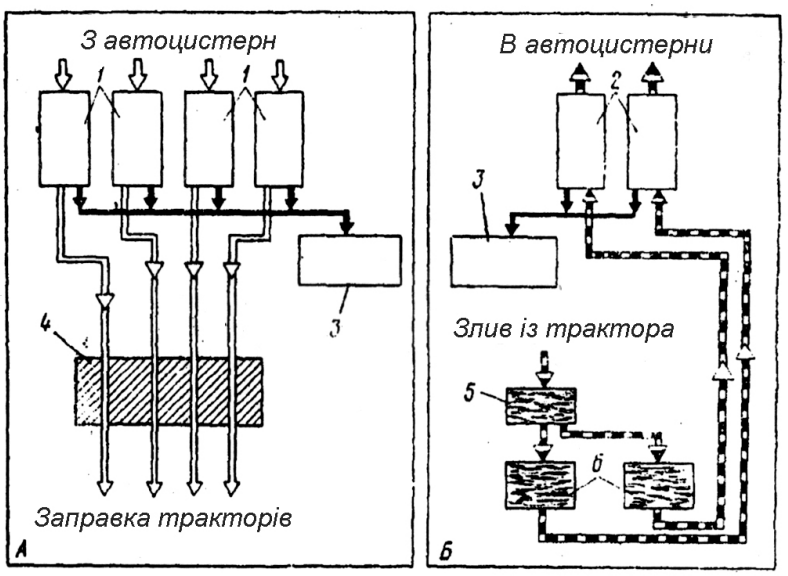

Рис. 4.58. Технологічна схема руху масел на СТО:
А - свіжих; Б - відпрацьованих; 1, 2 і 3 - резервуари відповідно для свіжих, відпрацьованих масел і аварійного зливу; 4 - панельна стінка; 5 - пересувна ванна; 6 - проміжні баки

Свіжі масла доставляють централізовано в автоцистернах і за допомогою устаткування комплекту перекачуються у відповідні (залежно від сорту і марки масла) резервуари 1 маслоскладу. Далі масла в міру необхідності подаються насосами до панельної стінки 4 для заправлення тракторів з одночасним обліком виданої кількості. Відпрацьовані масла зливають з баків у пересувну ванну 5, звідки масла самопливом надходять в один (в залежності від групи масел) із проточних баків 6. У міру заповнення баків 6 відпрацьовані масла перекачуються в резервуари 2 маслоскладу, де зберігаються до здачі на регенерацію.

Роботу комплекту ОЗ-16302 ГОСНИТИ забезпечують три основні системи – гідравлічна, пневматична і електрична.

На рис. 4.59 представлена панельна стінка комплекту, яка служить для видачі масел чотирьох сортів, змащування складових частин автомобілів і тракторів пластичними мастилами, підкачки шин і обдування деталей стиснутим повітрям. Вона складається з металевого каркаса 6 і прикріплених до нього сталевих панелей. Нагорі розміщено чотири самозкочуючихся ба-

рабани 1 з роздавальними рукавами (три з кранами лічильниками 4 марки ОЗ-991А ГОСНИТИ – для видачі трансмісійних масел). Під барабанами на панелі 2 встановлено чотири кнопкові пости ке-рування роботою насосів з табличками, що вказують сорти і марки видаваних масел. Для збору масел, що стікають з масло-роздаточних кранів, передбачений піддон 5.

На лівій бічній панелі змонтована шафа 11, у якій розміщені регулятор тиску стисненого повітря, манометр, маслорозпилювач, трубопроводи та арматура. На одній із стінок шафи розташовані пости включення пневмонасосів (рис. 4.59, вид А), на двох інших на кронштейнах підвішені з'ємні повітророздаточні рукава 13 з муфтами для їх підключення. Під шафою на бічній панелі встановлені наконечник 7 з манометром для підкачки шин і обдувний пістолет 8. На вільній бічній панелі (праворуч) може бути розміщений пневматичний солідолонагнітач ОЗ-1153А ГОСНИТИ.

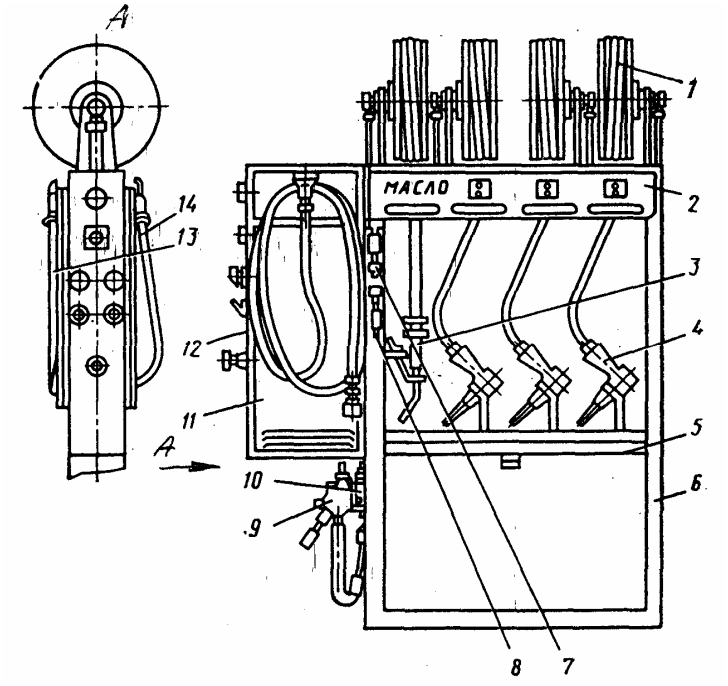

Рис. 4.59. Панельна стінка:
1 - самоскочуючийся барабан; 2 - панель; 3 - маслороздаточний кран; 4 -кран-лічильник КС-1; 5 - ванна; 6 - каркас; 7, 8 - наконечники; 9 - наконечник з манометром: 10 - обдувочний пістолет; 11 – дверцята; 12 – шафа; 13, 14 - роздавальні рукава для стисненого повітря

Пересувна установка ОЗ-16350 ГОСНИТИ (рис. 4.60) призначена для механізованого заправлення автомобілів, тракторів, комбайнів та інших сільськогосподарських машин свіжим маслом або для збору відпрацьованого масла при технічному обслуговуванні і ремонті машин. Технічні дані установки приведені в таблиці 4.29.

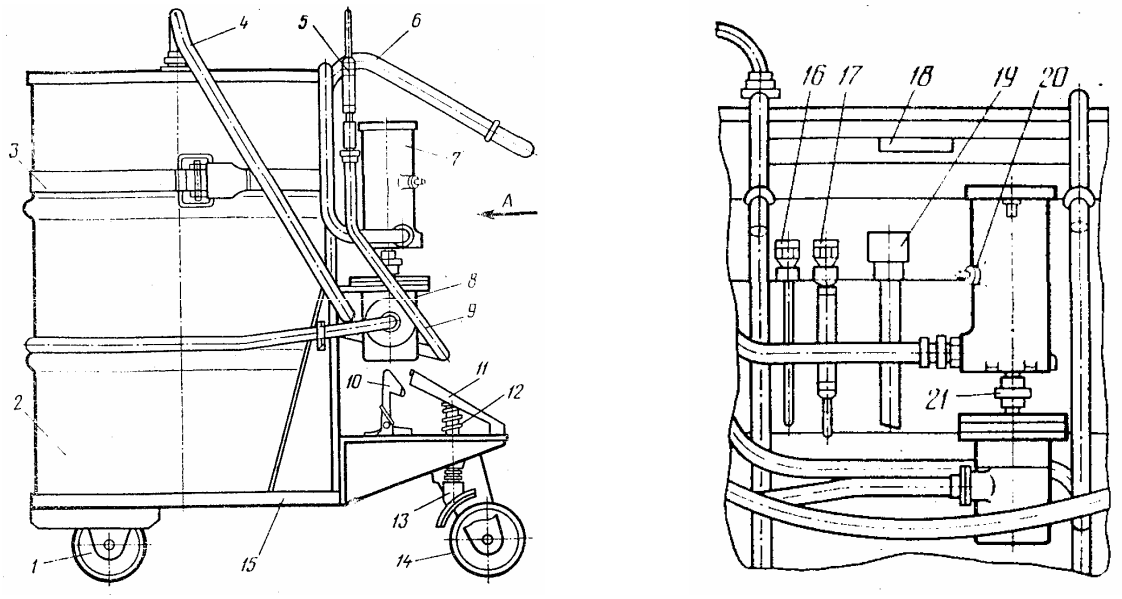

Рис. 4.60. Пересувна установка ОЗ-16350 ГОСНИТИ:
1 і 14 - колеса; 2 - ємність; 3 - скоба; 4 і 9 - всмоктувальний і нагнітальний рукава; 5 - маслороздаточний кран; 6 - рукоятка для переміщення установки; 7 - пневмонасос; 8 - фільтр; 10 - фіксатор; 11 - педаль: 12 - пружина; 13 - гальмо; 15 - рама; 16 і 17 - наконечники маслороздаточного крана; 18 - щиток; 19 - наконечник для забору відпрацьованого масла; 20 - напівмуфта насоса; 21 – накидна гайка.

Установка складається з ємності 2, пневмонасоса 7, з'єднаного з фільтром 8 накидною гайкою 21, всмоктуючого 4 і нагнітального 9 рукавів, маслороздаточного крана 5 з наконечниками 16 і 17, наконечника 19 для збору відпрацьованого масла. Всі елементи змонтовані на рамі 15.

Рама 15 виконана у вигляді зварної конструкції і оснащена ходовою частиною з трьома повноповоротними колесами 1. На одному з них встановлено гальмо 13, колодка якого притиска-

ється до колеса пружиною 12. Для зручності переміщення передбачена рукоятка 6.

Ємність 2 для зберігання масел кріпиться до рами 15 у вертикальному положенні за допомогою скоби 3. Для забору масла з бочки в заливну горловину закручена труба, що закінчується в нижній частині металевою сіткою. Зверху до труби кріпиться всмоктувальний рукав 4. Герметичність з'єднання забезпечується ущільнювальним кільцем. Сорт і марку масла, що знаходиться в бочці, указують на змінних табличках, які встановлюють під щитком 18.

Таблиця 4.29

Технічні дані установки ОЗ-16350 ГОСНИТИ

Тип	Пересувна
1	2
Число машин, що обслуговуються одночасно, шт.	1
Ємність для зберігання масла:	
- тип	Стандартна бочка 200-3 (ГОСТ 13950)
- місткість, л	200
Насос для перекачування масел:	
- тип	ПНП-0,8/0,8 марки 9930А ГОСНИТИ
- привод	Пневматичний від зовнішнього джерела стисненого повітря
- число	1
Маслороздаточний кран:	
- марка	ОЗ-9991А ГОСНИТИ
- число	1

Продовження табл. 4.29	
1	2
Продуктивність видачі свіжого масла при температурі навколишнього повітря 20°С, л/хв	6
Максимальний тиск масла в нагнітальній магістралі, МПа (кгс/см^2)	0,8 (8)
Габарити, мм	1000х730х1180
Маса, Н	950

Пневмонасос ПНП-0,8/0,8 марки ОЗ-9930А ГОСНИТИ служить для перекачування свіжого або відпрацьованого масла. За допомогою пневматичної напівмуфти 20 до корпуса насоса можна підключити повітряний рукав для подачі стисненого повітря із зовнішньої мережі.

Фільтр 8 виконаний у вигляді металевого корпусу, у якому розміщений приймальний сітчастий фільтр С41-2, який забезпечує очищення масел від забруднень розміром більше 80 мкм.

Маслороздаточний кран (рис. 4.61) призначений для механізованого заправлення машин маслами.

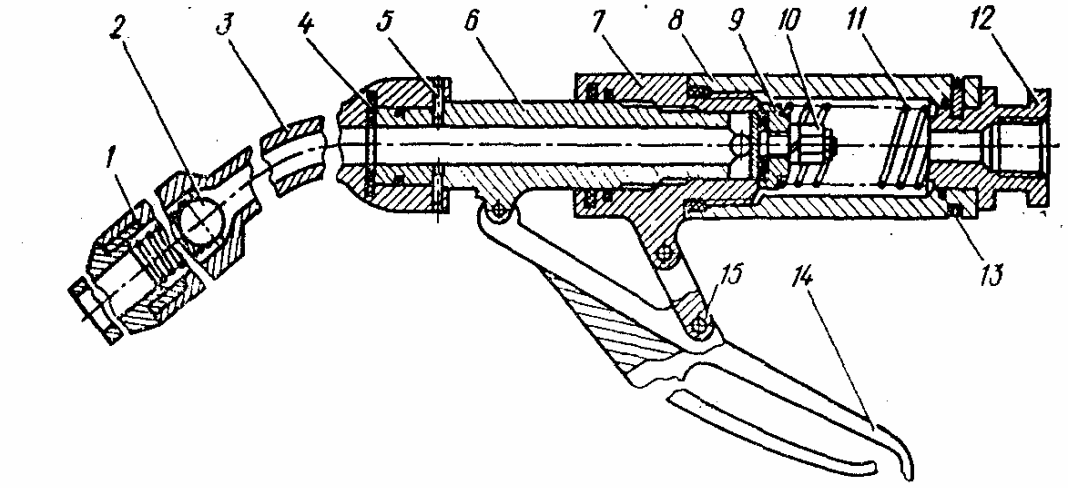

Рис. 4.61. Маслороздаточний кран ОЗ-9991А ГОСНИТИ:
1 - наконечник; 2 - відсічний клапан; 3 - труба; 4 - прокладка; 5 - штифт; 6 - повзун; 7 і 8 - корпуси; 9 - клапан; 10 - гайка; 11 - пружина; 12 - штуцер; 13 - кільце фіксатора; 14 - рукоятка важеля; 15 – тяга

При роботі крана масло надходить під тиском по роздавальному рукаву через штуцер 12 до клапана 9. Натисканням на рукоятку важеля 14 приводиться в рух повзун 6, що пересувається вправо і відкриває підпружинений клапан 9. В результаті цього між сідлом корпусу 7 і клапаном 9 утворюється зазор. Через нього масло надходить у канал повзуна 6 і далі по трубі 3 до відсічного клапана 2. Подолавши зусилля пружини клапана 2, масло проходить через наконечник 1 у бак машини, що заправляється. При відключенні рукоятки важеля 14 повзун зміщується вліво, клапан 9 під дією пружини 11 закривається, і масло перестає надходити в канал повзуна 6. В результаті зниження тиску масла в наконечнику 1 відсічний клапан 2 під дією пружини закривається, перешкоджаючи підтіканню залишків масла з каналу труби 3. Пропускна здатність крана для моторних масел – не менш 10 л/хв. Для зручності роботи в комплект крана входять два змінні наконечники, один із яких виконаний із гнучкої маслобензостійкої гуми. Наконечники замінюють, повертаючи трубу 3 навколо осі повзуна 6 до виходу його штифта 5 з пазів труби 3.

Напівмуфта (рис. 4.62) служить для швидкого і надійного підключення до установки повітряного рукава. Напівмуфту, закріплену на пневмонасосі установки, зусиллям руки вставляють у корпус 3. У цей момент напівмуфта насоса своїм фігурним торцем упирається в ролики 5, що знаходяться в пазах корпуса 3 і підтиснуті пружиною 4. Коли напівмуфта насоса потрапляє під ролики 5, пружина 4 розтискається і напівмуфти з'єднуються. Одночасно напівмуфта насоса натискає на клапан 10 і входить в порожнину ніпеля 1, внаслідок чого повітря надходить у насос через проріз у клапані 10.

Для роз'єднання напівмуфт натискають на обойму 7. При цьому обойма своїм торцем стискає пружину 4, ролики звільняються і напівмуфта насоса виходить із зачеплення. В цей же час клапан 10 під дією пружини 11 перекриває отвір кільця 9 і не пропускає повітря.

Робота установки забезпечується двома системами - гідравлічною і пневматичною.

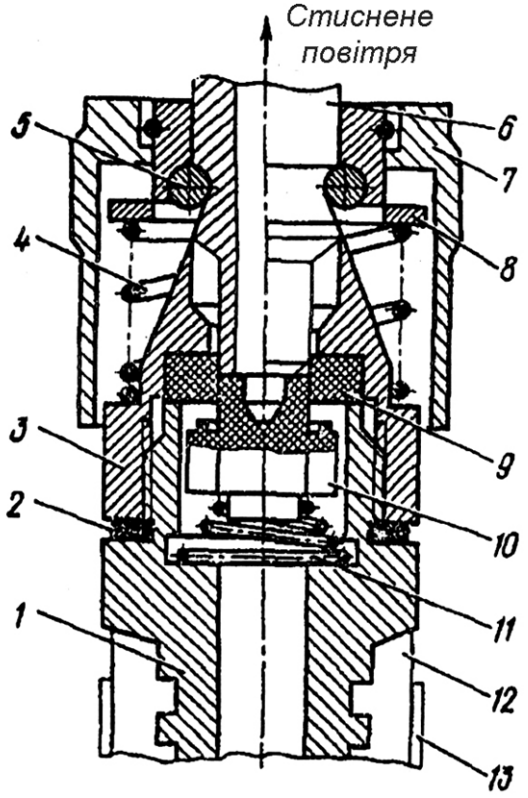

Рис. 4.62. Напівмуфта:
1 - ніпель; 2 - прокладка; 3 - корпус; 4 і 11 - пружини; 5 - ролик; 6 - напівмуфта насоса; 7 - обойма; 8 - шайба; 9 - кільце; 10 - клапан; 12 - рукав подачі стислого повітря; 13 - хомутик

Гідравлічна система (рис. 4.63) призначена для зберігання і видачі свіжого масла або для збору і видачі відпрацьованого. Масло під дією розрідження, що створюється насосом 5, перекачується по всмоктувальному рукаву 3 через фільтр 4 в порожнину насоса і далі по нагнітальному рукаву до маслороздаточного крана 7. Для забору відпрацьованих масел наконечник 2 з'єднують з рукавом 3.

Пневматична система служить для приводу в дію пневмонасоса установки. Вона складається з насоса і напівмуфти, що підключається до нього за допомогою душного рукава.

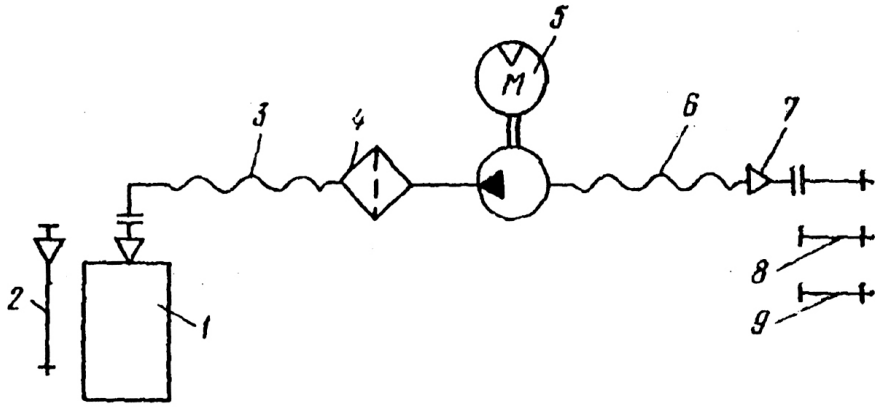

Рис. 4.63. Гідравлічна схема установки:
1 - ємність; 2, 8 і 9 - наконечники; 3 і 6 – рукава; 4 - фільтр; 5 - насос;
7 - маслороздаточний кран

Змащувальні станції і нагнітачі з ручним приводом, як малопродуктивні, в основному призначені для індивідуального користування. Найбільш поширені змащувальні станції з механічним, електричним, електромеханічним, гідро- і пневмоприводами. Змащувальна станція призначена для індивідуального змазування вузлів тертя машин (рис. 4.65).

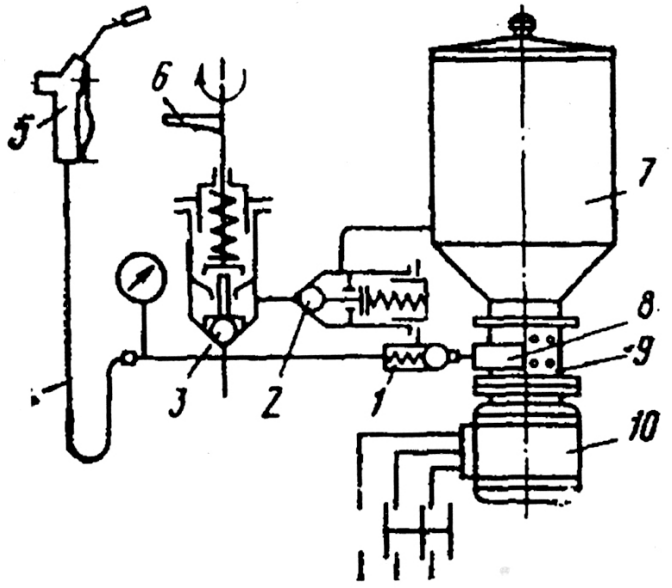

Рис. 4.64. Принципова схема змащувальної станції:
1 - зворотний нагнітальний клапан; 2 - пропускний клапан робочого тиску;.
3 - проміжний клапан максимального тиску; 4 - шланг високого тиску;
5 - роздавальний пістолет; 6 - рукоятка; 7 - ємність; 8 - насос високого тиску;
9 – редуктор; 10 – електропривод

Вона відрізняється високою надійністю, що досягається установкою на мастильній лінії додаткового проміжного клапана 3 максимального тиску з ручним керуванням. Змащувальна станція складається з насоса 8 високого тиску, бака 7, електроприводу 10, редуктора 9, зворотного нагнітального клапана 1, перепускного клапана 2 робочого тиску, шланга 4 високого тиску, роздавального пістолета 5, проміжного клапана максимального тиску з рукояткою 6. При подачі мастильних матеріалів змащувальними станціями або змащувальними баками з механічним приводом використовують в основному плунжерні насоси високого тиску і напірні шнеки. Так, пересувна електромеханічна мастильна станція мод. ОЗ-9903 (рис. 4.65 а) використовується для змазування вузлів тертя автомобілів, тракторів та інших машин і устаткування. Ними комплектуються пункти технічного обслуговування машин, а також гаражі автотранспортних підприємств і станцій технічного обслуговування автомобілів.

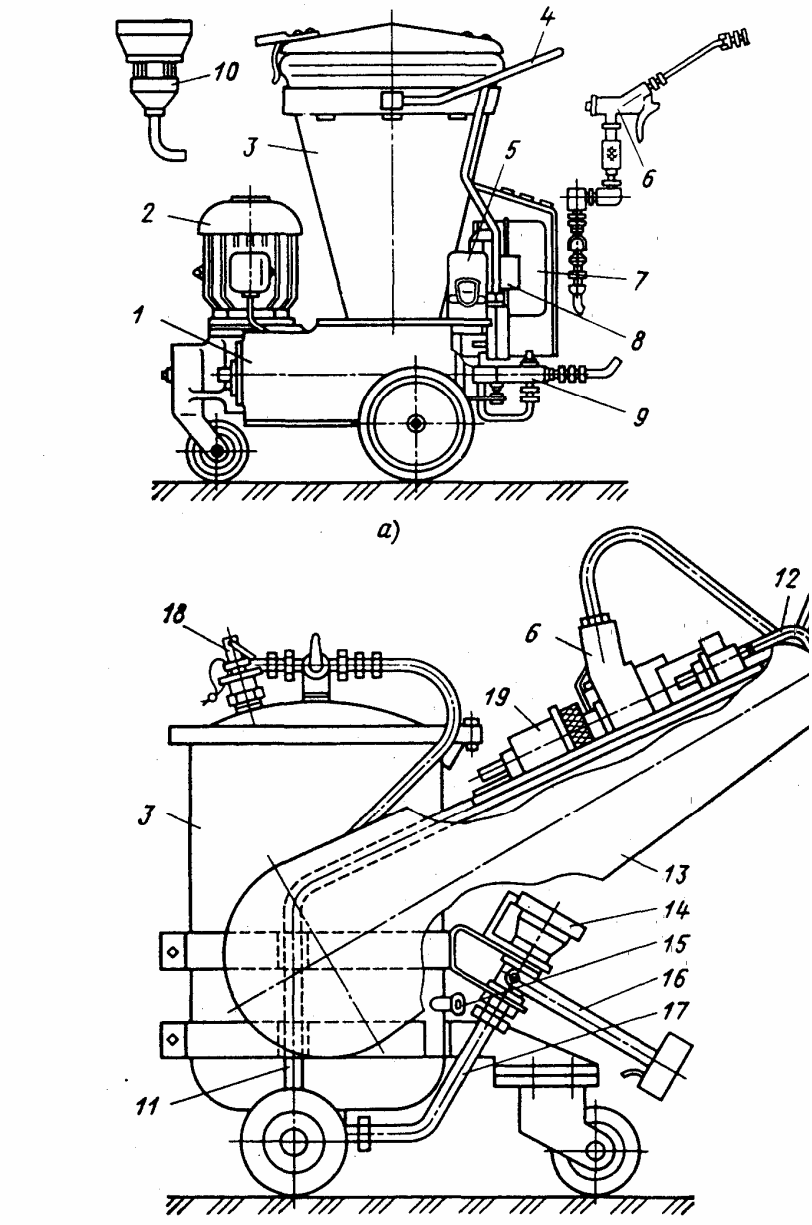

Рис. 4.65. Змащувальні станції з електромеханічним (а) і пневматичним (б) приводами:
1 - корпус шасі; 2 - електродвигун; 3 - бункер для пластичного мастила (солідолу); 4 - рукоятка; 5 - кнопка керування; 6 - роздавальний шланг з пістолетом; 7 - магнітний пускач; 8 - реле тиску; 9 - блок клапанів: 10 -електрошнур з штепсельним роз'ємом; 11 - запобіжний клапан; 12 - муфта; 13 - касета; 14 - зарядний пристрій; 15 - покажчик наявності мастильного матеріалу; 16 - блокувальний пристрій; 17 - живильний трубопровід; 18 - роздавальний пістолет; 19 - знімний запасний бачок

У корпусі змащувальної станції монтуються черв'ячний редуктор, механізм нагнітання, сітчастий фільтр і храповик. Бункер для високов'язкого масла або солідолу 3 має конічну форму з кришкою. Корпус змащувальної станції виконаний з алюмінієвого сплаву. Мастильний нагнітач містить корпус, виконаний із сталі, на якому встановлена лита фасонна головка з трубкою і змащувальною головкою. Змащувальна станція приводиться в роботу від електродвигуна вертикального виконання мод. АОЛ2-12-6. Для переміщення змащувальної станції або бака служать три колеса.

Змащувальна станція з пневмоприводом (рис. 4.65 б) призначені для змащування через пряму різьбову або кутову різьбову масельничку підшипникових вузлів тертя автомобілів, тракторів, та інших машин на стаціонарних пунктах технічного обслуговування машин при температурі навколишнього середовища від -10 до +40 °С.

На рис. 4.66 представлена схема електромеханічного солідолонагнітача М-390.

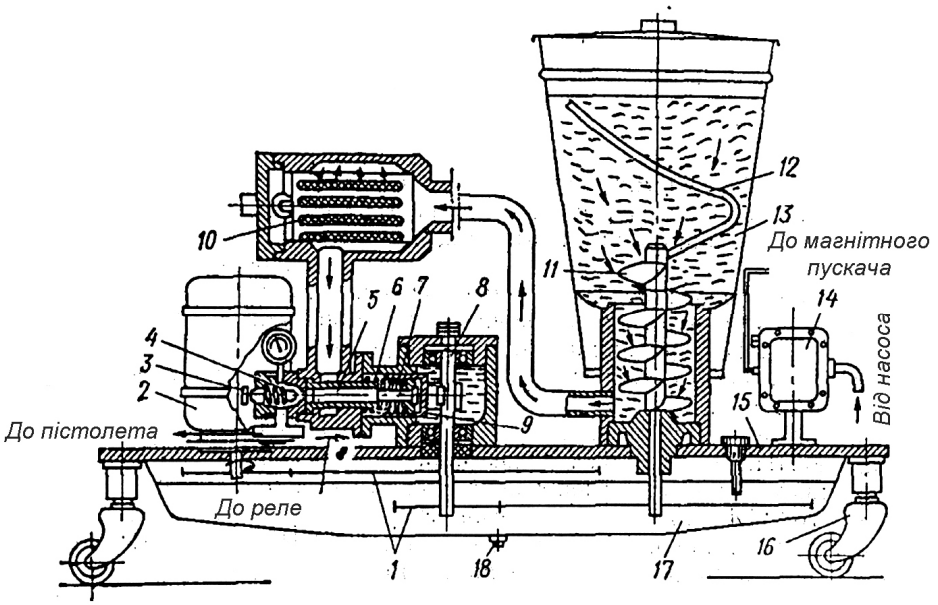

Рис. 4.66. Схема електромеханічного солідолонагнітача М-390:
1 - редуктор; 2 - електродвигун; 3 - спускна голка насоса; 4 – клапан нагнітання; 5 - плунжер; 6 - гільза; 7 – штовхач; 8 - вал насоса 9 - пружина; 10 - фільтр; 11 - шнек; 12 - розпушувач; 13 - резервуар; 14 - реле дихання; 15 - опорна плита; 16 - роликова опора; 17 - картер редуктора; 18 - спускна пробка

Густе мастило подається шнеком з резервуару, оснащеного розрихлювачем. Мастило надходить у фільтр, звідки плунжерним насосом високого тиску, що складається з гільз і плунжера, нагнітається в рукав високого тиску. Потім через роздавальний кран мастило надходить в роздавальний пістолет, з якого воно виходить під тиском 25...28 МПа. Місткість резервуару – 140 кН мастила. Установка приводиться в дію електродвигуном через зубчасті колеса і вал насоса. Штовхач переміщує плунжер, який подає масло через нагнітальний клапан і далі до роздавального пістолета. Голка призначена для випуску повітря. Пружина повернення приводить плунжер у вихідне положення. За допомогою реле тиску магнітний пускач вимикає електродвигун, якщо тиск мастила перевищує допустиме.

Мастильні матеріали подають в прямі різьбові або кутові різьбові масельнички мастильними нагнітачами (шприцами) різної конструкції (рис. 4.67). Гвинтові мастильні нагнітачі (рис. 4.67 а) мають заправну місткість 200...400 $см^3$ і розвивають тиск до 10...12 МПа. За один оберт гвинта вони подають від 3 до 8 $см^3$/хв мастильних матеріалів. Плунжерні мастильні нагнітачі ручного типу (рис. 4.67 б) при дії на рукоятку зусиллям від 150 до 200 Н розвивають тиск до 10 МПа. Подача за один цикл високов'язкого масла або пластичного мастильного матеріалу складає 0,35 г. Плунжерні мастильні нагнітачі відерного типу (рис. 4.67 в) мають великий запас мастильного матеріалу і забезпечують тиск подачі до 10 МПа. Важільні мастильні нагнітачі (рис. 4.67 г) подають за один хід плунжера до 1,4 г високов'язкого масла або пластичного мастильного матеріалу. Вони розвивають тиск до 30 МПа.

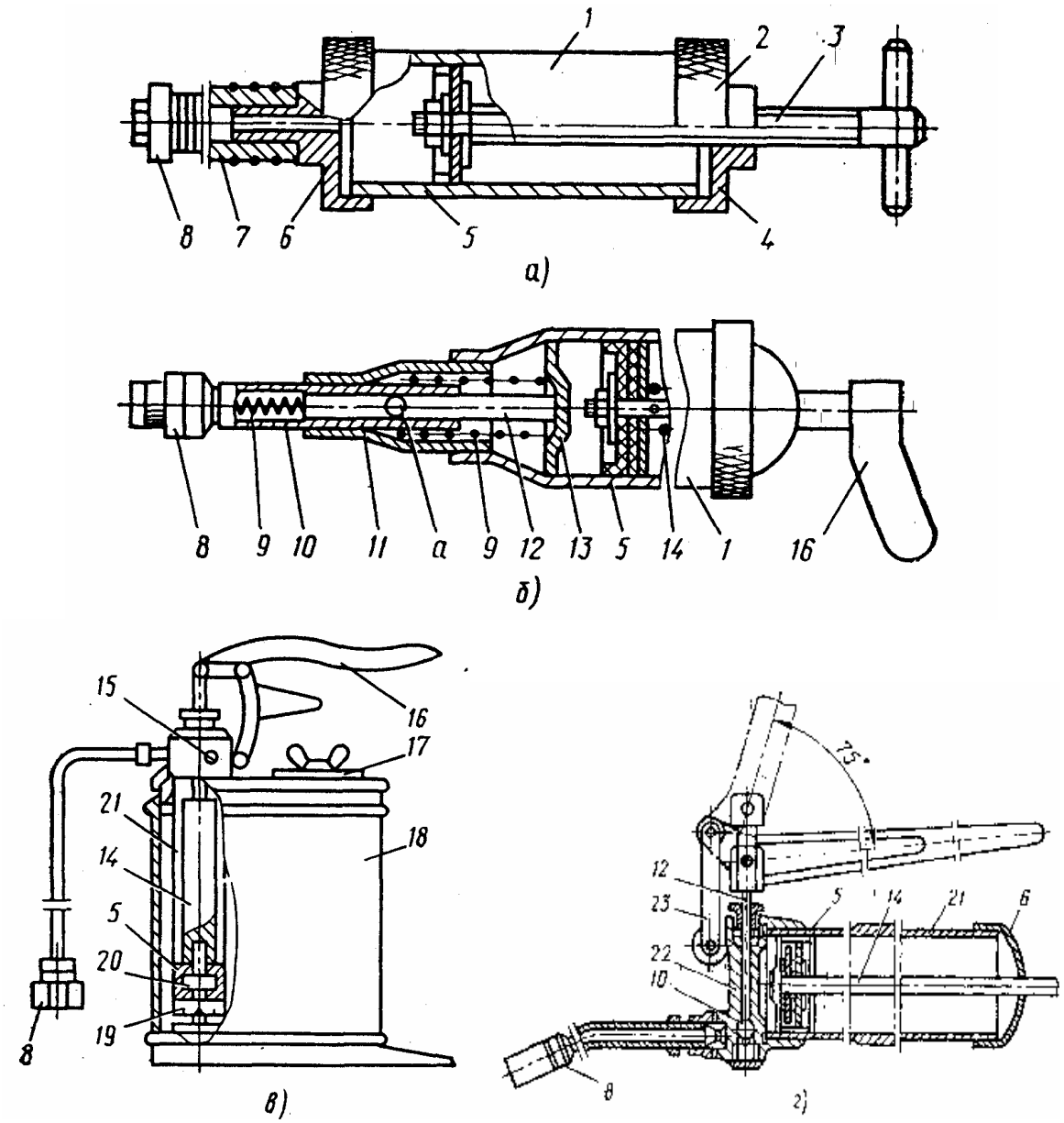

Рис. 4.67. Змащувальні нагнітачі для змащування агрегатів і вузлів тертя машин рідкими і пластичними мастилами:
а – гвинтовий; б – плунжерний; у – відерного типу; г–важільний;
1 – корпус; 2 – верхня кришка; 3 – гвинт; 4 – втулка з різьбою; 5 – поршень; 6 – нижня кришка; 7–гнучкий мастилопровід; 8 – наконечник; 9 - пружина; 10 – зворотний клапан: 11 – корпус наконечника; 12 – плунжер; 13 – діафрагма; 14 – шток; 15 – пряма (різьбова) масельничка; 16 – важіль; 17 – люк; 18 – резервуар; 19 – всмоктувальний клапан; 20 – нагнітальний клапан; 21 – циліндр; 22 – циліндр високого тиску; 23 – важільна система

5.2. Централізовані автоматизовані мастильні системи

Централізовані автоматизовані мастильні системи (ЦАМС) забезпечують підведення заданої кількості рідкого або пластичного мастильного матеріалу до великого числа точок змащування або опор вузлів тертя, що працюють на змінних режимах з частими зупинками, в умовах, коли неможливо забезпечити газо- або гідродинамічне змащення вузлів тертя.

Централізована мастильна система «Мулті Лубер» фірми «Лінкольн» (США), обладнана пневмоприводом, призначена для вантажних автомобілів, автобусів, тракторів, будівельних, дорожніх, гірських, сільськогосподарських і інших машин. Мастильна система складається з одноплунжерного насоса (рис. 4.68) з силовим приводом (пневматичним, вакуумним або ручним), мастильного бака і трубопроводів, що підводять рідкий мастильний матеріал до кожного вузла тертя.

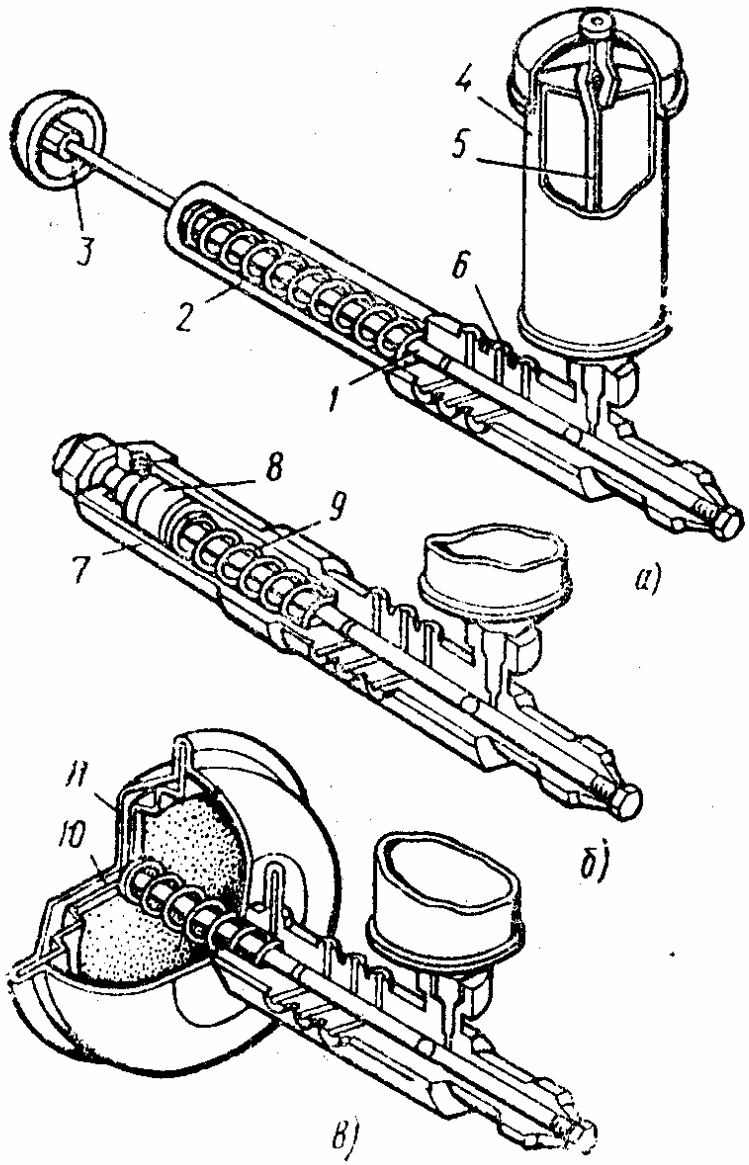

Рис. 4.68. Насоси централізованої змащувальної системи «Мултi Лубер» (США) з ручним (а), пневматичним (б) і вакуумним (в) приводами:
1 – плунжер; 2 – силова пружина; 3 – рукоятка; 4 – резервуар для масла; 5 – масломірна лінійка; 6 – вихідний штуцер; 7 – повітряний циліндр; 8 – поршень; 9 – поворотна пружина; 10 – діафрагма; 11 – камера

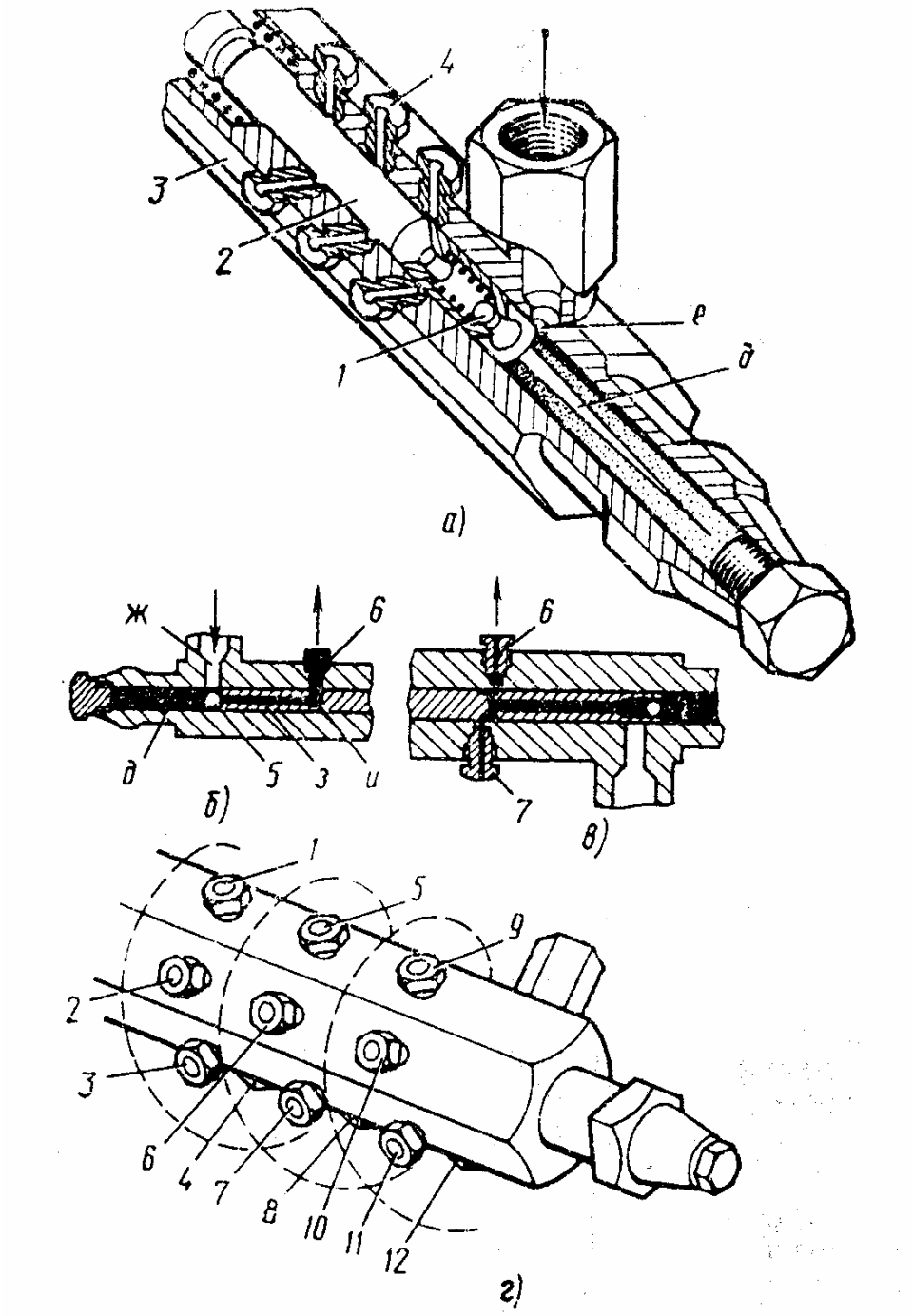

Рис. 4.69. Мастильний насос:
а – конструкція; б – схема подачі мастила до першого штуцера;
в – схема подачі мастила до другого штуцера; г – схема розташування вихідних штуцерів 1…12

Мастильний насос (рис. 4.69 а) системи являє собою шестигранний корпус 3, у внутрішній циліндричній порожнині якого рухається порожній плунжер 2 з кульковим клапаном 1. Останній перекриває мастильну магістраль, з'єднану з кільцевою виточкою на плунжері. Циліндр закритий пробкою (рис. 4.69) і утворює мастильну камеру *д,* в яку через канал *е* з бачка надходить мастило. За штуцером розташовані 12 вихідних штуцерів 4, отвори яких щільно перекриваються плунжером. До штуцерів 4 приєднані індивідуальні трубопроводи, від кожної точки змащування.

При русі плунжера передній кінець його перекриває канал *ж* (рис. 4.69 б), що з'єднує мастильну камеру *д* з бачком, і стискає мастило. В результаті відкривається кульковий клапан 5, і рідкий мастильний матеріал під тиском по мастильній магістралі 3 плунжерів надходить в кільцеву виточку, яка в цей момент розташована напроти отвору першого вихідного штуцера 6.

При цьому поршень, продовжуючи рух, подає рідкий мастильний матеріал по трубопроводу до тих пір, поки кільцева виточка не вийде із зони отвору першого штуцера. Цей отвір перекривається плунжером, щоб мастило, що потрапило в трубопровід, не поверталося в циліндр. Так відбувається дозована подача рідкого мастильного матеріалу до тертьових пар. При подальшому русі плунжера кільцева виточка проходить повз отвір другого вихідного штуцера 7. Переміщаючись повз всі отвори вихідних штуцерів, плунжер подає мастило до кожної точки змащування. Вихідні штуцери 1…12 (рис. 4.69г) розташовані на чотирьох гранях корпуса насоса послідовно (при необхідності число вихідних штуцерів насоса можна збільшити). Коли плунжер займає крайнє переднє положення, цикл змащування закінчується, і поршень переміщується у вихідне положення.

При установці централізованої мастильної системи на машинах, обладнаних повітряними компресорами, використовують насоси з пневматичним приводом плунжера, що складається з компактного повітряного циліндра 7 з поршнем 8

(рис. 4.69 б). На машинах без компресора ставлять насоси з вакуумним приводом, що складаються з камери з діафрагмою 10 (рис. 4.69 в).

На автомобільних або тракторних причепах доцільно використовувати насоси з ручним приводом (рис. 4.69 а). Необхідне зусилля для подачі рідкого мастильного матеріалу створюється пружиною 2, що стискається при відведенні плунжера 1 у вихідне положення рукояткою 3.

Пневматичний привід дозволяє автоматизувати процес змащування шляхом введення в трубопроводи стиснутого повітря. Вакуумний привод оснащений електричними клапанами, зв'язаними з замком запалювання або із спідометром, які посилають електричні імпульси через певні інтервали часу. Обслуговування такої системи полягає в наповненні маслом бачка і періодичному огляді всієї системи одночасно з обслуговуванням машини.

За даними досліджень Е.С. Кузнецова і Г.В. Крамаренко встановлено, що при використанні централізованої мастильної системи знос деталей вузлів тертя автомобілів ЗИЛ-130 зменшується в 2...3 рази. трудомісткість проведення мастильних робіт – у 3...5 разів.

Компактна і герметична централізована мастильна система, що виключає ручну працю, розроблена фірмою «Сейфматік» (Фінляндія). Систему можна монтувати не тільки на автомобілях, але і на інших машинах, а також верстатах і потокових лініях. Система забезпечує економну витрату мастильного матеріалу і гарні умови роботи тертьових деталей, оскільки мастильний матеріал подається до поверхонь тертя у початковий момент руху машини.

Система працює таким чином. Мастило з бака 7 через фільтр 6 надходить у поршневий насос 5 однобічної дії (рис. 4.70 а).

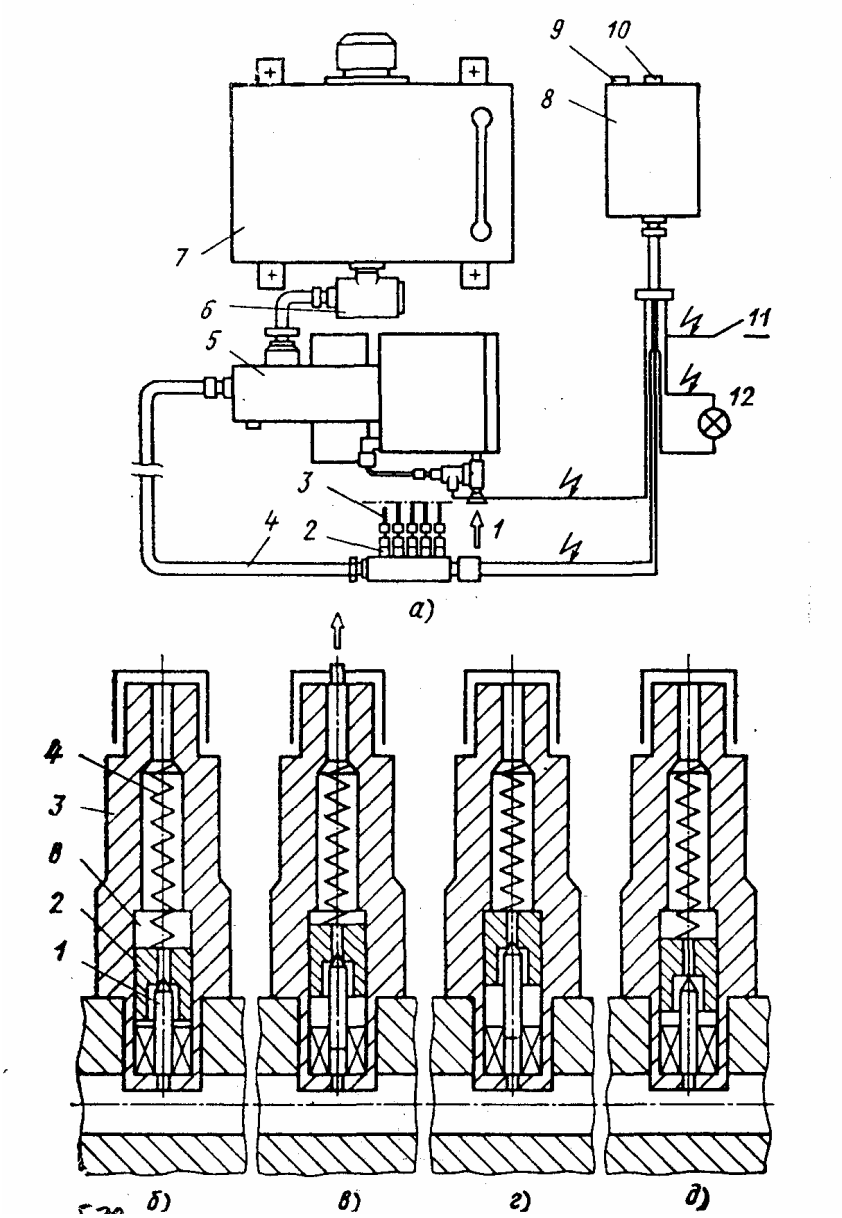

Рис. 4.70. Елементи централізованої мастильної системи фірми «Сейфматік» (Фінляндія):
а – схема (1 – магнітний клапан для подачі стиснутого повітря або рідини під тиском; 2 – дозатор; 3 – мастильна трубка; 4 – мастильна магістраль; 5–насос з керуючим клапаном; 6 – фільтр; 7 – бак для масла; 8 – пульт керування; 9 – сигнальна лампа періоду змащування: 10 – індикатор часу нагнітання; 11 – перемикач; 12 – сигнальна лампа);
б – принцип роботи мастильного дозатора (1 – голка; 2 – поршень; 3 – корпус дозатора; 4 – поворотна пружина);
в, г, д – схеми дозаторів

У баці передбачена сигналізація низького рівня масла, що запобігає попаданню повітря в систему і виключає роботу пар тертя без мастильного матеріалу. Насос може працювати від пневматичного або гідравлічного приводу. На пульті керування 8, розміщеному в кабіні водія, задаються дві важливі для роботи величини: період змащування і час нагнітання, протягом якого насос підтримує тиск у мастильній магістралі на певному рівні. Три лампочки на пульті керування подають інформацію про роботу системи:

зелена лампочка горить – система працює в оптимальному режимі;

жовта – насос почав нагнітати мастило в трубопровід;

червона – мастило скінчилося або тиск не піднімається до необхідного.

Коли за сигналом з пульта керування 8 відкривається магнітний клапан 1, стиснуте повітря або робоча рідина впливають на поршень насоса, який нагнітає в мастильну магістраль системи мастильний матеріал, що знаходиться в циліндрі. Тиск магістралі 4 росте, поки не досягне максимального значення. У вихідне положення поршень повертається під дією пружини, коли магнітний клапан закривається і повітря чи рідина виходять з-під поршня. Одночасно з цим насос засмоктує через всмоктувальний клапан мастило в робочий циліндр. Коли поршень досягає вихідного положення, відкривається сполучення між клапаном скидання і масляним баком, тим самим знижується тиск в мастилопроводі.

У вихідному стані поршень дозатора знаходиться в нижньому положенні і пристрій дозування над ним заповнений мастильним матеріалом (рис. 4.70 б). Коли насос здійснює робочий хід, в мастильній магістралі системи тиск збільшується, і поршень дозатора рухається вгору, нагнітаючи мастильний матеріал з дозувальної до точки змащування (рис. 4.70 в). Коли поршень доходить до верхнього положення, він притискається до верхньої поверхні корпуса і запобігає тим самим просочування масла з магістралі 4 повз поршень у мастильну трубку 3 (рис. 4.70 г).

Через встановлений на пульті керування час поршень насоса повертається у вихідне положення, тиск в магістралі падає, і під дією поворотної пружини поршень дозатора опускається, а голка замикає отвір, через який мастило може потрапити в мастильну магістраль (рис. 4.70 д). Одночасно клапан заправлення відкриває отвір в поршні, через який мастило з камери заправлення надходить в простір над поршнем. Коли поршень доходить до нижнього положення, дозатор знову готовий до дії.

Співвідношення тисків в мастильному насосі (1:15) дозволяє при робочому тиску 0,8 МПа отримати достатньо високий тиск (12 МПа) в мастильній магістралі. Це необхідно для надійної роботи мастильної системи при низьких температурах і при великій довжині мастильної магістралі. Мастило з трубок 3 подається під тиском у мастильні дозатори 2 (рис. 4.70 а).

РОЗДІЛ 5

Зміна властивостей нафтопродуктів

1. *Зміна властивостей нафтопродуктів при транспортуванні та зберіганні.*
2. *Основні причини зміни якості нафтопродуктів.*
3. *Випробування нафтопродуктів.*
4. *Забруднення нафтопродуктів механічними домішками.*
5. *Утворення смол та осаду.*
6. *Процеси корозії.*
7. *Обводнення нафтопродуктів.*

1. ЗМІНА ВЛАСТИВОСТЕЙ НАФТОПРОДУКТІВ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ТА ЗБЕРІГАННІ

Нафтопродукти з моменту виробництва до безпосереднього застосування багаторазово перекачуються, перевозяться різними видами транспорту, можуть значний час зберігатися в різних умовах на нафтоскладах підприємств та заправочних станціях. Кожна з цих технологічних операцій з нафтопродуктами може супроводжуватися, не тільки кількісними втратами, але й якісними змінами, які порушують експлуатаційні властивості нафтопродуктів.

Зміна якості палив і мастильних матеріалів залежить від їхнього хімічного складу, умов транспортування і зберігання, конструктивних особливостей і стану поверхонь технічних засобів, які контактують з нафтопродуктами. Серед зовнішніх умов найбільший влив на зміну якості нафтопродуктів має температура навколишнього середовища і її коливання (особливо при зберіганні нафтопродуктів у наземних резервуарах). Крім того на якість нафтопродуктів впливає термін транспортування і зберігання, ступінь заповнення резервуарів, інтенсивність перекачування, вологість, вміст пилу в атмосфері та характер сполучення з нею паливо-мастильних матеріалів, контакт з металами, дія світла та ін.

Під дією зовнішніх факторів у нафтопродуктах протікають фізичні і хімічні процеси (рис. 5.1). Основними фізичними процесами є: випаровування, забрудненість механічними домішка-

ми і водою, виділення високо плавких компонентів при охолодженні. До основних хімічних процесів відносять: окислення, конденсацію, полімеризацію, корозію та ін. Більша частина цих процесів призводить до незворотної зміни якості нафтопродуктів.

При транспортуванні, зберіганні і перекачуванні нафтопродуктів менш стабільними є показники якості, які нормують їхню чистоту. Нафтопродукти, постійно контактуючи з зовнішнім середовищем: повітрям, вологою і технічними засобами (резервуари, насоси, трубопроводи та ін.), неминуче забруднюються механічними домішками.

Основними джерелами і причинами забрудненості нафтопродуктів є:

- попадання домішок з атмосфери;
- утворення нерозчинних продуктів у результаті окислення паливо-мастильних матеріалів, корозії металів і руйнування ущільнюючих матеріалів;
- зберігання нафтопродуктів у погано очищених ємностях і перекачування їх по забруднених трубопроводах;
- накопичення бруду у відстійниках і на дні резервуарів.

Значний вплив на забрудненість палив і олив має насиченість пилом повітря на території нафтоскладу, особливо у місцях зберігання, де навколишній ґрунт не захищений рослинністю. Склад пилу, що потрапляє у нафтопродукти, різноманітний і залежить від фізико-механічних властивостей ґрунтів, на яких розташовані нафтосховища, заправні станції та шляхи під'їзду до них. З точки зору зберігання експлуатаційних властивостей нафтопродуктів особливо шкідливим є пил піщаних та супіщаних ґрунтів, в яких містяться тверді оксиди кремнію. Оксиди викликають підвищений знос тертьових поверхонь деталей. Пил з повітря потрапляє у резервуари, цистерни, різні ємності при відкритих горловинах і люках, несправних дихальних клапанах, а головним чином під час малих і великих "дихань" цих ємностей.

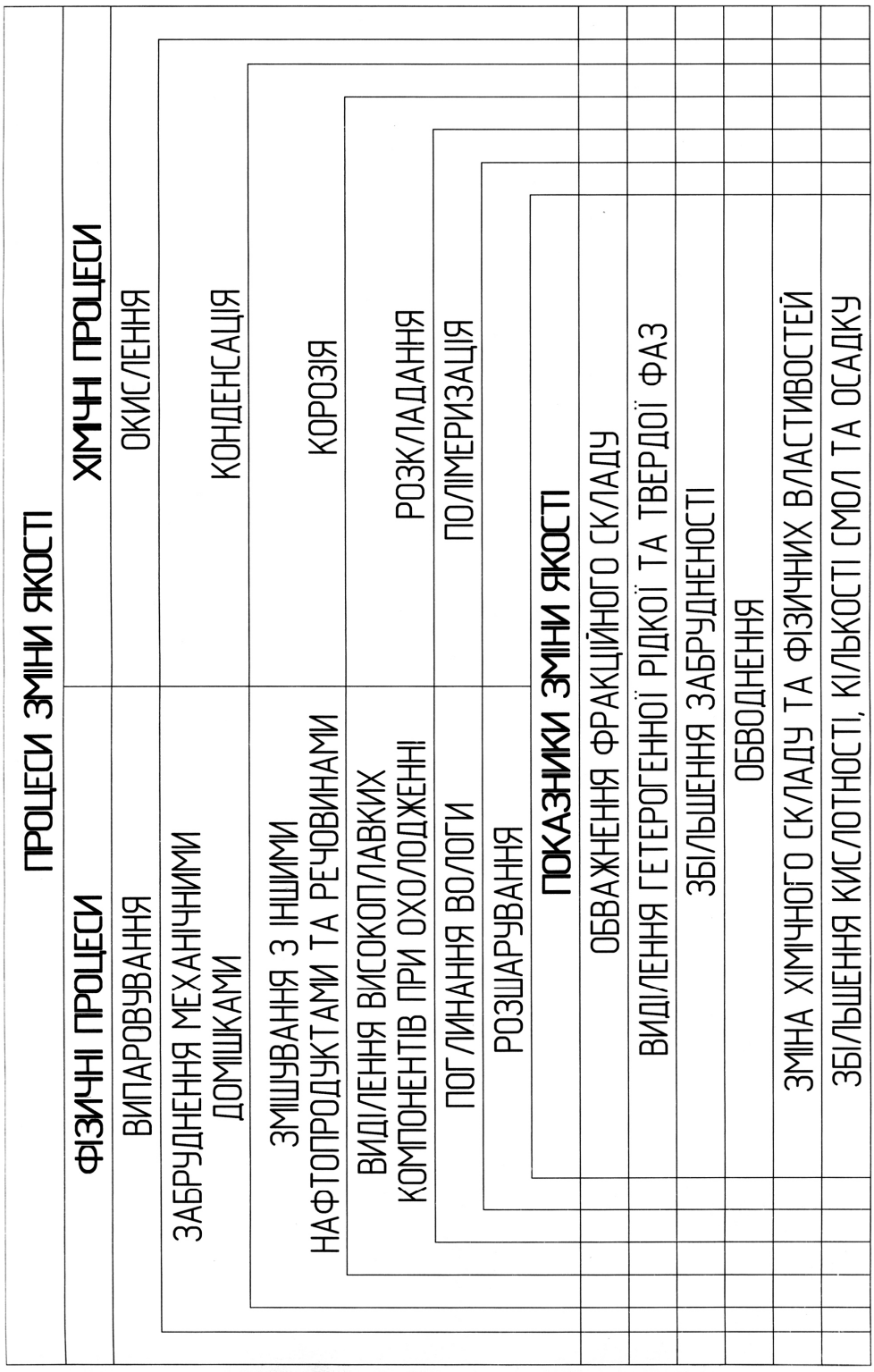

Рис. 5.1. Вплив різних факторів на зміну якості нафтопродуктів

З мінеральними домішками із повітря у нафтопродукти потрапляють також сполуки алюмінію, кальцію, натрію а також інші елементи. У результаті корозії і хімічних реакцій сірчаних сполук з металами у нафтопродуктах поступово накопичується тверда фаза з високим вмістом заліза.

Вміст механічних домішок у бензині може досягати 0,04…0,06 кг/т, з у дизельних паливах - 0,15, а іноді 0,6 кг/т.

Забрудненість палива і мастильних матеріалів є серйозною небезпекою для агрегатів, двигунів, машин і механізмів. Крім того, продукти забруднення виконують роль каталізаторів окислення і осадоутворення у нафтопродуктах.

В реальних умовах транспортування і зберігання відбувається також постійне насичення нафтопродуктів водою і конденсація її на металевих поверхнях. Вода також може потрапляти у нафтопродукти у вигляді дощу та снігу через відкриті або не ущільнені люки, несправні кришки ємностей, або несправні дихальні клапани. Головним джерелом накопичення води у паливно-мастильних матеріалах є атмосферна волога у вигляді водяної пари. Вона при зміні температури нафтопродуктів і стінок резервуарів, цистерн та інших ємностей конденсується на металевих поверхнях. Конденсація водяної пари протікає, як правило, у об'ємі нафтопродуктів, а потім краплі води проникають крізь їхній шар до металевих поверхонь. При цьому краплі води розчиняють і захоплюють за собою водорозчинні продукти окислення вуглеводневих і не вуглеводневих компонентів нафтопродуктів. Крім того вода, маючи високу полярну активність, може притягувати полярні мало стабільні з'єднання, які не розчиняються, і транспортувати їх до металевих поверхонь. Таким чином між металом і нафтопродуктом практично завжди утворюються водяна плівка, яка сприяє розвитку електрохімічних процесів корозії.

Вода може бути розчиненою у нафтопродуктах, а також знаходитись у вигляді емульсії та у вільному стані. Розчинність води у нафтопродуктах незначна і залежить від їхнього хімічного складу і зовнішніх умов. З підвищенням молекулярної

маси вуглеводнів нафтопродуктів розчинність води зменшується, а стійкість емульсії, що утворюється, збільшується. Вільна вода, звичайно, знаходиться на дні резервуара і є джерелом утворення емульсії. Швидкість насичення нафтопродуктів водою залежить від тиску водяної пари у газовому просторі резервуара над нафтопродуктом. З підвищенням тиску вміст води у нафтопродуктах збільшується. Ефект проявляється більш сильно, якщо тиск збільшується з одночасним підвищенням вологості.

Суттєво впливає на швидкість обводнення палив і мастильних матеріалів площа контакту нафтопродукту з атмосферним повітрям та висота заповнення резервуару (товщина шару нафтопродукту). Зі збільшенням товщини шару швидкість насичення водою зменшується.

Вода, яка накопичується у нафтопродуктах, значно погіршує їхню якість. При наявності води підвищується в'язкість і температура помутніння нафтопродуктів, погіршується прокачуваність та фільтрівність при низьких температурах. Внаслідок наявності води у паливах значно інтенсифікуються корозійні процеси у резервуарах і процеси самосмолоутворення. При обводненні нафтопродуктів суттєво змінюється концентрація води (0,1…0,2%), знижується вміст присадок на 40…50% внаслідок випадання їх в осадок.

При вирішенні питань зберігання нафтопродуктів на нафтоскладах підприємств необхідно враховувати їхню здатність до випаровування. Випаровування нафтопродуктів спостерігається при зберіганні у негерметичних резервуарах, які обладнані дихальними клапанами, а також при прийманні, видачі, перекачуванні і заправці машин та механізмів. Під час зливання-наливання нафтопродуктів повітряна суміш витісняється із резервуарів у навколишню атмосферу і безповоротно втрачається.

Втрати палива можуть виникати навіть при "правильному" їхньому зберіганні. Вони пов'язані з малими "диханнями" резервуарів при зміні тиску і температури навколишнього сере-

довища. Найбільше від випаровування погіршується якість автомобільних бензинів, як найлегших нафтопродуктів. Меншу випаровуваність мають дизельні палива, а масла в умовах належного зберігання практично не випаровуються.

У бензинах внаслідок втрат легких фракції при випаровуванні важчає фракційний склад (підвищуються температури початку кипіння та википання 10, 50 і 90%), зменшується тиск насиченої пари. Разом з цим у не етилованого бензину знижується октанове число, а у етилованого збільшується концентрація тетроетилсвинцю (ТЕС) з одночасним зменшенням бромистого виносника свинцю (C_2H_5B входить до складу етилової рідини), який легко випаровується. У результаті цього порушується співвідношення між ТЕС і виносником, що приводить до збільшення утворення відкладень з'єднань свинцю на деталях камери згоряння двигуна.

Для зниження втрат нафтопродуктів необхідно постійно контролювати герметичність резервуарів і справність дихальної апаратури. Втрати від випаровування значно знижуються при скороченні кількості і часу перекачувань нафтопродуктів, зменшенні об'єму газового простору за рахунок більш повного заповнення ємностей паливом. Потрібно також приймати заходи для зниження добових коливань температур нафтопродукту, що зберігається, і газового простору резервуарів.

При незмінному зовнішньому тиску і постійності температури нафтопродуктів та паро газового простору виключаються їхні втрати від малих "дихань". Ефективним методом скорочення температурних коливань є зберігання нафтопродуктів у підземних резервуарах, фарбування резервуарів у світлі тони, використання природних та штучних екранів. Наливати нафтопродукти у ємності рекомендується тільки закритим способом через приймально-роздавальні патрубки. Ступінь заповнення резервуарів не повинна перевищувати 94…96%. Слід уникати видавання палива через люки резервуарів.

При транспортуванні і зберіганні нафтопродукти можуть розчиняти в собі повітря і під впливом кисню, що знаходиться в

ньому, окислюватися. Окислення вуглеводнів та гетеро органічних (сірчистих, азотних, кисневих і металоорганічних) сполук приводить до утворення складної суміші кисневмісних речовин різної будови і молекулярної маси. У результаті подальших хімічних і фізичних перетворень цих речовин утворюються смоли. При цьому властивості і склад смол, що накопичуються у нафтопродуктах, безперервно змінюються. Зі збільшенням тривалості зберігання нафтопродуктів смоли стають все більш "кислими" – в них постійно росте вміст кисню, збільшується молекулярна маса і густина. При подальшому окислювальному ущільненні смол в результаті реакцій конденсації і полімеризації з'являються молекули, які вже не розчиняються у суміші вуглеводнів, і розчин стає колоїдним. Найбільші дрібні і тверді смолянисті частинки потім агрегатуються у більш крупні, утворюючи нерозчинний осадок.

Окислюваність, утворення смол і осаду у нафтопродуктах залежить від їхнього групового вуглеводневого складу, наявності і структури гетероорганічних сполук, наявності інгібіторів окислення, концентрації кисню, контакту з каталітично активними металами та інших чинників. Указані процеси найбільш інтенсивно протікають у нафтопродуктах із значним вмістом неграничних вуглеводнів. Підвищення температури палив і мастильних матеріалів також прискорює ці процеси. Так бензини, які зберігаються в умовах жаркого клімату, окислюються в 1,5…2,0 рази швидше, ніж ті, що зберігаються у помірному кліматі.

На окислення етилованих бензинів істотно впливає наявність етилованої рідини. В них може відбуватися окислювальний розпад тетраетилсвинцю з утворенням нерозчинних свинцевовмісних продуктів. Виникнення і розвиток окислювальних процесів у дизельних паливах пов'язано, в основному, з наявністю сірчистих і кисневмісних сполук, які, у свою чергу залежать від початкової сировини і технології отримання.

Стосовно нафтових мастильних матеріалів, то вони у процесі зберігання при відносно невисоких температурах навколишнього середовища окислюються мало. Проте в цьому випадку (навіть при тривалому зберіганні у герметичній тарі) окислення певною мірою спостерігається і отже приводити до потемніння масла, збільшення кислотності та інших небажаних змін. Проте добре очищені мастильні матеріали при зберіганні в неопалювальних складських приміщеннях в запаяних бідонах або бочках можуть зберігати свої фізики-хімічні та експлуатаційні показники, у тому числі і стабільність проти окислення, протягом багатьох років.

Утворення смол і осадків у паливах та мастильних матеріалах значною мірою визначають експлуатаційні властивості нафтопродуктів: хімічну і фізичну стабільність, займистість, схильність до нагаро- і шлакоутворення, корозійну активність та ін.

Інтенсивність окислення і смолоутворення можна уповільнити шляхом зменшення площі контакту нафтопродукту з повітрям, кількості перекачувань. Найкращі умови для зберігання стабільності нафтопродуктів створюються при зберіганні їх у підземних, максимально заповнених резервуарах, цистернах, бочках та інших ємностях, у яких відсутні вода і забруднення.

У практиці роботи нафтогосподарств, нафтоскладів, СТО, АЗС часто доводиться мати справу з некондиційними нафтопродуктами, якість яких за тих, або інших причин погіршилася і не відповідає вимогам стандартів, або технічним умовам. У цьому випадку оцінка можливих напрямків і результатів зміни якості нафтопродуктів, реалізація організаційно-технічних заходів для більш повного попередження цих змін повинні бути засновані на глибоких знаннях механізму і закономірностей процесів, які протікають у паливах і мастильних матеріалах.

2. ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ЗМІНИ ЯКОСТІ НАФТОПРОДУКТІВ

2.1. Фізичні і хімічні процеси
2.2. Зовнішні умови
2.3. Конструктивні чинники
2.4. Показники якості нафтопродуктів, найбільш схильні до зміни при тривалому зберіганні
2.5. Гарантійні терміни зберігання

Зміна якості нафтопродуктів при зберіганні залежить від їх хімічного складу *X*, умов зберігання, транспортування і застосування *Y*, конструктивних особливостей технічних засобів і стану їх поверхні, що контактує з нафтопродуктами *K*. В загальному вигляді швидкість зміни якості палив і масел дак можна виразити так

$$W_к = f\left(X, Y, K\right). \qquad (5.1)$$

Під впливом зовнішніх чинників в паливах і маслах протікають фізичні і хімічні процеси. Основними фізичними процесами є: випаровування, розшарування, забруднення механічними домішками і водою, випадання високоплавких компонентів при охолоджуванні, а також випадкове змішення в резервуарах і при послідовному перекачуванні по трубопроводах нафтопродуктів різного сорту, наприклад реактивного палива і бензину. Велика частина цих процесів приводить до необорот-

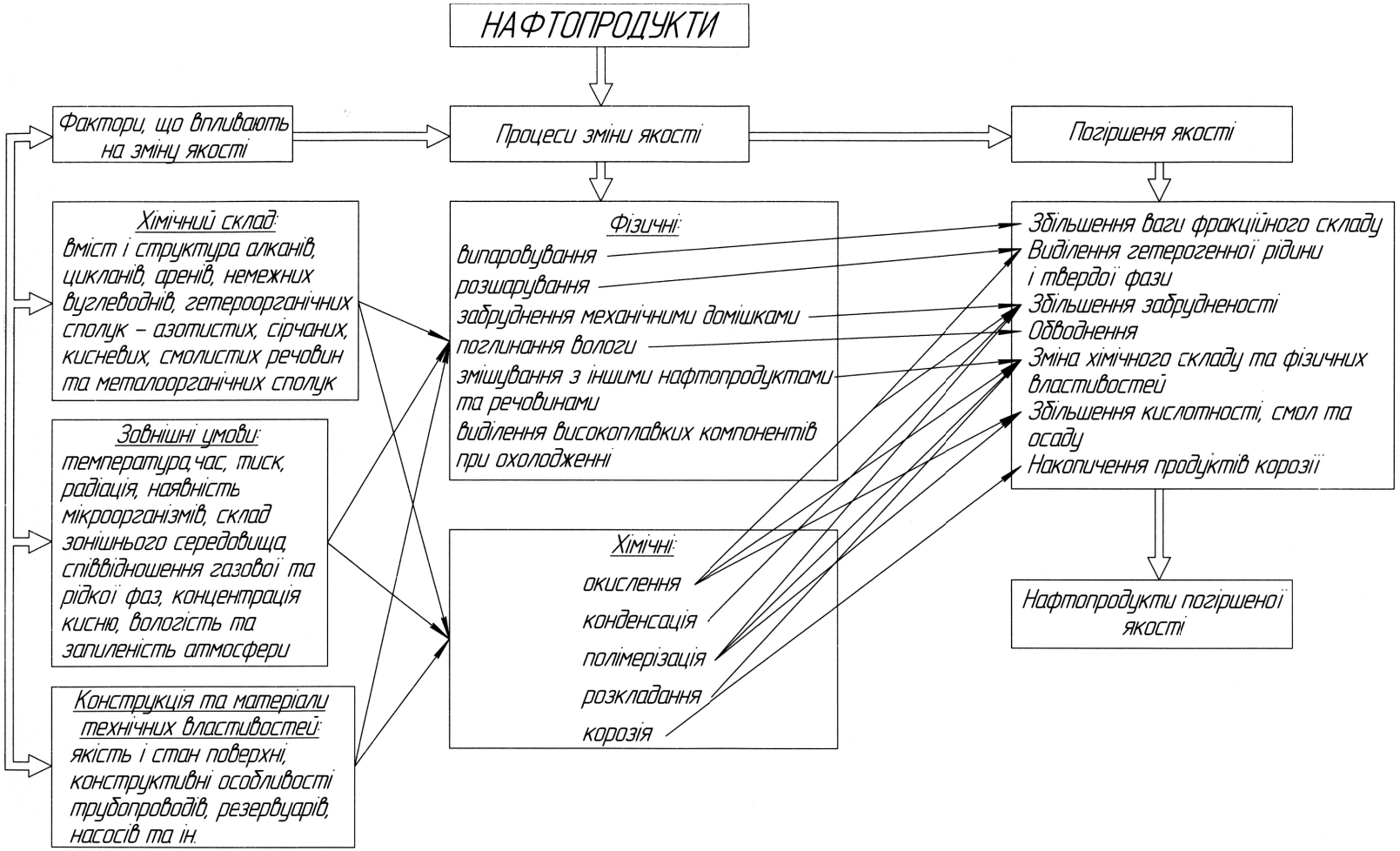

Рис. 5.2. Основні причини і напрямки зміни якості нафтопродуктів

ної зміни якості нафтопродуктів. Основні хімічні процеси наступні: окислення, розкладання, полімеризація і конденсація, корозія, взаємодія між окремими компонентами, яка, проте, для нафтопродуктів не характерна. Узагальнена схема впливу різних чинників на зміну якості нафтопродуктів представлена на рис. 5.2.

2.1. Фізичні і хімічні процеси

Випаровування. Вплив процесів випаровування на зміну якості нафтопродуктів обумовлений за інших рівних умов тиском насиченої пари і фракційним складом палив та масел, а також умовами зберігання і транспортування. Під впливом випарову-вання найсильніше змінюється якість бензинів; у реактивних і дизельних палив якість міняється менше. Якість масел при випаровуванні в умовах зберігання практично не змінюється.

При правильному зберіганні процеси випаровування навіть найбільш легких бензинів можна звести до мінімуму. Досить швидке випаровування і пов'язане з цим погіршення якості палив спостерігається при зберіганні і транспортуванні в резервуарах, що мають нещільність. Налив в авто- і залізничні цистерни, заправка відкритим струменем приводять до значного випаровування легких фракцій палив і зміни їх якості. Ефективним засобом зменшення випаровування і зберігання якості нафтопродуктів є виконання спеціальних технічних заходів – зберігання в резервуарах з підвищеним тиском, з плаваючими дахами і понтонами з пластмас, в заглиблених резервуарах. Ефективно також застосування мікропорожнистих кульок з пластмас, захисних емульсій і поверхнево-активних плівок, газового обв'язування, відбивно-теплової ізоляції і спеціального забарвлення резервуарів.

Забруднення. Зміна якості із-за процесів забруднення мало залежить від властивостей нафтопродуктів і визначається в основному умовами зберігання і транспортування, а також за-

брудненістю зовнішнього середовища. При зберіганні, транспортуванні, перекачуванні і заправці повинні бути створені умови, що виключають або можливо повно обмежують попадання води, бруду, піску і інших забруднень в нафтопродукти. Невиконання цих умов зазвичай пов'язане з поганим станом технічних засобів і низькою кваліфікацією обслуговуючого персоналу. При пониженні температури іноді спостерігається виділення високоплавких компонентів і деяких присадок. В цьому випадку якість нафтопродуктів погіршується тільки при застосуванні в умовах низьких температур. Ці процеси обратимі, тому нагріванням можна відновити якість нафтопродуктів.

Змішення. Палива і масла при випадковому змішенні з іншими нафтопродуктами або іншими речовинами можуть бути необоротно зіпсовані. Це відбувається при заливі в погано підготовлені залізничні цистерни і інші транспортні місткості. На складах і базах такі випадки досить рідкісні і спостерігаються при неправильному управлінні внутрішньоскладськими перекачуваннями, а також процесами видачі і прийому палив і масел. Найбільш сильно змінюється якість при змішенні нафтопродуктів, що значно розрізняються по физико-хімічним властивостям.

Розшарування. Зміна якості внаслідок процесів розшарування для нафтопродуктів не характерно, оскільки вуглеводні в основному добре розчиняються один в одному. Ці процеси більше характерні для сумішей вуглеводнів з органічними речовинами, що погано розчиняються в них, особливо при низьких температурах. Проблема погіршення якості при розшаруванні може стати практично важливою при використанні, наприклад, як палива сумішей вуглеводнів із спиртами і інших замінників. Процеси розшарування характерні також для деяких спеціальних рідин.

Таким чином, фізичні процеси можуть привести до значного погіршення якості нафтопродуктів.

Окислення. Істотно погіршується якість палив і масел внаслідок процесів окислення. Принципово ці процеси можна усу-

нути, якщо з рідкого і газового середовища нафтопродуктів видалити кисень. Проте при зберіганні десятків тисяч тонн нафтопродуктів це, здавалося б, просте рішення стає важкоздійсненним. Практично в даний час зберігання і транспортування нафтопродуктів здійснюються в середовищі повітря. Таким чином, окислення – одна з найважливіших причин зміни якості палив і масел.

Неприємним наслідком процесів окислення є утворення смол і осаду, що погіршують експлуатаційні властивості нафтопродуктів. На жаль, спеціальними технічними заходами, вживаними в даний час (зменшенням газової фази, пониженням температур і ін.), можна лише уповільнити процеси окислення, повністю їх усунути не вдається навіть самому висококваліфікованому технічному персоналу при використанні сучасного устаткування. Легко піддаються окисленню і процесам корозії конструкційні матеріали при контакті з нафтопродуктами. Присутність в них сірчастоорганічних з'єднань (особливо меркаптанів, сірководня), кислот (карбонових, сульфокислот) і води прискорює процеси корозії. Продукти корозії забруднюють палива і масла та погіршують їх якість.

2.2. Зовнішні умови

Серед зовнішніх умов на зміну якості найбільш впливають температура і її коливання, час зберігання, ступінь заповнення резервуарів, інтенсивність перекачувань, запилення і вологість навколишньої атмосфери і характер сполучення з нею нафтопродуктів, контакт **з** металами, дія світла, радіації і мікроорганізмів.

Зберігання при пониженій температурі з мінімальними її коливаннями найсприятливіше для зберігання якості нафтопродуктів. При пониженій температурі випаровування палив відносно мала, процеси окислення і корозії протікають з меншою швидкістю. Тому зберігання нафтопродуктів в підземних резер-

вуарах найвигідніше. Навпаки, зберігання в наземних резервуарах, особливо в районах з різкими змінами температури протягом доби, приводить до значної зміни якості палив і масел. Різка зміна температури викликає інтенсивніше і глибше «дихання» резервуарів, в результаті легкі фракції палив втрачаються, а в резервуари поступає повітря, що приводить при великій його запиленості і вологості до інтенсивного забруднення і обводнення нафтопродуктів.

Зберігання нафтопродуктів є одним з основних і найбільш тривалих операцій на складах і нафтобазах. Перекачування палив і масел в транспортні засоби і резервуари нафтобаз та видача з них займають відносно невеликий час, протягом якого нафтопродукти хоч і енергійно контактують з повітрям, властивостей відразу істотно не змінюють. Проте перекачування палив і масел можуть надалі негативно впливати на їх якість при зберіганні і застосуванні. Наприклад, індукційний період малостабільних бензинів в результаті одного перекачування може зменшуватися на 20…25%. Відомий випадок, коли після трьох перекачувань стабільного автомобільного бензину його індукційний період знизився з 870 до 230 хв. Інтенсивне насичення палив і масел повітрям під час перекачувань негативно впливає на їх стабільність при подальшому зберіганні. Несприятливо відбивається на якості нафтопродуктів і їх зберігання при великому співвідношенні парової і рідкої фаз. Збільшення об'єму парової фази значно прискорює процеси окислення, втрати палив зростають, і якість погіршується досить швидко.

Транспортування палив і масел, особливо морським транспортом, може займати декілька місяців. При попаданні морської води, механічних домішок, повітря в процесі транспортування якість палив і масел може істотно змінитися. Погіршення якості нафтопродуктів може бути глибшим в результаті дії різного електромагнітного випромінювання.

Погіршення якості вуглеводневих палив і масел може бути значним при дії певних мікроорганізмів, особливо в умовах підвищених температур і вологості.

2.3. Конструктивні чинники

Серед конструктивних чинників найбільший вплив на зміну якості нафтопродуктів мають якість контактуючих металів і особливий стан їх поверхні; форма і розміри резервуарів; поверхня постійного контакту рідкої фази нафтопродуктів з металом; наявність і досконалість дихальних клапанів; конструктивні особливості обв'язування резервуарів, насосів, фільтрів, захисних пристроїв, фільтруючих пристроїв для очищення повітря, що поступає в резервуари.

На зміну якості нафтопродуктів вельми впливають метали. Найбільш впливають мідь, її сплави і солі. Сприяє збільшенню швидкості корозії і присутність декількох металів, наприклад сталь-алюміній, сталь-мідь. В цьому випадку, особливо у присутності води, інтенсивно протікають процеси електрохімічної корозії, продукти якої забруднюють палива і масла.

Більшість технічних засобів для нафтопродуктів виготовляються із сталі марки Ст3. Чиста поверхня цієї сталі робить менший вплив на зміну якості нафтопродуктів, ніж окислена. Особливо великий вплив нижчих гідратованих оксидів заліза. У їх присутності процеси окислювальної деструкції найменш стабільних компонентів нафтопродуктів протікають найінтенсивніше.

Оптимальними по конструкції, з погляду найменшого впливу на зміну якості нафтопродуктів, є кульові резервуари, заповнені на 90…95%. В цьому випадку площа випаровування і відношення поверхні контактуючого металу до об'єму нафтопродукту мінімальні. У нижній частині таких резервуарів зручно робити злив і розміщувати устаткування для видалення небажаних гетерогенних речовин, що накопичуються на дні резервуару.

Великий вплив конструктивної досконалості допоміжного устаткування резервуарів на зміну якості нафтопродуктів.

Дихальні клапани повинні бути обладнані на оптимальні перепади тиску. Запобігання втратам легких фракцій нафтопродуктів найефективніше може бути досягнуте обв'язуванням резервуарів з необхідним числом буферних ємностей.

Технологічні комунікації складів і нафтобаз повинні включати необхідні засоби очищення нафтопродуктів. Недостатнє очищення прискорює процеси коагуляції продуктів окислення в смолянисті речовини. Конструктивні особливості устаткування для зовнішнього захисту нафтопродуктів від забруднення повинні бути такі, щоб якомога повніше запобігати попаданню механічних домішок і води з атмосфери.

2.4. Показники якості нафтопродуктів, найбільш схильних до зміни при тривалому зберіганні

Накопичений довголітній досвід зберігання нафтопродуктів дозволив визначити основні показники якості, які найбільше змінюються при зберіганні і транспортуванні. В табл. 5.1 приведені показники якості нафтопродуктів і спеціальних рідин, найбільш схильних до зміни в умовах правильного зберігання, з дотриманням встановлених правил і інструкцій. При неправильному зберіганні в умовах негерметичності, забруднення механічними домішками і водою число показників якості, схильних до зміни, збільшується (табл. 5.2).

У легких нафтопродуктах найзначніше змінюється фракційний склад. Це обумовлено порівняно низькою температурою початку кипіння бензинів і слабкою міжмолекулярною взаємодією низькомолекулярних вуглеводнів. У етилованих бензинах вміст тетраетилсвинцю (ТЕС) змінюється набагато швидше, ніж при герметичному зберіганні, що обумовлено низькою стабільністю ТЕС і його здатністю розкладатися під впливом кисню повітря і інших чинників.

Таблиця 5.1

Фізико-хімічні показники якості нафтопродуктів, найбільш схильних до змін при тривалому зберіганні

Нафтопродукти	Показники якості	Середнє значення зміни за рік зберігання
Автомобільний бензин	Вміст фактичних смол	-
Дизельне паливо	Вміст фактичних смол; кислотність	2,6 мг/100 мл; 0,008 мг КОН/100 мл
Змащувальні масла, мастила та спеціальні рідини	В межах встановлених термінів зберігання зміна показників якості не перевищує точності методу випробування або не відбувається зовсім	-

Таблиця 5.2

Показники якості нафтопродуктів, найбільш схильних до змін при неправильному зберіганні

Продукти	Показники
Етиловані бензини	Фракційний склад, вміст ТЕС, період стабільності, вміст смол, кислотність
Неетиловані бензини	Фракційний склад, вміст смол, кислотність
Дизельні палива	Кислотність, вміст смол
Котельні палива	Вміст смол
Автомобільні, дизельні масла	Кислотність
Турбінні масла	Час деемульсації, кислотність
Пластичні мастила	Пенетрація, температура каплепадіння, синерезис, кислотне число, вміст води

Під впливом процесів окислення в паливах і маслах збільшується вміст смол, кислотність; період індукції зменшується. Особливо швидко вміст смолянистих речовин збільшується в паливах і маслах, що містять негранічні і негранично-аренові вуглеводні, а також значну кількість гетероорганічних з'єднань. Спочатку продукти окислення знаходяться у вигляді дійсного розчину у вуглеводневому середовищі, потім в результаті окислювального ущільнення вони випадають у вигляді другої фази. Прискоренню утворення другої фази сприяють забруднення механічними домішками і водою, а також змішення нафтопродуктів, що відрізняються один від одного по хімічному складу. Змішення нафтопродуктів аренової основи з продуктами алканової основи приводить до значного зростання швидкості утворення смол і осаду, що випадають з розчину.

У пластичних мастилах найсильніше змінюються температура каплепадіння, вміст води, пенетрація, що обумовлене зміною під впливом зовнішніх чинників їх складу. Деякі мастила містять загусники, які поглинають вологу. У таких мастилах при контакті з атмосферою особливо активно збільшується вміст води.

Технічні спеціальні рідини нафтового походження схильні в основному до тих же змін, що і нафтопродукти. Їх якість погіршується головним чином внаслідок процесів окислення, випаровування і забруднення.

Спиртові рідини змінюють якість в основному внаслідок поглинання вологи з атмосфери; разом з цим йдуть, звичайно, і процеси окислення, із-за чого кислотність, наприклад етилового ефіру диетиленгліколю і тетрагідрофурфурованого спирту, зростає.

2.5. Гарантійні терміни зберігання

Гарантійні терміни зберігання нафтопродуктів встановлені відповідними ДСТУ і ТУ. Проте слід зазначити, що не на всі палива, масла і спеціальні рідини ДСТУ встановлені гарантійні

терміни зберігання. Немає їх, наприклад, на автомобільні бензини, деякі масла і спеціальні рідини На підставі багаторічного досвіду зберігання нафтопродуктів встановлені оптимальні терміни зберігання в різних кліматичних зонах.

Для нафтопродуктів, що швидко змінюють якість, встановлені мінімальні терміни зберігання. До цих нафтопродуктів відносяться в основному бензини, що містять неграничні вуглеводні. Бензини, стабілізовані антиокислювачем, а також отримані прямою перегонкою, що не містять неграничних вуглеводнів, можна зберігати протягом тривалішого періоду. Терміни зберігання бензинів в напівзаглиблених резервуарах в середній і північній кліматичних зонах також збільшені, що пояснюється нижчими середніми температурами зберігання. Із зменшенням місткості резервуарів терміни зберігання бензинів зменшуються. Наприклад, в каністрах автомобільний бензин А-76 в південній зоні можна зберігати лише півроку. При подальшому зберіганні відбувається значне погіршення його якості. Зменшені терміни зберігання технічного гасу, деяких масел і мастил, схильних до розшарування і виділення рідкої фази.

Таким чином, зміна якості нафтопродуктів визначається їх фізико-хімічними властивостями і складом, а також умовами зберігання, транспортування і конструктивними особливостями технічних засобів зберігання, транспортування і перекачування. Вплив умов зберігання і властивостей нафтопродуктів на зміну їх якості розглянутий в других главах.

3. ВИПАРОВУВАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ

3.1. Основи випаровування
3.2. Властивості нафтопродуктів, що впливають на швидкість випаровування
3.3. Вплив випаровування на зміну якості нафтопродуктів

При перекачуванні, зберіганні, зливі, наливанні, транспортуванні і застосуванні нафтопродуктів відбуваються процеси випаровування, які приводять до кількісних втрат і зміни якості нафтопродуктів. Встановлено, що з часу виробництва до безпосереднього використання в двигунах палива в середньому перекачують з ємності в ємність 10 разів, перевозять різними видами транспорту, зберігають на складах і базах. Необхідно також врахувати втрати з паливної системи машин. Загальна кількість втрат нафтопродуктів від випаровування досягає 10%. Це складає мільйони тонн і завдає великого економічного збитку народному господарству. Втрати легких фракцій приводять до погіршення якості палива, що зменшує термін служби і надійність роботи двигунів.

Нафтопродукти є складною сумішшю вуглеводнів і гетероорганічних з'єднань з різними фізичними властивостями – температурою кипіння і тиском насиченої пари. Найбільш легкими нафтопродуктами є бензини. Початок кипіння автомобільних бензинів вище 35°С. Температура википання 10% автомобільних бензинів знаходиться в межах 55…70°С. Тому у бензинів найсильніше змінюється якість внаслідок випаровування го-

ловних фракцій, до складу яких входять вуглеводні з числом атомів вуглецю в молекулі 5…7.

Меншу випаровуваність мають дизельні палива, але зміна якості цих палив при неправильному зберіганні може бути істотною в результаті втрати головних фракцій.

Найменшу випаровуваність мають змащувальні масла. Випаровування масел в умовах зберігання незначна і зменшується із збільшенням їх в'язкості. Таким чином, по схильності до випаровування і, отже, до зміни якості внаслідок процесів випаровування нафтопродукти розташовуються в наступному убуваючому ряді: бензини – дизельні палива – котельні палива – карбюраторні масла – дизельні масла.

З метою розробки ефективних заходів запобігання зміні якості нафтопродуктів внаслідок випаровування доцільно спочатку розглянути загальні закономірності цих процесів.

3.1. Основи випаровування

Залежно від умов випаровування може бути статичним і динамічним. При статичному випаровуванні рідина і навколишнє середовище нерухомі. У разі динамічного випаровування рідина і газове середовище рухаються один щодо одного. Проте в чистому вигляді статичне випаровування на практиці не зустрічається. Навіть при випаровуванні в нерухоме навколишнє середовище над поверхнею утворюються конвективні потоки, що викликаються дифузією пари (рис. 5.3). Залежно від молекулярної маси пари конвективні потоки можуть бути направлені вгору (рис. 5.3, а) або вниз (рис. 5.3, б). Конвективні потоки інтенсифікують процес випаровування.

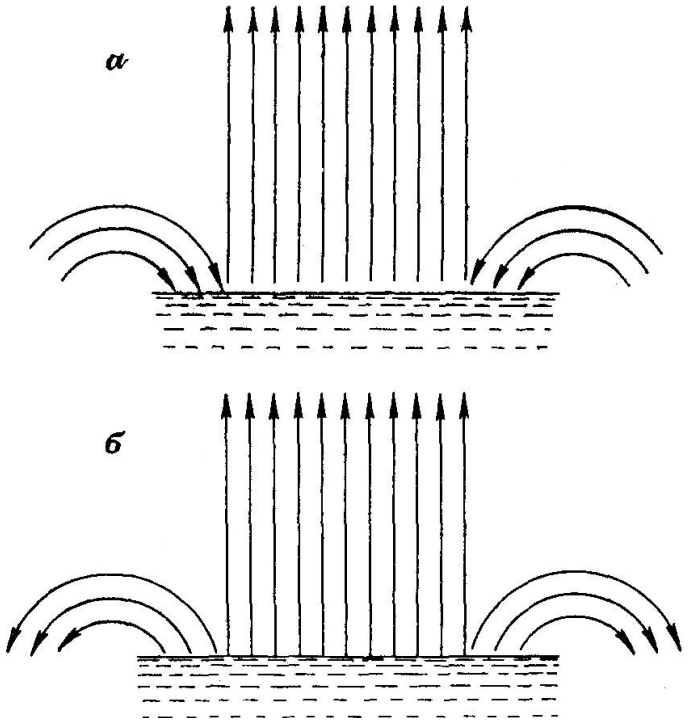

Рис. 5.3. Конвективні потоки, що викликані дифузією пари

Сучасні уявлення про процеси випаровування пов'язані із застосуванням теорії подібності до процесів теплообміну, розширенням уявлень про молекулярні і конвективні процеси перенесення тепла і речовини — розвитком гідродинамічної теорії теплообміну, а також теорії прикордонного шару.

Процеси випаровування палив обумовлені не тільки різницею концентрацій пари, але і температурними ефектами, які завжди супроводять дифузії пари в навколишній простір. Можливі три випадки температурного поля при випаровуванні палива.

В першому випадку температура палива нижча за температуру навколишнього середовища $(t'_m < t'_B)$. Цьому відповідає ламана 1 на рис. 5.4. Необхідне для випаровування тепло береться з навколишнього простору, і випаровування відбувається в адіабатичних умовах. Таке випаровування зустрічається, наприклад, при відкачуванні літом нафтопродуктів з підземного резервуару.

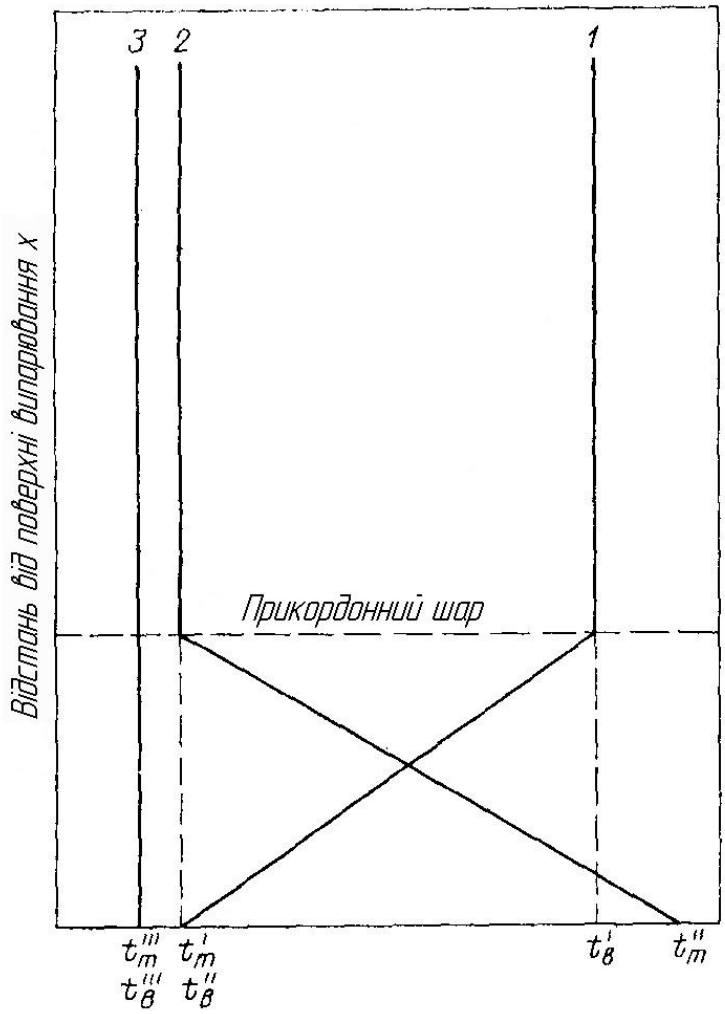

Рис. 5.4. Концентраційні і температурні поля біля поверхні випаровування палива

У другому випадку температура навколишнього середовища нижча за температуру палива ($t_m^{/} < t_B^{/}$). В цьому випадку потік тепла направлений від палива в навколишнє середовище і температурне поле описується ламаною 2 на рис. 5.4.

У третьому випадку температури палива і зовнішнього середовища рівні ($t_m^{/} = t_B^{/}$). Температурне поле в цьому випадку підкоряється прямолінійному закону (пряма 3 на рис. 5.4). Випаровування протікає в ізотермічних умовах, а теплообмін відсутній; відбувається тільки молекулярна дифузія.

Молекулярна маса нафтопродуктів більше молекулярної маси повітря, тому трьом випадкам відповідають процеси випаровування, показані на рис.5.5. Процеси випаровування протікають інтенсивніше в другому випадку, що істотно важливо для практики. Із збільшенням $\Delta t'' = t_T'' - t_B''$ швидкість випаровування збільшується, а із збільшенням $\Delta t' = t_B' - t_T'$ — зменшується при загальному підвищенні температури рідкої фази.

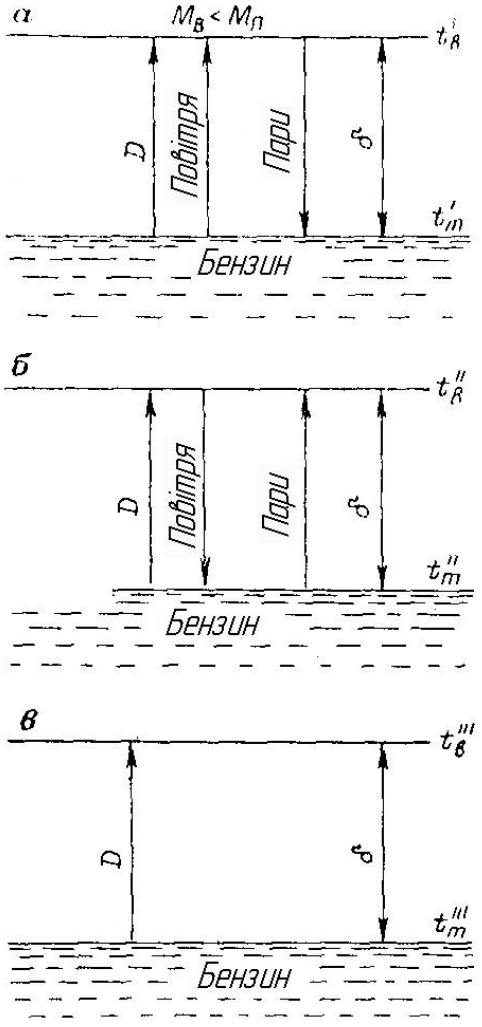

Рис. 5.5. Вплив термодифузії на випаровування бензину в прикордонному шарі:
а – послаблення; б – підсилення випаровування; в – молекулярна дифузія

З вищенаведених даних виходить, що на швидкість випаровування впливають властивості нафтопродуктів, зовнішні умови і конструктивні чинники.

3.2. Властивості нафтопродуктів, що впливають на швидкість випаровування

На швидкість випаровування нафтопродуктів впливають тиск насиченої пари, фракційний склад і середня температура кипіння, коефіцієнт дифузії, теплоємність, теплопровідність, теплота випаровування, поверхневе натягнення. Непрямий вплив роблять в'язкість, щільність та інші властивості нафтопродуктів.

Тиск насиченої пари. Для нафтопродуктів, що є складними багатокомпонентними рідинами, цей тиск залежить від температури, співвідношення рідкої і парової фаз та складу палив і масел. При випаровуванні палив спочатку випаровуються легкі фракції з високим тиском насиченої пари. Тому тиск насиченої пари палива завжди вище на 10…20%, ніж слід чекати із закону адитивності.

Максимальний тиск насиченої пари мають бензини, які характеризуються інтенсивним наростанням тиску при температурах вище 60…80 ^{0}C (рис. 5.6). Дизельні палива характеризуються меншим тиском насиченої пари. Тиск насиченої пари можна розрахувати

$$\lg p_s = -A/T + B, \qquad (5.2)$$

де A і B – постійні (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Коефіцієнти A і B в рівнянні (5.2), середні дані

Нафтопродукти	Границі температур, ^{0}C	A	B
А-76, АИ-93 (зимові)	14…50	1826	10,583
	50…84	1977	11,061
А-76, АИ-93 (літні)	18…50	1766	10,298
АИ-98	50…90	2107	11,161
ДА	106…200	2360	6,659
	40…200	1715	8,502
ДЗ	20…100	871	6,299
	100…200	1677	8,454
ДЛ	110…205	3030	8,464
	20…120	333	4,534
Паливо з границями кипіння 238…350 ^{0}C	120…200	1625	7,924

Тиск насиченої пари після видалення з палив газів зменшується. Для розрахунку тиску насиченої пари використовують рівняння Антуана

$$\lg p_s = A - B/(C + t). \qquad (5.3)$$

Коефіцієнти *A, B, C* наведено в довідниках.

Більш точно залежність $p_s(T)$ визначається так

$$\lg p_s = -A/T + B\lg T + CT + ... + const. \qquad (5.4)$$

Частіше за все в цьому рівнянні використовують три складові. Рівняння $\lg p_s = -A/T + B\lg T + C$ дає залежність $p_s(T)$ до критичних температур з похибкою не більше 3%.

Тиск насичених парів (Па) моторних палив при нормальному зовнішньому тиску і 0 ^{0}C можна розрахувати також за формулою

$$\lg p_s = 9{,}18 - 4770/(568 - t_s). \qquad (5.5)$$

Для визначення тиску насиченої пари (Па) палив від -30 до +100 ^{0}С можна використовувати формулу П.А. Рибакова

$$p_s = p_{38} \cdot 10^{-1430/T+4{,}6}. \qquad (5.6)$$

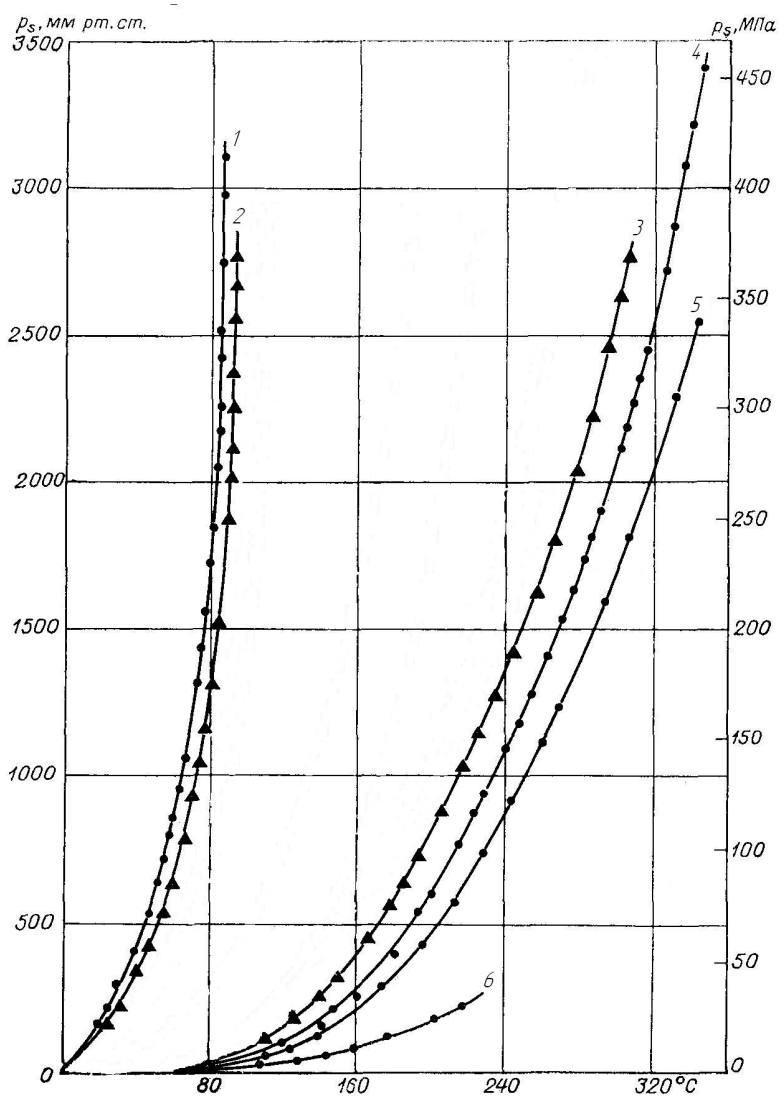

Рис. 5.6. Вплив температури на тиск насиченої пари нафтопродуктів (середні дані):
1 – А-76, АИ-95 (зимові); 2 – А-76, АИ-95 (літні), АИ-98; 3 – ДА; 4 – ДЗ; 5 – ДЛ; 6 – паливо з границями кипіння 238…350 ^{0}С

Співвідношення об'ємів, займаних рідкою і паровою фазами, робить істотний вплив на тиск насиченої пари. Із збільшенням співвідношення рідкої і парової фаз тиск насиченої пари зростає. За дійсне значення слід приймати тиск насиченої пари, коли $V_П \to \infty$.

Відмінність в складах рідкої і парової фаз зазвичай зростає з пониженням температури і тиску: при низьких температурах пари багатше легкими фракціями. Тиск насиченої пари над криволінійною поверхнею декілька вище, ніж над плоскою. Проте вплив кривизни поверхні випаровування на тиск насиченої пари не дуже значний. Наприклад, тиск насиченої пари у поверхні краплі діаметром 0,3 мм на 3% вище, ніж над плоскою поверхнею.

Фракційний склад і середня температура кипіння. Фракційний склад істотно впливає на швидкість випаровування. Важливе значення має не тільки температура початку кипіння, але і температура википання головних фракцій. З полегшенням фракційного складу зростають температури википання середніх і навіть кінцевих фракцій. При пониженні температур википання 10, 50 і 90% швидкість випаровування збільшується.

Автомобільні бензини характеризуються близьким фракційним складом. Бензини А-76, АИ-95 і АИ-98 мають практично однаковий фракційний склад і, отже, швидкість випаровування.

В порівнянні з літніми зимові сорти автомобільних бензинів мають легший фракційний склад, що пояснюється особливостями їх застосування. Швидкість випаровування зимових сортів бензину, особливо в літній період, значно вище за швидкість випаровування літніх сортів.

Теплоємність і теплопровідність. Їх вплив на швидкість випаровування непрямий, оскільки вони визначають час прогріву або охолоджування палива, що випаровується, і температуру рідини, що випаровується, при зміні зовнішніх умов. Теплоємність [кДж/(кг·К)] залежить від температури

$$c_p = a + bt, \qquad (5.7)$$

де *a, b* - постійні.

Теплоємність нафтопродуктів при 0°С може бути розрахована з помилкою не більше 5% за формулою

$$c_p = A \Big/ \sqrt{\rho_4^{15}}\,. \tag{5.8}$$

Коефіцієнт A для палив приймають рівним 53,5247. Для визначення середньої теплоємності пари палив при температурах від 0 до 300°С використовують рівняння

$$c_p^t = c_p^0\left(1+\alpha t\right), \tag{5.9}$$

де c_p^t і c_p^0 - середня теплоємність пари при t і 0°С;

a - эмпіричний коефіцієнт.

Теплопровідність [Вт/(м·К)] нафтопродуктів при температурах від 0 до 300°С можна розрахувати

$$\lambda_t = \lambda_0\left(1+\alpha t\right). \tag{5.10}$$

Для палив a приймають рівним 0,0012…0,00144. Коефіцієнт теплопровідності при 0°С і нормальному тиску

$$\lambda_0 = 96{,}2 / \rho_4^{15}, \tag{5.11}$$

а також

$$\lambda_0 = 0{,}1368 - 0{,}00002688t\,. \tag{5.12}$$

Теплопровідність λ_t можна визначити також за формулою

$$\lambda_t = A_0 c_p \rho^{4/3} M^{1/3}, \tag{5.13}$$

де A_0 – універсальна величина для всіх палив при $T=0{,}5T_{кр}$.

Для певного палива величина $A_0 c_p \rho^{4/3} M^{-1/3}$ - постійна, тому

$$\lambda_t = B\sqrt{\rho_t^4}\,. \tag{5.14}$$

Коефіцієнт B для палив дорівнює $(3{,}68…4{,}25)\cdot 10^{-4}$ в інтервалі температур -50…+200°С. Залежність λ_t від температури описується також відомим рівнянням

$$\lambda_t = \lambda_0 \left(T / T_0 \right)^n , \qquad (5.15)$$

де $n = 2{,}00…2{,}10$.

Теплоємність палив при нормальних температурах складає 1,89…2,1 кДж/(кг·К) і зростає з підвищенням температури (табл. 5.4), теплопровідність же зменшується. Теплопровідності бензинів, дизельних палив розрізняються трохи і підвищуються із збільшенням температури кипіння палив.

Таблиця 5.4

Теплоємність та теплопровідність деяких палив (середні значення)

Палива	Температура, ^{0}C	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Теплоємність, кДж/(кг·К)
Бензини	-50	0,1356	1,6800
	0	0,1242	1,9315
	20	0,1188	2,0454
	50	0,1140	2,2092
	100	0,1037	2,4486
	150	0,0948	2,7048
	200	0,08256	2,9652

Теплота випаровування. Також як теплопровідність і теплоємність, ненапряму впливає на швидкість випаровування палив. При значній теплоті паротворення температура палива помітно знижується і швидкість випаровування зменшується. Теплота випаровування залежить від тиску і для вуглеводнів і нафтопродуктів зменшується із збільшенням молекулярної маси і температури кипіння. За інших рівних умов теплота випаровування зменшується при переході від неграничних вуглеводнів і аренів до цикланів і алканів. Підвищена теплота випаровування неграничних вуглеводнів і аренів пояснюється їх асоціацією. Різ-ниця в теплоті випаровування неграничних вуглеводнів і алканів в порів-нянні з алканами може досягати 60 кДж/кг.

3.3. Вплив випаровування на зміну якості нафтопродуктів

При зберіганні нафтопродуктів в герметичних резервуарах зміни якості із-за втрати легких фракцій не відбувається. Якість нафтопродуктів погіршується тільки при негерметичному зберіганні (зокрема і в «дихаючих» резервуарах), а також при приємі, видачі, перекачуванні і заправці машин. Найбільшою мірою змінюється якість при зберіганні авіаційних і автомобільних бензинів, як найбільш легких нафтопродуктів, а також палива Т-2, початок кипіння якого знаходиться в межах 60°С. У меншій мірі змінюється якість реактивних палив, особливо важких. На якість решти палив і масел при правильному зберіганні процеси випаровування практично не впливають.

У бензинах внаслідок втрат легких фракцій знижується октанове число, зменшується вміст виноснику свинцю – бромистого етилу (у етилованих бензинах), тиск насиченої пари, підвищуються температура початку кипіння і температура википання 10, 50 і 90%. В окремих випадках може підвищитися кінець кипіння бензинів. В результаті випаровування головних фракцій утруднюється запуск, зменшується приємистість двигуна, збільшується знос і утворення нагару.

Зменшення октанових чисел бензинів при втраті легких фракцій пояснюється тим, що із зменшенням молекулярної маси вуглеводнів і температури їх кипіння октанові числа підвищуються. Вуглеводні з температурою кипіння 36…60°С мають досить високі октанові числа (табл. 5.5), внаслідок чого з втратою цих вуглеводнів октанове число бензинів зменшується. Закономірність зміни октанових чисел вузьких фракцій бензину з підвищенням їх меж википання є загальною для бензинів зі всіх нафт.

Таблиця 5.5

Детонаційні властивості вузьких фракцій бензину з нафти алканової основи

Температура википання фракцій, ^{0}C	Груповий вуглеводневий склад, %			Октанове число	
	Алкани	Циклани	Арени	без ТЕС	с 2,5 г ТЕС на 1 кг бензину
30…65	100	100	0	72,1	96,4
65…72	70,1	25,3	4,6	52,2	80,3
72…95	37,2	50,4	12,6	48,2	98,3
95…102	50,2	44,6	5,2	52,1	78,3
102…115	34,8	32,2	30,0	78,4	97,2
115…132	52,6	40,8	6,6	48,2	80,3
132…140	42,4	30,8	26,8	48,3	90,1
140…168	48,3	40,1	11,6	40,0	75,0

Температура кипіння бромистого етилу, що входить до складу етилової рідини, складає +38 °С. Тому при неправильному зберіганні бензину він випаровується; в результаті цього порушується стехиометричне співвідношення між ТЕС і виносником і збільшується утворення відкладень з'єднань свинцю в камерах згоряння. Це підтверджується даними по зберіганню з штучними втратами бензину в результаті випаровування:

Строк зберігання, роки	Вміст бромистого етилу, %	Вміст свинцю в нагарі, %
0	34	100
1	30	108
2	28	114
3	25	138
4	16	178

* *В перерахунку на етилову рідину.*

Втрати легких фракцій значно погіршують пускові властивості бензинів, підвищують температури кипіння 50, 90% і кінця кипіння. Слід відмітити, що температура холодного пуску двигунів пов'язана не тільки з початком кипіння бензинів і температурою википання 10%, але і з температурою википання подальших фракцій. Втрати головних фракцій і збільшення ваги фракційного складу бензину приводять до погіршення запуску двигунів при низьких температурах (рис. 5.7).

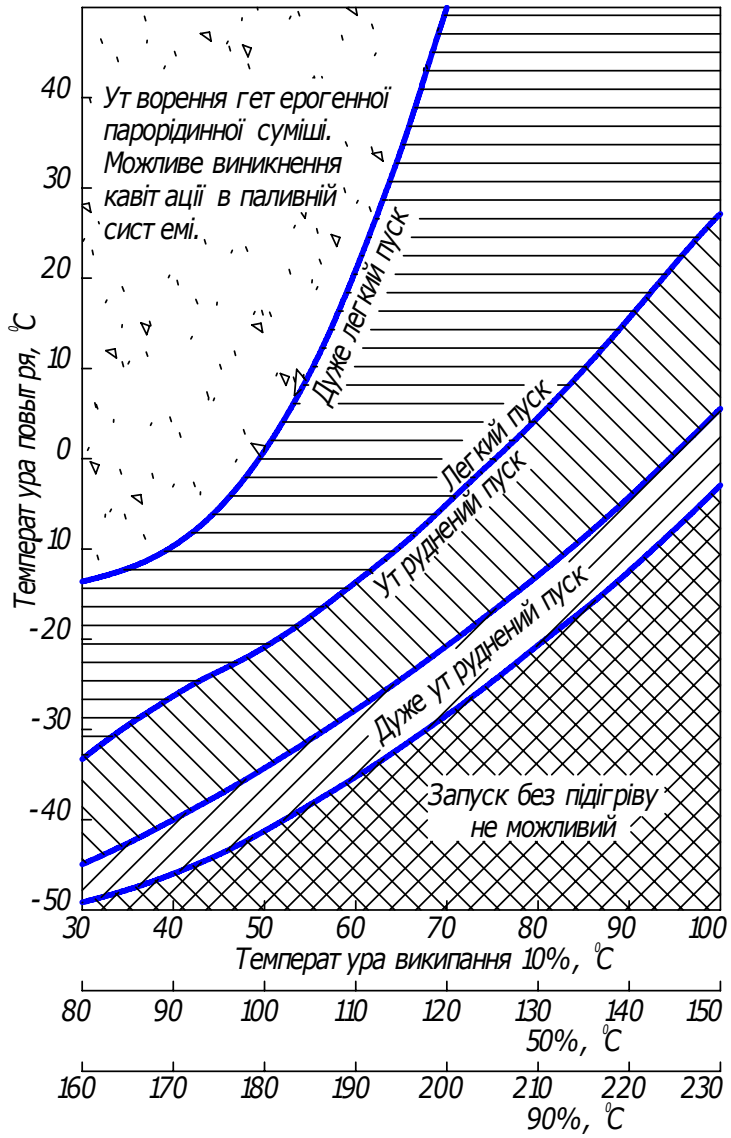

Рис. 5.7. Вплив фракційного складу на пускові властивості бензинів

Підвищення температури википання 50% бензину погіршує приємистість двигунів; вони повільніше набирають необхідну потужність; іноді при дуже високій температурі википання середніх фракцій необхідна потужність двигунів не досягається. При підвищенні температури википання кінцевих фракцій в результаті випаровування погіршується експлуатаційні властивості бензину:

Кінець кипіння, °С	Знос, %	Витрата палива, %
170	50	93
175	50	94
200	100	106
225	200	107
250	500	140

При роботі на бензині, що втратив легкі фракції, значно збільшуються знос та інтенсивність утворення плівки палива у впускному трубопроводі. В результаті втрат легких фракцій бензину і збільшення температури википання 90% та кінця кипіння відбувається розрідження картерного масла важкими фракціями, %:

	Бензин з кінцем кипіння	
Час роботи, год.	220 ^{0}С	170 ^{0}С
1	6,0	1,8
5	7,0	2,3
10	7,9	3,0
15	8,0	3,2
20	9,5	3,7

Розрідження масла свідчить про те, що бензин в камерах згоряння повністю не випаровується, частина його змиває масло

із стінок циліндрів (збільшуючи знос) і ця суміш потрапляє в картер. Ступінь розрідження масла залежить також від температурного режиму двигуна і ущільнення поршневих кілець.

При підвищенні температури википання 90% і кінця кипіння бензинів значно збільшується нагароутворення. Так, при роботі на бензинах з кінцем кипіння 160, 175, 190, 205°С утворення нагару складає відповідно 20, 23, 33 і 50 мг/год.

Розглянемо можливі реальні втрати нафтопродуктів при зберіганні і застосуванні і пов'язаній з цим зміною якості. Втрати палив при перекачуванні, видачі, зберіганні, транспортуванні і застосуванні відбуваються при витоках, розливах, а також в результаті процесів випаровування і забруднення. Основна частина нафтопродуктів, особливо легенів, втрачається в результаті процесів випаровування. При зливі-наливанні нафтопродуктів пароповітряна суміш витісняється з резервуару в навколишню атмосферу і безповоротно втрачається. Втрати при цьому досягають у бензинів 0,7, у дизельних палив - 0,18 %. Втрати від витіснення пари наливаним паливом

$$G = \left(V_1 - V_2\right)\rho_s, \qquad (5.16)$$

де $\left(V_1 - V_2\right)$ - об'єм, що витісняється.

При збільшенні температури палив втрати від випаровування зростають. Наприклад, при перекачуванні автомобільного бензину в залізничну цистерну 60 м^3 втрати від випаровування складають в північній, середній і південній зонах відповідно 120, 150 і 200 Н (0,3; 0,4 і 0,5%). Втрати залежать також від інших чинників: швидкості наливання і зливу, місткості резервуару, його форми і ін. Втрати пального від випаровування при правильному зберіганні пов'язані з малими «диханнями» резер-вуарів при зміні тиску і температури. Втрати від малих «дихань» через дихальні клапани при зміні температури на 1°С і тиск на 133,3 Па складає відповідно 0,06…0,1 і 0,02…0,04 Н на 1 м^3 парового простору резервуарів. Ці значення досить великі,

якщо врахувати, що тиск і температура при зберіганні безперервно змінюються.

З 1 $м^2$ поверхні палива в північній, середній і південній зонах випаровується і втрачається при малих «диханнях» відповідно 18, 25 і 36 Н автомобільного бензину на місяць. Тому зі зменшенням поверхні випаровування втрати будуть зменшуватися.

4. ЗАБРУДНЕННЯ НАФТОПРОДУКТІВ МЕХАНІЧНИМИ ДОМІШКАМИ

4.1. Причини і джерела забруднення нафтопродуктів механічними домішками
4.2. Вплив забрудненості нафтопродуктів на надійність роботи двигунів і машин
4.3. Запобігання забрудненню нафтопродуктів

4.1. Причини і джерела забруднення нафтопродуктів механічними домішками

З часу отримання до застосування нафтопродукти багато разів перекачуються, перевозяться різними видами транспорту, іноді тривалий час зберігаються в різних умовах на складах, базах, автозаправних станціях (АЗС). При зберіганні, транспортуванні і перекачуванні нафтопродукти контактують із зовнішнім середовищем: повітрям, вологою і технічними засобами (резервуарами, насосами, трубопроводами і ін.) – і неминуче забруднюються. Основні джерела і причини забруднення нафтопродуктів:

- попадання домішок з атмосфери;
- утворення нерозчинних продуктів в результаті корозії металів і руйнування неметалічних матеріалів;
- утворення нерозчинних продуктів в результаті окислення, палив і масел;

- наливання нафтопродуктів в погано зачищені ємності і перекачування по брудних трубопроводах;

- накопичення забруднень у відстійниках і на дні резервуарів.

У атмосфері завжди знаходиться пил. Вона складається з сухих частинок грунту, що піднімаються вітром. Запилене повітря в різних районах різна і залежить від типу грунту, рослинності, температури, вологості і інтенсивності вітрів. На запилення повітря значно впливає рух транспорту по грунтових дорогах. Рухомі машини подрібнюють частинки грунту, які піднімаються вітром в повітря. Із збільшенням дисперсності пилу запилення повітря зростає. Особливо великий вплив запиленого повітря на забруднення палив і масел в районі нафтобаз. Максимальне забруднення спостерігається на базах, грунт яких не захищений рослинністю. Грунтові дороги, розташовані біля бази з боку переважного напряму пануючих вітрів, сильно забруднюють атмосферу і збільшують забрудненість палив і масел, особливо в дні прийому і видачі. Таким чином, при будівництві під'їзних шляхів і доріг біля бази потрібно враховувати розу вітрів.

Нафтопродукти з атмосфери забруднюються при великих і малих «диханнях» резервуарів, відборі проб, вимірах рівнів і ін. Кількість пилу, що поступає з нефільтрованим повітрям в резервуар при звільненні його під час видачі, може бути значним (табл. 5.6). При великій запиленості повітря кількість пилу, що потрапляє в крупні резервуари, може досягати десятків кілограмів. За відсутності видачі нафтопродуктів весь пил, що надходить, залишається в резервуарі: найбільш крупні частинки осідають на дно, а дрібні (менше 1…2 мкм) можуть багато місяців знаходитися в нафтопродуктах в зваженому стані.

При нагріванні нафтопродуктів в резервуарах і при пониженні атмосферного тиску відбувається розширення рідкої фази та пароповітряної суміші і при певному перепаді тиску пароповітряна суміш виходить в атмосферу. У цьому циклі забруднення нафтопродуктів не відбувається. Забруднення пилом спостерігається при «вдиху» резервуару, коли температура продукту знизить або підвищить атмосферний тиск.

В цьому випадку забруднене повітря (якщо відсутня фільтрація) поступає всередину резервуару.

Таблиця 5.6

Кількість пилу (кН), що надходить в резервуари при видачі нафтопродуктів при різному запиленні повітря

Запилення повітря, кН/м^3	Вміст резервуару, м^3		Запилення повітря, кН/м^3	Вміст резервуару, м^3	
	5000	2000		5000	2000
1,0	2,5	1,0	20,0	100,0	40,0
1,5	5,0	2,0	25,0	125,0	50,0
2,0	10,0	4,0	30,0	150,0	60,0
5,0	25,0	10,0	35,0	175,0	70,0
7,5	37,5	15,0	40,0	200,0	80,0
10,0	50,0	20,0	50,0	250,0	100,0
15,0	75,0	30,0	100,0	500,0	200,0
17,5	87,5	35,0			

Малі «дихання» резервуару спостерігаються щодоби, якщо перепади температур або атмосферного тиску досягають значень, достатніх для відкриття клапанів. Кількість забруднень, що надходять в резервуар при малих «диханнях», може бути значним. Припустимо, що середній добовий перепад температур складає 5°С; тоді в резервуар ємністю 5000 м^3 з коефіцієнтом заповнення 0,9 при незмінному зовнішньому тиску за один «вдих» надходить 30 м^3 повітря. При забрудненості повітря 1 г/м^3 кількість пилу, що надходить в резервуар за один «вдих», складе 0,3 Н/добу, за рік - більше 100 Н. Тут не враховані атмосферні коливання тиску і сезонні зміни температури. Таким чином, навіть при зберіганні нафтопродуктів в «спокійних» умовах, без видачі і прийому, в резервуари постійно потрапляють забруднення, якщо повітря, що поступає, не фільтрується.

Пил, що поступає з атмосфери, значно збільшує зольність і змінює склад золи нафтопродуктів. Це було підтверджено спеціальними дослідами.

Після запилення палива в золі значно збільшився вміст кремнію, алюмінію, кальцію, які у вигляді різних з'єднань присутні в атмосфері.

Забруднення з атмосфери може потрапити в нафтопродукти і при перекачуванні по брудних трубопроводах. Забруднення трубопроводів може відбуватися за відсутності герметизації в періоди між перекачуваннями. Це спостерігається особливо часто, якщо всмоктувальні і роздавальні рукава залишаються незакритими або недбало кинутими на грунт.

При прийомі нафтопродуктів на бази забруднення в резервуари може потрапити і з недостатньо зачищених залізничних цистерн, танкерів, автоцистерн і магістральних трубопроводів.

Забруднення нафтопродуктів починається вже на заводах. Воно обумовлюється процесами кінцевої промивки, обробки лугами або кислотами, ступенем фільтрації, компаундурования, вмістом зольних елементів і механічних домішок в початкових нафтах. При переробці зольні елементи та інші домішки переходять в товарні нафтопродукти.

Забруднення з резервуарів нафтопереробних заводів характеризуються високою зольністю, що досягає майже 80%, відносно малим вмістом вуглецю, значним - сірі, азоту і кисню, заліза. У менших кількостях виявлені кремній (2…4%), кальцій (1…2,5 %), натрій (до 2%). Решта зольних елементів міститься в кількостях менше 1%. До складу забруднень входить 10…30% органічних речовин у вигляді смолянистих продуктів окислення.

Склад забруднень палив на нафтопереробних заводах сильно залежить від складу промивальної води. При промивці палив технічною водою, у складі якої багато мінеральних домішок, кількість забруднень зростає, їх дисперсність зменшується за рахунок збільшення кількості частинок розміром 10…15 мкм. При промивці палив конденсатом кількість забруднень зменшується майже вдвічі. При промивці конденсатом з палива віддаляються

з'єднання заліза, кальцію, натрію, алюмінію і свинцю. Після промивки технічною водою вміст з'єднань алюмінію, заліза, натрію збільшується. Нафтопродукти значно забруднюються в процесі виробництва в результаті корозії заводського устаткування сіре- і кисневмісними з'єднаннями. В них виявляється значна кількість заліза.

Забрудненість і зольність мазутів, що виробляються з малосірчаних ті сірчаних нафт, різна і характеризується наступними даними:

	З малосірчистих нафт		З сірчистих нафт
	марка 12	марка 20	
Вміст забруднень, %	0,012…0,50	0,004…0,39	0,03…0,14
Зольність, %	0,06…0,15	0,032…0,11	0,04…0,10

В крекінг-мазутах в порівнянні з прямогонними вміст забруднень значно більший:

	Мазут прямої перегонки	Крекінг-мазут
Вміст забруднень, %	0,036	0,100
Зольність, %	0,034	0,0557

Збільшення забруднень в крекінг-мазутах пояснюється підвищеним утворенням смолянистих речовин, які грають збірну роль у формуванні забруднень. Найбільшу забрудненість (2…3%) має високов'язкий мазут. Основними компонентами забруднень сірчистого крекінг-мазуту є сполуки, що містять кремній, алюміній, кальцій, магній, натрій, залізо. У відмінність від цього основними компонентами прямогонних мазутів є кальцій, магній, алюміній, нікель; вміст заліза в них більший, а кремнію менше, ніж в крекінг-мазутах. З'єднання ванадію і натрію, що є корозійно-активними речовинами, присутні в основному у високосірчистому мазуті і переходять в їх склад з нафти. Вміст п’ятиокису ванадію в золі деяких вітчизняних нафт досягає 65%, а зарубіжних навіть 72%. З'єднання ванадію входять

до складу органічної частини, і тому відділення їх від мазуту досить складне. Навпаки, з'єднання натрію часто є домішками і добре розчинні у воді. Тому при рівномірному розподілі води в мазуті вони в значній мірі вимиваються.

Після отримання і, як правило, нетривалого зберігання на заводах нафтопродукти транспортуються на нафтобази і до місць споживання. Перевезення здійснюється в основному залізничним транспортом, рідше - морським і трубопровідним. В процесі перевезення нафтопродукти забруднюються механічними домішками. Кількість частинок менше 1 мкм в 1 мл палива досягає десятків тисяч. Із збільшенням розмірів частинок їх відносний вміст в паливі зменшується. У паливах спостерігаються частинки набагато більше 5…20 мкм. У південній кліматичній зоні забрудненість палив в залізничних цистернах зростає і в паливах виявляються частинки більшого розміру, ніж в середній і північній зонах.

Забруднення характеризуються високою зольністю, значним вмістом заліза, кремнію, в окремих випадках натрію, алюмінію, кальцію. Кремній, алюміній, кальцій, натрій потрапляють в палива з мінеральними домішками з повітря, а залізо – в результаті процесів корозії резервуарів та іншого устаткування.

Забруднення нафтопродуктів продовжується при зберіганні на нафтобазах. Забрудненість нафтопродуктів лежить в межах від 0,03 до 10 Н/м^3. Мінімальну забрудненість мають автомобільні палива, максимальну з досліджених - мазут. Забрудненість мазуту може досягати в окремих випадках 50…100 Н/т. В табл. приведені середні дані, фактична ж забрудненість може коливатися в досить широких межах. Так, кількість забруднень в автомобільних бензинах може досягати 0,4…0,6, дизельних палив 1,5, а іноді і 6 Н/т.

Всі забруднення мають високу зольність – до 74%. Основними елементами у складі золи забруднень є залізо (12…22%), натрій (до 13%), кремній (2…6%), алюміній (1…5*%),* магній (до 4%). У кількостях до 1% виявлені мідь, нікель, ванадій. Проте походження елементів неоднакове. В процесі зберігання в

залізних резервуарах в нафтопродуктах збільшується вміст заліза, алюмінію, кремнію. При зберіганні в оцинкованих резервуарах вміст цинку в нафтопродуктах неухильно збільшується (рис. 5.8). З експериментальних даних видно, що вміст кремнію і алюмінію в паливі в цих умовах не змінився. Таким чином, збільшення змісту заліза і цинку відбувається в результаті корозії ємностей, а кремнію і алюмінію - в результаті запилення з атмосфери.

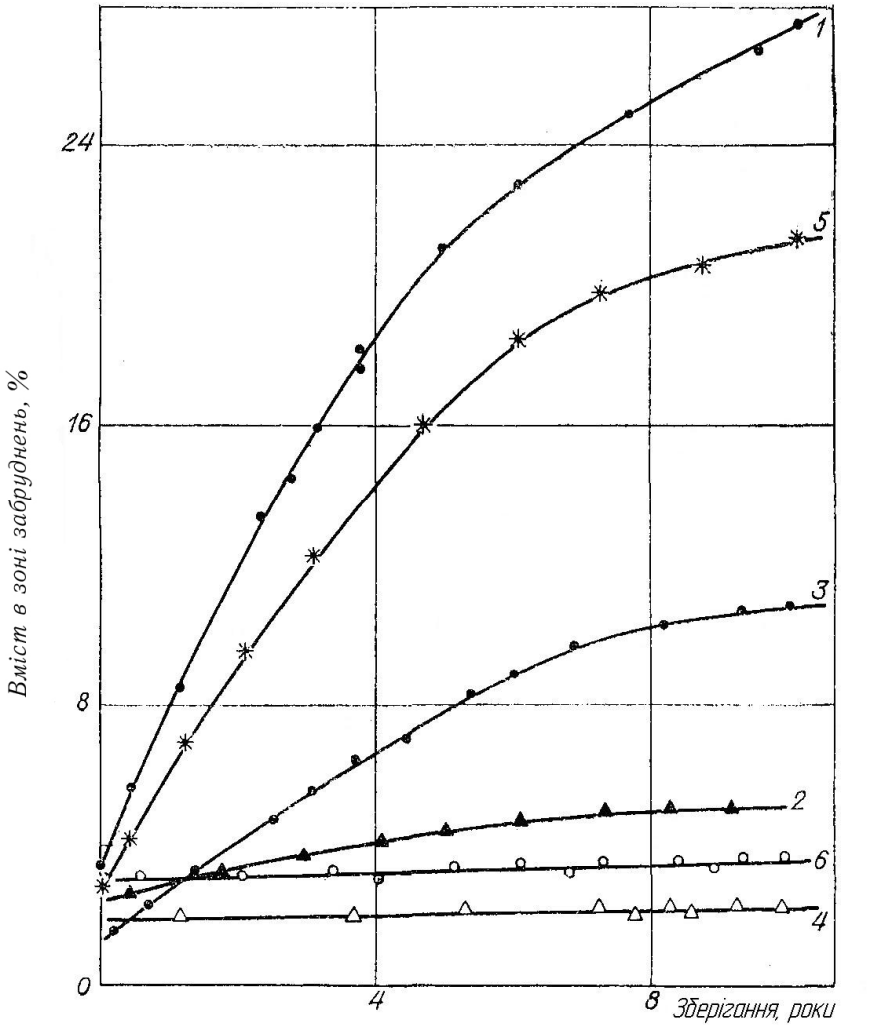

Рис. 5.8. Накопичення заліза, цинку, кремнію та алюмінію в паливі при зберіганні:
1, 3, 5 – зберігання в залізних резервуарах; 2, 4, 6 – зберігання в оцинкованих бочках; 1, 6 – залізо; 2 – цинк; 3, 4 – кремній; 5 - алюміній

Рентгеноструктурним аналізом встановлено, що залізо входить до складу забруднень у вигляді різних оксидів, гідратів оксидів, а також у вигляді гідратованих сульфатів і, в менших кількостях, гідратованих сульфітів, солей сульфокислот. Знайдені дуже малі кількості меркаптидів і нафтенатів заліза.

Таким чином, нафтопродукти в паливні і масляні системи машин потрапляють вже забрудненими і цей процес продовжується при експлуатації техніки. У баках машин забруднення накопичуються з атмосфери, за рахунок корозії, окислення. Процеси корозії і окислення є однією з головних причин утворення твердих забруднень при проходженні палива по паливній системі і циркуляції масла по масляній системі. На підставі приведених матеріалів можна зробити висновок, що забруднення в нафтопродукти потрапляють постійно, на всіх етапах – виробництва, зберігання, транспортування, застосування. Можливості ж їх видалення, на жаль, обмежуються лише відстоюванням та фільтрацією. В паливних системах деяких машин забруднення видаляються центрифугируванням. Вивчається також можливість застосування магнітних та електричних ефектів для очищення нафтопродуктів.

4.2. Вплив забрудненості нафтопродуктів на надійність роботи двигунів і машин

Проблема чистоти ПММ та робочих рідин для різних машин і механізмів є в даний час одною з найактуальніших, тому що від цього залежить довговічність і надійність їх роботи.

Тверді забруднення в нафтопродуктах при експлуатації двигунів і машин в паливних і масляних системах засмічують фільтруючи елементи, жиклери в карбюраторах, форсунки; відкладаються в паливорегулюючих агрегатах; збільшують знос деталей тертя; збільшують корозію металів паливної і масляної систем; прискорюють процеси утворення твердої фази за рахунок коагуляції і окислення; сприяють електризації палив.

В ідеальному випадку в паливах, маслах та інших робочих рідинах не повинні міститися механічні домішки. У реальних умовах цього досягти не вдається і в товарних нафтопродуктах механічні домішки є завжди, хоча не завжди вони виявляються методами, передбаченими ДСТУ і ТУ. Здавалося б, що частинки розміром 1…3 мкм не істотно впливають на експлуатаційні властивості нафтопродуктів, оскільки розміри отворів фільтруючих елементів більше 3 мкм, та і зазори в парах механізмів тертя в основному більше 3 мкм. Проте дрібні частинки схильні активно коагулювати в більші і надавати значний коагуляційний вплив на решту часток.

В Україні введено ДСТУ, яким визначено 19 класів чистоти рідин залежно від дисперсного складу твердих забруднень. Він дозволяє вибирати чистоту нафтопродуктів для машин і механізмів з відповідними допусками і посадками та чистотою обробки робочих поверхонь. Ймовірно, настав час введення ДСТУ і ТУ на нафтопродукти. Сучасні вимоги до чистоти палив і масел приведені у відповідних ДСТУ. Різні вимоги до чистоти палив пояснюються різними умовами їх застосування і конструктивними особливостями двигунів. Розглянемо докладніше вплив забрудне-ності на роботу двигунів і паливної системи.

Механічні забруднення в бензинах викликають зазвичай засмічення жиклерів, механізму поплавця і ін. Це може зробити неможливим пуск двигуна або привести до істотних порушень закону подачі палива в двигун. Відносна інтенсивність зносу автомобільних двигунів зростає із збільшенням середнього розміру частинок до 30 мкм, а потім починає зменшуватися, оскільки крупніші частинки не потрапляють в деталі тертя (рис. 5.9).

При відкладеннях мікрозабруднень на датчиках (первинних перетворювачах) приладів паливної системи їх працездатність зменшується. В присутності води мікрозабруднення стають електропровідними, в датчиках з'являються струми витоку і опір їх ізоляції зменшується. В результаті змінюються і розузгоджу-

ються початкові параметри датчиків, виникають погрішності і відмови.

Велике значення чистоти палив в забезпеченні нормальної роботи дизелів. Тверді частинки, що потрапляють в насос і форсунки, приводять до підвищеного зносу відсічного клапана плунжера гільзи, корпуса розпилювача форсунки і голки і ін. Із зменшенням забрудненості палива довговічність роботи плунжерної пари значно збільшується (табл. 5.7) Палива для середнє- і малооборотних дизелів містять більше механічних домішок, ніж палива для швидкохідних дизелів. Тому тихохідні двигуни із займанням від стиснення працюють у важчих умовах і характеризуються підвищеним зносом.

Велика кількість забруднень в мазуті погіршує роботу газотурбінних і котельних установок із-за підвищеного утворення відкладень в камерах згоряння і на лопатках турбін.

Таблиця 5.7

Вплив забрудненості дизельного палива на відносний термін служби плунжерної пари

Тонкість попередньої фільтрації	Відносний термін служби, %
Вихідне паливо	100
Те ж паливо після фільтрації крізь фільтр, мкм:	
– 24	130
– 19	180
– 13	350
– 5…7	850

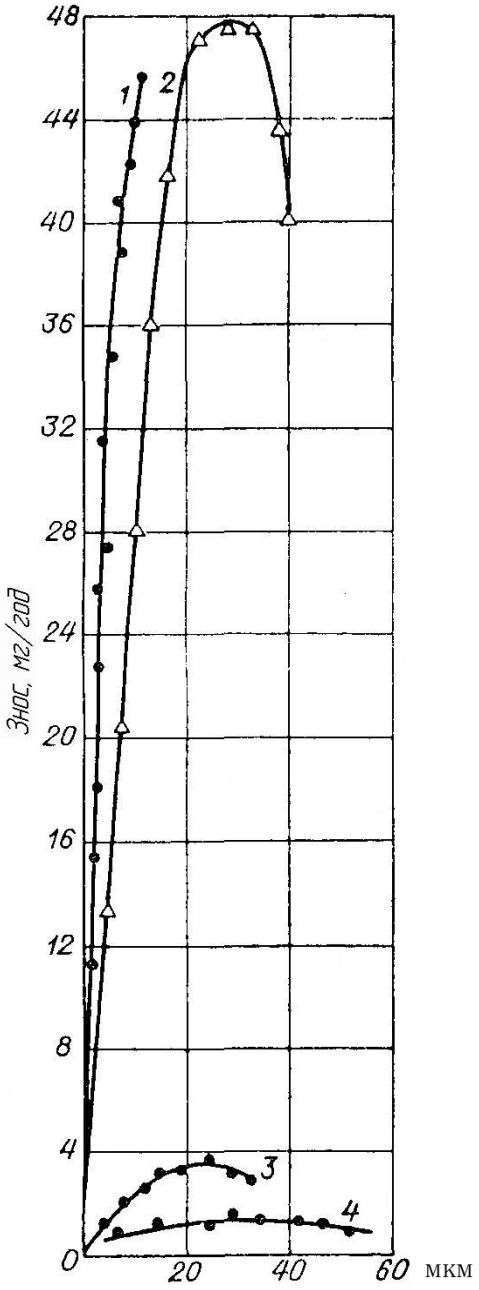

Рис. 5.9. Вплив дисперсності частинок (мкм) забруднень в бензині на відносний знос деталей:
1 – гільзи; 2 – поршневі кільця; 3 – підшипники; 4 – шейка колінчастого вала

Значна частина золи (70…85%) котельних палив, взаємодіючи з киснем при згорянні, випаровується, а потім конденсується на щодо холодних поверхнях нагріву і міцно до них при-

липає. Тверді або рідкі частинки золи розпилених палив мають невеликі розміри і майже повністю виносяться з топки потоком газів. Тому видимого накопичення золи в топках не спостерігається, проте на екранах утворюються тонкі плівки шлаку, які збільшують температуру газів на виході з топки на 100…120°С. Іноді шар золи товщиною 400 мкм на екранах зменшує їх теплочутливість на 40-45%. Зола, що прилипнула до поверхні обмурівки, руйнує її. В результаті конденсації продуктів згоряння золи і прилипання її легкоплавких порошинок спостерігається досить інтенсивне зростання відкладень у високотемпературній області конвективних газоходів. Відкладення погіршують теплопередачу і утрудняють прохід газів між трубками, знижуючи продуктивність агрегатів. Основну роль в процесах відкладення золи грають з'єднання ванадію, натрію і сірки. Ці процеси пов'язані з плавкістю продуктів згоряння золи рідких палив. Залежно від співвідношення оксидів ванадію, натрію і з'єднань сірі температура плавлення евтектик, що утворюються, знаходиться в межах 530…800°С. Зола, що складається з 68% V_2O_5, 14,1% Na_2O і 2,2% K_2O, в окислювальній атмосфері з домішками SO_2, V_2O_5 прилипає до поверхні нагріву вже при 480°С. Збільшення товщини відкладень на поверхнях нагріву знижує температуру газів, що йдуть, зменшує проходи для газів і збільшує опір їх руху, наслідком чого є зменшення продуктивності. Іноді відкладення бувають настільки великі, що викликають необхідність зупинки агрегатів для капітального ремонту.

Великий вплив чистоти змащувальних масел на знос деталей тертя двигунів. Окрім забруднень, що містяться в свіжих маслах, значна кількість механічних домішок потрапляє в масляну систему з атмосфери в процесі експлуатації двигунів. Деяка частина забруднень поступає в масло з відпрацьованими газами, які прориваються з камери згоряння в картер. Проблема очищення масла в процесі роботи двигуна до цих пір повністю не вирішена. Фільтри грубого очищення в масляній системі видаляють частинки більше 60…80 мкм, а фільтри тонкого очищення, що забезпечують фільтрацію лише 5…10% масла, мають тонкість

фільтрації 10…12 мкм. Забруднене масло викликає підвищений знос шийок і підшипників колінчастого вала. Найбільший знос спостерігається при вході масла в колінчастий вал. При просуванні масла по колінчастому валу знос шийок і підшипників зменшується і досягає мінімуму в кінці вала. При роботі на чистому маслі знос шийок і підшипників по всьому колінчастому валу практично однаковий.

Із збільшенням забрудненості масла зростає знос гільзи і поршневих кілець двигунів. Слід зазначити, що при роботі двигуна масло «чадіє» і концентрація механічних домішок збільшується. Долив свіжого масла декілька знижує вміст забруднень, проте при подальшій роботі двигуна забрудненість масла швидко збільшується і незабаром досягає значень, більших, ніж у момент доливу масла (рис. 5.10). Подібними пилкоподібними кривими описуються і інші фізико-хімічні властивости працюючого масла.

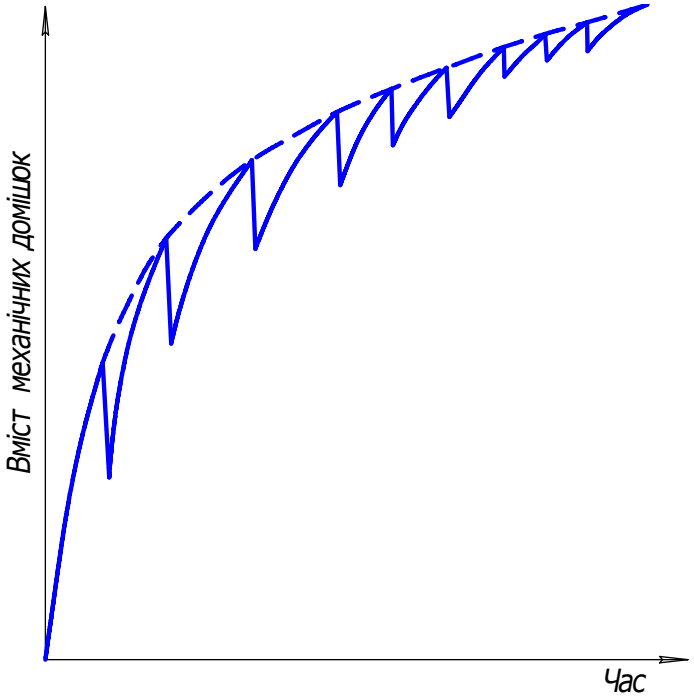

Рис. 5.10. Вплив доливів масла на утримання в ньому механічних домішок

4.3. Запобігання забрудненню нафтопродуктів

Нафтопродукти забруднюються в результаті попадання пилу і бруду з атмосфери, поганої зачистки ємностей і інших технічних засобів, в результаті процесів корозії і окислення. Отже, забруднення палив і масел можна зменшити обмеженням або усуненням цих процесів. Для запобігання забрудненню нафтопродуктів з атмосфери їх прийом, видачу, перекачування необхідно вести так, щоб в резервуари потрапляло повітря, позбавлене цих домішок. Більше всього повітря потрапляє в резервуар, з якого видається продукт. Найчастіше це відбувається при перекачуванні із залізничних і автоцистерн, танкерів і резервуарів. При повному звільненні ємності в неї потрапляє об'єм повітря, рівний об'єму резервуару. Пил з повітрям майже все потрапляє в резервуар, частково виноситься (близько 80%) з відпускним продуктом, а частково (близько 20%) осідає на дно резервуару. Середня висота донних відкладень за рік в резервуарах ємністю 5000 $м^3$ складає 0,5…0,8 м. Тому, щоб запобігти забрудненню нафтопродуктів атмосферним пилом і брудом, необхідно фільтрувати повітря, що надходить в резервуари, цистерни, танкери і ін. Це здавалося б, просте рішення реально майже ніколи не виконується. Брудне повітря надходить зазвичай і при великих та малих «диханнях» резервуарів.

Запобігти попаданню забруднень з повітрям можна застосуванням плаваючих дахів. Деякі принципові схеми перспективних конструкцій плаваючих дахів і їх ущільнень запропоновані І.М.Гуськовим, А.Г.Щербаковим та ін. Зазвичай плаваючий дах обладнаний ущільненням у вигляді кільцевої оболонки, усередині якої встановлені еластичні буфера. З метою поліпшення герметизації і виключення газового простору під ущільненням еластичні буфера виконані у вигляді U-подібних кронштейнів, підстави яких розташовані паралельно дну корпусу. При наповненні або сливі продукту з резервуару корпус плаваючого перекриття спільно з ущільненням переміщається «вгору» або «вниз». Ела-

стичні буфера щільно притискують оболонку до стінки резервуару і надійно герметизують кільцевий зазор. Клиноподібна форма буфера дозволяє утримувати ущільнення від сил тертя об стінку резервуару, зберігаючи форму ущільнення. U-подібна форма буфера дозволяє ущільненню стискатися у великих межах без втрати ущільнюючих властивостей при зміні кільцевого зазору. Після заповнення резервуару (рис. 5.11) оболонка спливає під дією виштовкуючої сили, заходить в кільцевий тороподібний паз даху і притискується до пружної манжети. Цим забезпечується надійна герметизація резервуару.

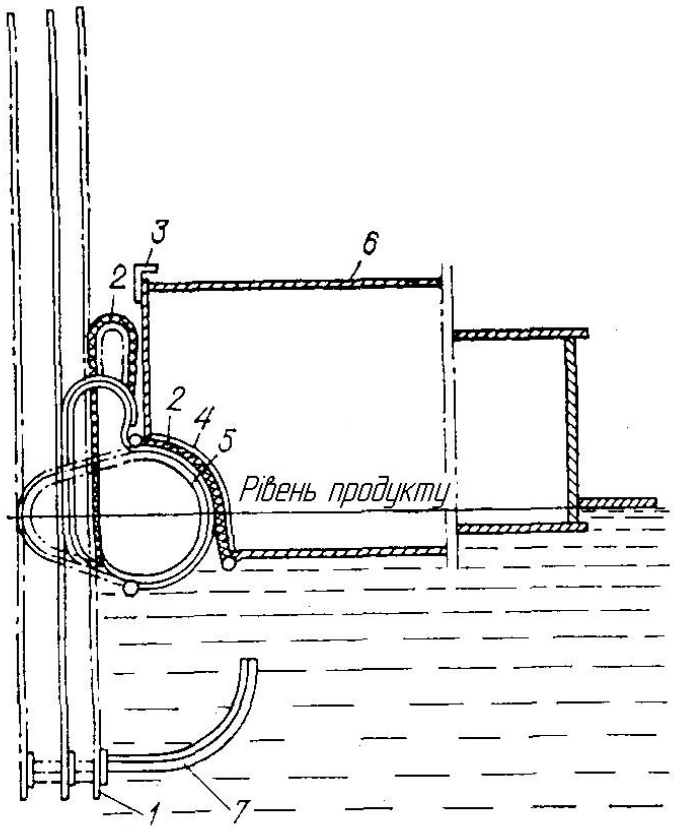

Рис. 5.11. Вузол ущільнення плаваючої криши у вертикальному резервуарі:
1 – корпус резервуару; 2 – еластична кільцева пневматична оболонка;
3 – козирок; 4 – кільцевий тороподібний паз; 5 – пружна манжета;
6 – плаваючий дах; 7 – несучі опірні обмежувачі

Особливу увагу необхідно приділяти попередженню забруднень нафтопродуктів при транспортуванні танкерами. Мінеральні забруднення можуть легко потрапити в нафтопродукти з водою, особливо морською, сольова насиченість якої досягає декількох кілограмів на 1 $м^3$.

Велике значення для запобігання забрудненню нафтопродуктів має своєчасна зачистка резервуарів, трубопроводів, цистерн, танкерів і інших технічних засобів, оскільки вона значно підвищує чистоту нафтопродуктів, що зберігаються. Порядок зачистки резервуарів визначений відповідними інструкціями і керівництвами. Резервуари зачищають в порядку планового обслуговування, а також при підготовці до ремонту і консервації, підготовці до заповнення нафтопродуктом вищого сорту в порівнянні з тим, що раніше зберігався, після повного звільнення за наявності в них забруднених залишків або продуктів корозії. Роботи по зачистці резервуарів виконуються бригадою з трьох чоловік: оператора, шофера-моториста, кочегара-слюсаря. До робіт по зачистці резервуарів допускаються особи, що здали заліки за правилами техніки безпеки.

При зберіганні нафти і важких нафтопродуктів іноді застосовують спеціальні методи, що запобігають випаданню відкладень на дно резервуару. Один з методів полягає в механічному перемішуванні. Перемішування здійснюють зазвичай пропелерними, турбінними, гвинтовими мішалками. Іноді, особливо за кордоном, застосовують мішалки спеціальних типів. В процесі роботи мішалки створюється вихровий потік, піднімаючий осад, що накопичився. Після тривалої роботи осад рівномірно розподіляється по всьому продукту, а потім видаляється разом з ним. Для запобігання утворенню осадів застосовують і спеціальні розмивочні машини, за допомогою яких, в процесі подачі розмивається осад на дні резервуарів. Для запобігання випаданню на дно резервуарів осадів, парафіну і смолянистих речовин застосовують спеціальні присадки, які не дозволяють коагулювати дрібним частинкам в більші. Але ці методи не вирішують принципової задачі запобігання забрудненню нафтопродуктів. Присутні

в нафті і важких нафтопродуктах забруднення залишаються в їх складі і слідують далі по шляху застосування. Безперечно, одними з найефективніших фізичних методів запобігання накопиченню забруднень в нафтопродуктах є фільтрація, центрифугування і попередній відстій. Хімічні методи запобігання забрудненню нафтопродуктів зводяться до введення антиокислювальних і антикорозійних присадок, а також до підбору відповідного хімічного складу палив і масел.

В теперішній час чистоту нафтопродуктів контролюють за допомогою автоматизованого телевізійного аналізатора АТА-1, призначеного для підрахунку кількості частинок твердих забруднень рідин на мембранних фільтрах у полі зору телевізійної камери з розділенням їх за розмірами.

Основними вузлами АТА-1 (рис. 5.12) є мікроскоп МБИ-6, телевізійна камера КТП-39, відеоконтрольний (ВК-25) і аналізуючий пристрої. Телевізійна камера призначена для передачі зображення об'єкту дослідження на екран відеоконтрольного пристрою. Останній служить для пошуку полів зору, фокусування і установки порогу квантування. Аналізуючий пристрій призначений для автоматичного рахунку частинок і диференціального розподілу їх за розмірами.

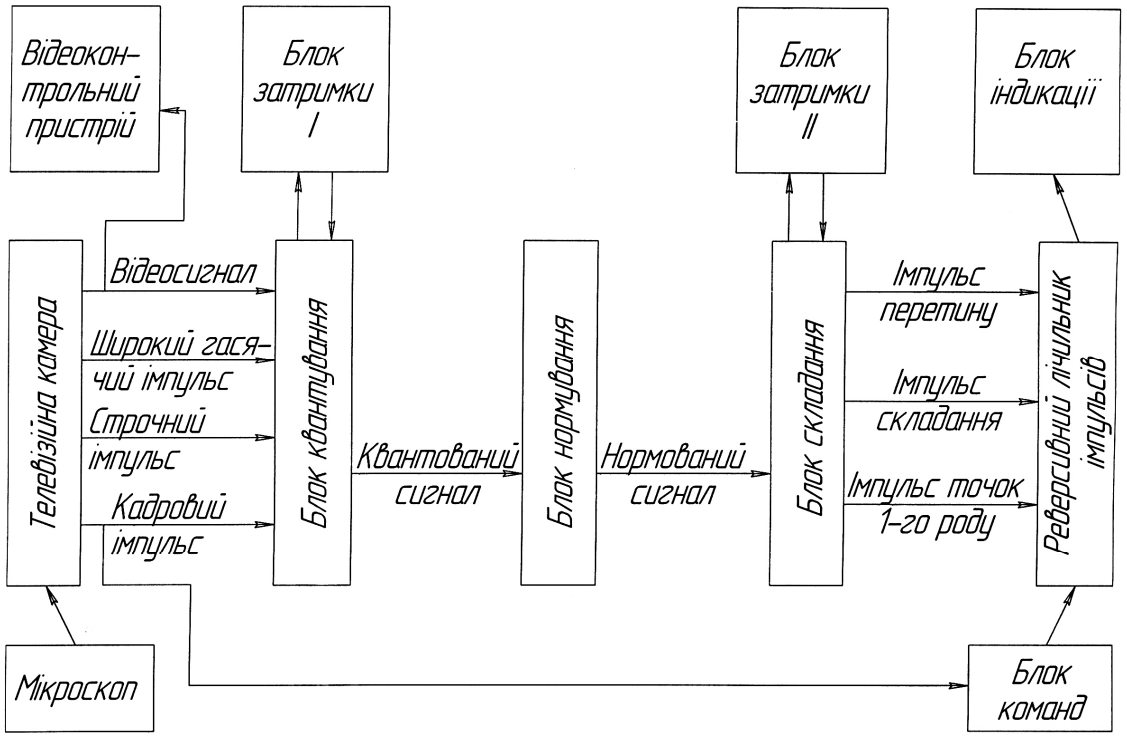

Рис. 5.12. Принципова блок-схема автоматичного аналізатора АТА-1

Метод автоматичного рахунку частинок заснований на виникненні імпульсів перетину частинок з скануючим променем відеоконтрольного пристрою. Імпульси поступають в електронну схему аналізатора і піддаються відповідній обробці, яка полягає в наступному. Імпульси перетину квантуються на два рівні для їх нормування по амплітуді і тривалості фронтів. Нормування по тривалості проводиться з метою диференціації частинок за розмірами, а нормування по мінімальній тривалості і мінімальному інтервалу — для усунення помилок, викликаних недосконалістю вживаної апаратури. Нормований сигнал поступає в блок складання, де формуються імпульси перетину, складання і точок 1-го роду. Останні відповідають за часом моментам початку сканування. Блоки затримки I і II, що працюють спільно з блоками квантування і складання, служать для затримки сигналу на період строчної розгортки. З блоку складання імпульси перетину, складання і точок 1-го роду поступають на цифродрукуючий пристрій. Диференціація частинок за розмірами здійснюється по во-

сьми розмірних градаціях. У нульовій градації вважаються всі частинки, в першій — всі частинки за винятком частинок розміром від 0,5 до 1 мкм, в другій — всі частинки за винятком частинок розміром від 1 до 2 мкм і т.д.

При контролі забрудненості робочих нафтопродуктів за допомогою АТА-1 мембранні фільтри встановлюють на наочний столик мікроскопа, настроюють мікроскоп на різкість і переводять зображення об'єкту дослідження за допомогою телекамери на екран відеоконтрольного пристрою. Виділяють на його екрані поле зору, на якому проводиться автоматичний рахунок частинок.

Телевізійний аналізатор автоматично або по команді оператора видає результат про забрудненість ділянки мембранного фільтру, виведеного на екран відеоконтрольного пристрою. Час підрахунку частинок в одному полі зору складає 30 с. Після цього оператор переміщає фільтр і аналізує забрудненість наступної ділянки фільтру. Таким чином, можуть бути проаналізовані весь фільтр або його певні ділянки.

Аналізатор АТА-1 забезпечує автоматичний рахунок числа частинок з їх диференціацією за розмірами на наступних умовах: число частинок в полі зору не перевищує 200; мінімальний розмір частинок і мінімальна відстань між сусідніми частинками складають не менше 1% від лінійного розміру аналізованого поля зору; частинки нерухомі і розташовані в одній площині; нерівномірність фону, на якому спостерігаються частинки, складає не більше 5%; контрастність частинок забезпечує отримання імпульсів відеосигналу в будь-якій ділянці растру розміром не меншого 50% максимального перепаду напруги сигналу. В цьому випадку середня квадратична погрішність не перевищує 2% від загальної кількості частинок в аналізованому полі зору.

Роздільна здатність автоматизованого телевізійного аналізатора може регулюватися зміною кратності збільшення оптичної схеми мікроскопа в достатньо широких межах. Надалі надійність і можливості аналізатора АТА-1 можуть бути значно підвищені за

рахунок застосування скануючого столу з автоматичним пошуком полів на фільтрі.

Перед науковцями було поставлене завдання розробити метод, який дозволив би визначати забрудненість нафтопродуктів, не руйнуючи самої гетерогенної системи нафтопродукт-забруднення. Насамперед був розроблений метод визначення середнього ефективного діаметру частинок забруднень, за допомогою якого успішно досліджена кінетика утворення твердої фази в паливах. Потім розроблені методи, засновані на розсіюванні світла під малими і великими кутами. Перший метод дозволяє визначати число і розміри частинок забруднень в межах від 2 до 100 мкм, а другий — від 0,1 до 10 мкм.

Установка для визначення дисперсності частинок від 2 до 100 мкм методом світлорозсіювання на малих кутах (рис. 5.13) включає джерело світла, оптичну систему, кювету і реєструючу апаратуру. Джерелом монохроматичного світла служить гелій-неоновий лазер ОКГ-12, який є генератором безперервного когерентного випромінювання з довжиною хвилі 6328 А і потужністю 10 мВт. Оптична система установки включає нейтральний світлофільтр, конденсорну і коліматорну лінзи, точкову, ірисову і приймальну діафрагми. Основні параметри оптичної системи установки:

Довжина хвилі падаючого світла λ, мкм	0,6328
Максимальний кут захоплення приймальною лінзою β_{max}, град	20
Мінімальний досліджуваний об'єм V_{min}, см^3	1
Максимальна товщина кювети l_{max}, мм	35
Діаметр світлового пучка d_0, мм	5…10
Діаметр точкового отвору D, мм	0,6
Діаметр конденсорної лінзи $D_{Л1}$, мм	20
Діаметр коліматорної лінзи $D_{Л2}$, мм	30
Діаметр приймальної лінзи $D_{Л3}$, мм	31

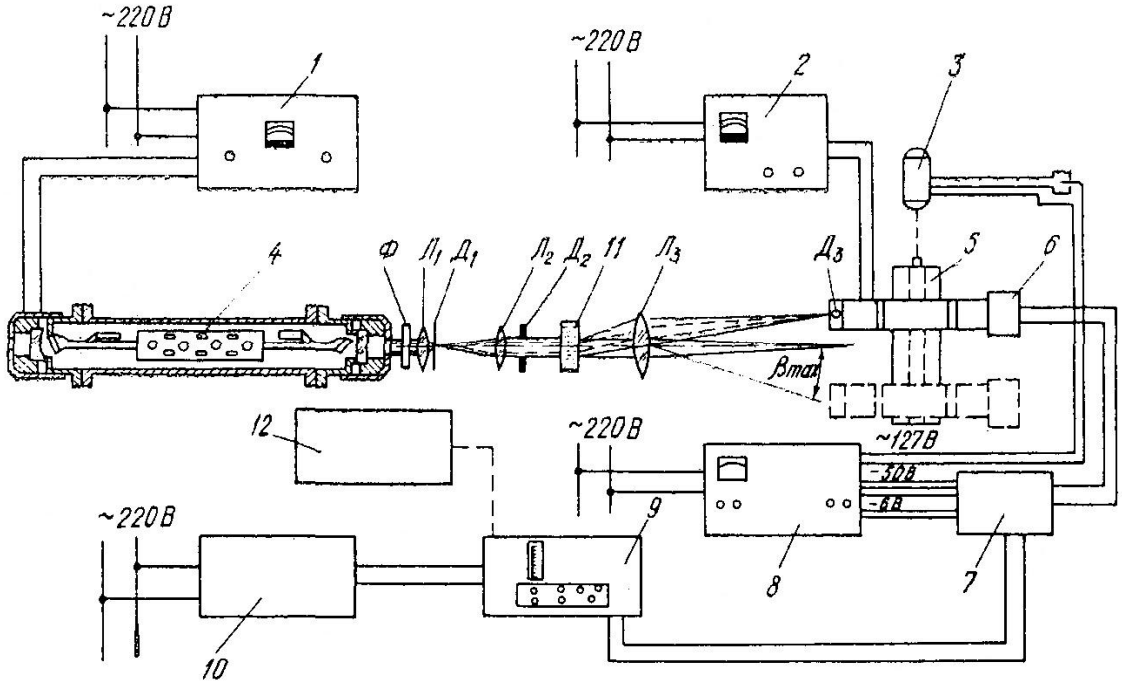

Рис. 5.13. Принципова схема установки для визначення дисперсності частинок від 2 до 100 мкм в нафтопродуктах:
1—блок живлення оптичного квантового генератора; 2—високовольтний стабілізований випрямляч; 3—реверсивний електродвигун; 4—оптичний квантовий генератор; 5—пересуваючий пристрій; 6—фотоелектронний помножувач; 7—фотоелектричний підсилювач; 8—універсальний блок живлення; 9—осцилограф; 10 — блок живлення осцилографа; 11—кювета; 12—обчислювальний пристрій; Ф—нейтральний фільтр; $Л_1$—конденсорна лінза; $Л_2$—коліматорна лінза; $Д_1$—точкова діафрагма; $Д_2$—ірисова діафрагма; $Л_3$—приймальна лінза; $Д_3$—приймальна діафрагма

Діаметр приймальної діафрагми D_3, мм	0.86
Фокусна відстань конденсорної лінзи $f_{Л1}$, мм	100
Фокусна відстань коліматорної лінзи $f_{Л2}$, мм	300
Фокусна відстань приймальної лінзи $f_{Л3}$, мм	310
Кутова спроможність α, хвилина	8
Розподіл світлового пучка ω, хвилина	5

Перепад інтенсивності розсіяного світла в інтервалі значень кута β=0…10° складає $J_{max}/J_{min}\approx10^6\ldots10^5$. Такий діапазон інтенсивностей перекривали оптичним ступінчастим ослаблювачем.

Світловий потік, що поступає на фотокатод фотоелектронного помножувача через нейтральні світлофільтри, міняється у вузьких межах, не перевищує граничних світлових навантажень для фотокатода, тому помножувач працює в найбільш легкому режимі.

Оптичний ступінчастий ослаблювач є касетою, в яку вставляється металева пластина. На пластині кріпляться нейтральні світлофільтри. На установці застосовані нейтральні світлофільтри проникливістю 46,3; 21; 10; 1; 0,64; 0,075 і 0,0016%.

При зміні індікатриси розсіяння на малих кутах використовують прямокутну кювету з плоскопаралельними стінками. Кювета обладнана механічною мішалкою, яка встановлюється поза зоною освітленого об'єму. Обертання мішалки здійснюється синхронним електродвигуном СД-60 з частотою 60 об/хв. Приймачем розсіяного світла є фотоелектронний помножувач ФЭУ-51 з чутливістю в межах 0,300…0,820 мкм. Фотоелектронний помножувач з приймальною діафрагмою $Д_3$ змонтований в сталевому корпусі і встановлений на пересуваємому пристрої, за допомогою якого помножувач переміщається у фокальній площині лінзи $Л_3$. Обертання гвинта пересуваємого пристрою здійснюється реверсивним двигуном РД-09. Пристрій забезпечує необхідну швидкість розгортки по куту β. Довжина ходу механічної розгортки при вуглі розсіяння 10° і фокусній відстані лінзи $Л_3$ складає 110 мм.

Для посилення фотопотоку, що поступає з фотоелектронного помножувача, застосовується фотоелектричний підсилювач Ф-120/2 з коефіцієнтом посилення $K_{ус}$ – 7000. Підсилювач живиться постійним струмом. Індікатриси записують осцилографом Н-107. Для живлення фотоелектронного помножувача розроблений малогабаритний високовольтний стабілізований випрямляч, який є двохдіапазонним стабілізованим джерелом напруги від 600 до 2000В. Живлення контрольно-вимірювальної апаратури установки здійснюється від універсального блоку живлення з наступними межами напруги і потужності: 127 В – 10 Вт; 27 В – 30 Вт; 2х50 В – 3 Вт; 1…8 В – 3 Вт; 2 В – 0,6 Вт. Для зручності

юстирування установки лазер, елементи оптичної системи, фотоелектронний помножувач і кювета кріпляться на оптичній лаві і закриваються світлозахисним кожухом.

Методика проведення вимірювань світла, розсіяного дисперсними системами, і обробки експериментальних індікатрис полягає в наступному. Після юстирування оптики кювету встановлюють на предметному столику між лінзою коліматора $Л_2$ і приймальною лінзою $Л_3$. При цьому положення приймальної діафрагми регулюють так, щоб компенсувати призматичну помилку, що вноситься кюветою. Світлорозсіювання на кутах від 0 до 3° вимірюють застосовуючи набір нейтральних світлофільтрів. Показники на стрічці осцилографа, відповідні цим ділянкам, зчитують з урахуванням коефіцієнту ослаблення світлофільтрів.

Загальний час, необхідний на визначення кількості і дисперсності забруднень в нафтопродуктах, 7…10 хв. Для визначення дисперсності часток від 2 до 100 мкм рекомендовано застосовувати кварцову пил та порошки лікоподію і стіракрилу з різним фракційним складом.

Другим методом розсіву світла на великих кутах отримують інформацію про склад і розподіл часток по розмірам від 0,1 до 10 мкм. Принципова схема установки (рис. 5.14) включає як джерело світла лазер ОКГ-12, оптичну систему і реєструючу апаратуру. Оптична система складається з передавальної і приймальної систем. У передавальну систему входять нейтральний світлофільтр, конденсорна і коліматорна лінзи, діафрагма з точковим отвором; призначена система для поліпшення паралельності падаючого світлового потоку і напряму його на кювету. Для уникнення світлових перешкод оптична система, що передає, поміщена в світлозахисну трубку. Приймальна оптична система складається з діафрагми, приймальної лінзи, діафрагми з точковим отвором, приймальної діафрагми і лінзи коліматора. Вона служить для прийому розсіяного світла і напряму його на катод фотоелектронного помножувача. Оптична система забезпечує рів-

номірне освітлення площі фотокатода паралельним пучком розсіяного світла, що покращує стабільність роботи приймача променистої енергії. Основні параметри оптичної системи установки приведені в табл. 5.8.

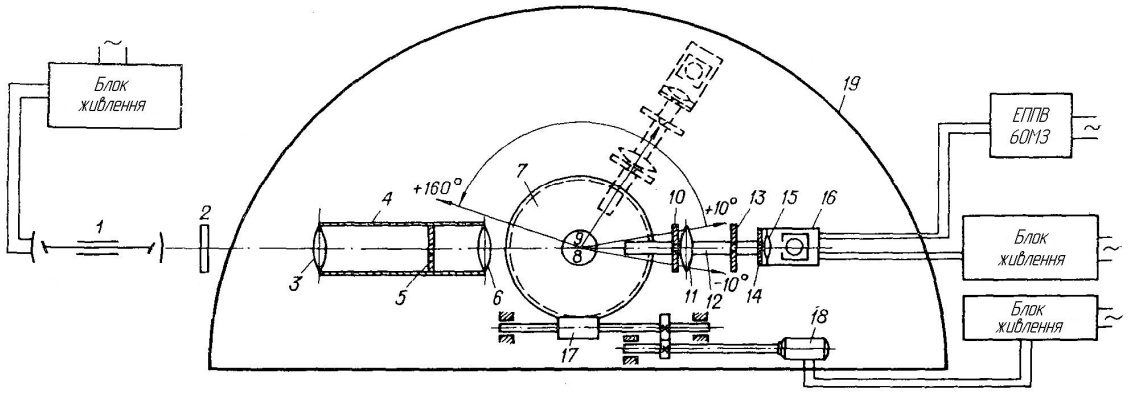

Рис. 5.14. Принципова схема експериментальної установки для визначення розмірів (від 0,1 до 10 мкм) і кількості часток в рідких середовищах:

1—лазер ОКГ-12; 2—нейтральний фільтр; 3—конденсорна лінза; 4—світлозахисна трубка; 5, 13—діафрагма з точковим отвором; 6—коліматорна лінза; 7—платформа, що обертається; 8—предметний столик; 9—положення проби; 10—діафрагма; 11—приймальна лінза; 12—Т-подібна рейка; 14—приймальна діафрагма; 15—приймальна лінза; 16—фотоелектродний помножувач; 17—черв'як; *18*—електродвигун; *19*—самозахисний кожух

Таблиця 5.8

Основні параметри (мм) деталей оптичної системи установки

Оптичні деталі	Діаметр	Фокусна відстань
Конденсорна лінза $Л_1$	10	50
Діафрагма $Д_1$	2	-
Коліматорна лінза	28	280
Приймальна діафрагма $Д_2$	5	-
Конденсорна лінза $Л_3$	15	85
Діафрагма $Д_3$	0,9	-
Коліматорна лінза $Л_4$	20	130

Для зміни кута спостереження при вимірюванні індікатриси розсіяння приймальна оптична система і приймач променистої енергії переміщаються в горизонтальній площині за допомогою установки УПГ-56, яка забезпечує обертання з 43 фіксованими кутовими швидкостями від 1,25 '/с до 360 °/с. Установка УПГ-56 складається з поворотного столу (платформи), багатоступінчатого шестерінчастого редуктора з вбудованою в ланцюг фрикційною ланкою і електродвигуна. У центрі обертання платформи нерухомо укріплений предметний столик, на якому розміщується кювета. Вузол кріплення столика забезпечує його нерухомість при обертанні платформи із заданою постійною кутовою швидкістю. Приймальником розсіяного світла є ФЭУ-51. Як реєструючий пристрій на установці використовується високоомний електронний потенціометр ЭППВ-60МЗ.

Циліндрична кювета (рис. 5.15) значно зменшує віддзеркалення падаючого і розсіяного пучків світла і не порушує їх паралельності. Кювета складається з верхньої і нижньої *3* кришок і оптичного пристрою *2.* Кришки виконані з темного фторопласту-40 у вигляді порожнистого циліндра, закритого з. однієї сторони. Верхня кришка має кільцеву виточку для посадки на оптичний пристрій кювети і отвір в торці для затоки продукту, нижня — дві кільцеві виточки: одну для посадки на оптичний пристрій, іншу для якоря магнітної мішалки. Оптичний пристрій, що також має форму полого циліндра, виконаний з двох частин. Одна частина, виготовлена з кварцового скла, має плоский вхід для проходження падаючого пучка світла. Друга частина, на фоні якої проводиться вимірювання інтенсивності розсіяного світла, виконана з чорного оптичного скла. Для захисту від стороннього світла, що спотворює дійсне значення інтенсивності розсіяного світла, джерело випромінювання, оптична система, кювета і приймач променистої енергії поміщені в світлозахисний кожух.

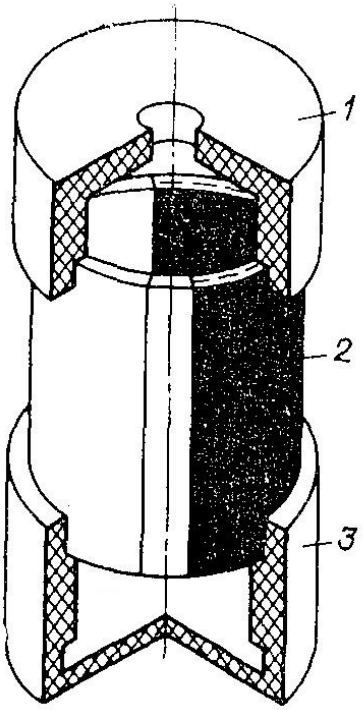

Рис. 5.15. Циліндрична кювета для визначення забрудненості нафтопродуктів

Після юстирування установки і зйомки тарировочної індікатриси знімають експериментальні індікатриси із швидкістю 0,1…0,2 °/с в області від 5 до 165°. Для отримання дійсної індікатриси з експериментальної віднімають індікатрису, зняту без зразка. У отриману різницеву криву вносять поправку на значення розсіюючого об'єму. Значення поправки залежить від кута розсіяння, радіусу кювети і ширини світлового пучка. Виправлена різницева крива $\Delta I(\beta)=\left[I(\beta)-I_0(\beta)\right]\varphi(\beta)$ обробляється по методу статистичної регуляризації.

Чутливість методів визначення забрудненості можна істотно підвищити попереднім видаленням газу з нафтопродукту, а також концентрацією твердих частинок забруднень в контрольованому потоці, що проходить через вимірювальний пристрій приладу. Найбільш прийнятний для цієї мети вихровий метод, який можна реалізувати в гідроциклоні. Цю передумову М.Н. Но-

вичков, Г. Ф. Большаков і В. Ф. Тімофєєв реалізували в приладі, який включає формувач контрольного потоку 1, вимірник 2 і реєструюче 3 пристрої (рис. 5.16). Прилад призначений для безперервного автоматизованого експрес-контролю забрудненості нафтопродуктів.

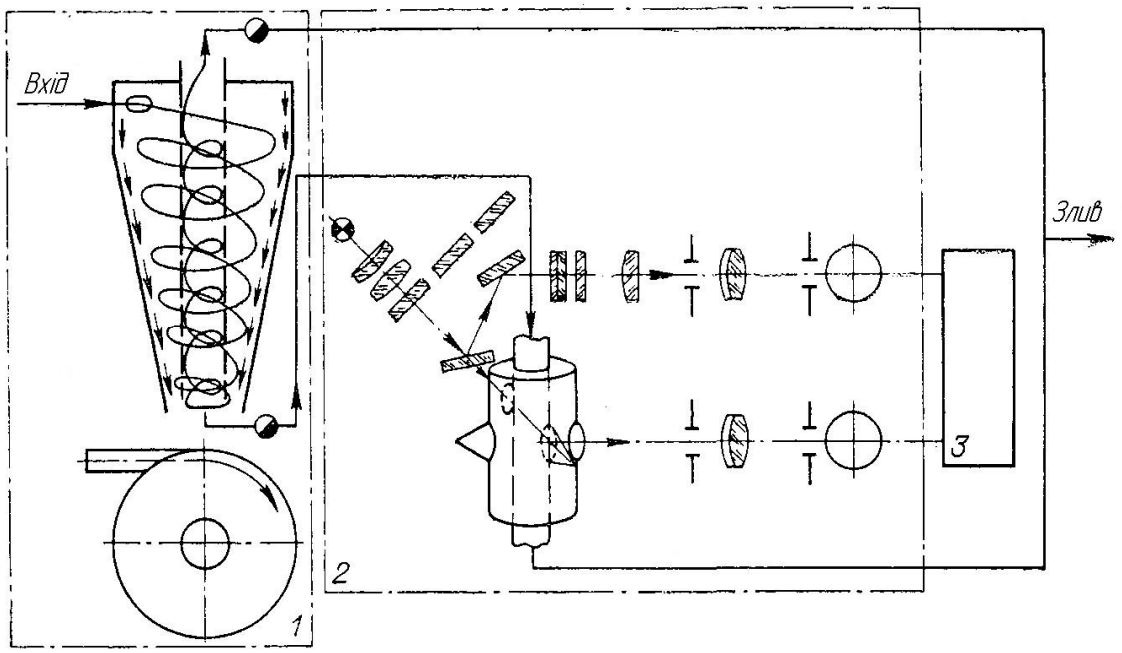

Рис. 5.16. Принципова схема установки для контролю чистоти нафтопродуктів

Гідроциклон встановлений перед вимірювальним пристроєм, що є двохканальною фотометрією. Нафтопродукт подають в циліндрову частину гідроциклона через тангенційний вхідний патрубок. У периферичній зоні основний потік нафтопродукту обертається з великою швидкістю і рухається вниз до вершини конуса. Під дією відцентрових сил в зовнішньому шарі нафтопродукту концентруються частинки і виділяється повітря. У нижній частині гідроциклона основний потік нафтопродукту змінює напрям руху, піднімається вгору і разом з повітряним потоком, що утворюється уздовж осі гідроциклона, зливається через верхній патрубок. Невелика частина потоку нафтопродукту (концентрат) із вмістом частинок до 80% поступає через

нижній розвантажувальний отвір в кювету вимірювального пристрою. Потік контролюємого нафтопродукту обпромінється в кюветі світловим потоком і розсіює його під кутом 45°. Розсіяне світло фіксується фотоелементом робочого каналу фотометрії, поступає в реєструючий пристрій і порівнюється з сигналом від фотоелемента компенсаційного каналу.

5. УТВОРЕННЯ СМОЛ ТА ОСАДУ

5.1. Механізм утворення осадів і смол
5.2. Фактичні дані по утворенню та складу смол і осаду
5.3. Вплив смолянистих речовин на якість нафтопродуктів і надійність роботи машин
5.4. Методи запобігання і зменшення утворення смол і опадів

При зберіганні, транспортуванні та використанні нафтопродуктів під дією кисню протікають процеси окислення, причому вони посилюються в присутності каталітично активних металів, їх оксидів, різних чужорідних домішок. Наслідком процесів окислення є утворення високомолекулярних речовин – смол і осаду, які після перевищення певних концентрацій погіршують експлуатаційні властивості палив і масел. На утворення смол і осаду впливають хімічний склад нафтопродуктів і зовнішні умови: температура, тиск, склад атмосфери, контакт з металами і ін.

Механізм утворення опадів і смол

Стабільність будь-яких речовин, у тому числі і нафтопродуктів, можна оцінити ізобарно-ізотермічним потенціалом, або вільною енергією Гиббса Г. Реакція $A \rightarrow B$ можлива, якщо

$$\Delta Г = Г_A - Г_B < 0. \qquad (5.17)$$

Глибина хімічних перетворень характеризується константою рівноваги прямої і зворотної реакцій

$$K=[A]/[B]. \tag{5.18}$$

Якщо $\Delta Г>0$ і $K>1$, то реакція протікає від A до B, при $\Delta Г<0$ і $K<1$ – від B до A. При постійній температурі константа рівноваги пов'язана із стандартною зміною вільної енергії речовини $\Delta Г^0$

$$K = e^{\Delta Г^0/(RT)}. \tag{5.19}$$

У свою чергу стандартна зміна вільній енергії речовини $\Delta Г^0$ залежить від зміни ентальпії, ентропії і температури

$$\Delta Г^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0; \tag{5.20}$$

$$K = e^{\Delta H^0/(RT)} e^{\Delta S^0/R}. \tag{5.21}$$

По $\Delta H^0(T)$ і $\Delta S^0(T)$ можна визначити K і оцінити стабільність речовин.

Для визначення швидкості зміни якості, зокрема швидкості утворення смол і осаду, необхідно знати механізм термодинамічних або физико-хімічних процесів, що викликають смолоутворення, або використовувати експериментальні дані. Утворення смол і осаду є наслідком процесів окислення. Спочатку, до дії кисню і інших збурюючих чинників, нафтопродукти в ідеальному випадку можна розглядати як дійсний розчин гетероорганічних з'єднань у вуглеводневому середовищі. Внаслідок термодинамічної нестійкості найменш стабільні компоненти нафтопродуктів починають окислюватися з утворенням кисневмісних речовин.

На початку процесу майже весь кисень йде на утворення гідроперекисів, які надалі перетворюються на спирти, кетони, альдегіди, кислоти, ефіри і ін.

Розвиток процесів окислення сірчаноорганічних сполук приводить до утворення сірчаної і сульфонових кислот.

Азотоорганічні з'єднання основного характеру в оптимальних концентраціях гальмують процеси окислення, проте при подальших окислювальних перетвореннях втрачають свої інгібіруючі властивості. В результаті конденсації і полімеризації продуктів окислення в дійсному розчині нафтопродуктів з'являються молекули і їх ассоціати, молекулярна маса яких перевищує середню масу молекул палива в 2…3 рази. Але ці окислені молекули ще розчинні в паливі і не випадають з розчину. Критичною ситуація стає тоді, коли в результаті окислювального ущільнення утворюються молекули, що вже не розчиняються в паливі, і розчин стає фактично колоїдним. Власне процес коагуляції колоїдних частинок, що утворилися, і є процесом утворення смол і осаду.

5.2. Фактичні дані по утворенню та складу смол і осаду

Утворення смолянистих з'єднань і осаду найінтенсивніше в нафтопродуктах із значним вмістом неграничних вуглеводнів і гетероорганічних з'єднань. Із збільшенням вмісту неграничних вуглеводнів, часу зберігання, середньої температури, зменшенням ємності кількість смол, що утворюються, збільшується (табл. 5.9). Смолоутворення прискорюється при збільшенні поверхні контакту палива з повітрям, об’єму газової фази, а також у присутності води (рис. 5.17). Незачищенні залишки смолянистих речовин значно інтенсифікують процеси окислення і утворення нових смол. Наприклад, бензин, у складі якого було 50% крекінг-компонентів, а вміст смол 5,3 мг/100 мл, був залитий в чисті і в погано зачищені від смолянистих залишків бочки. Через 4 місяці в бензині утворилося смол відповідно 10 і 25 мг/100 мл.

Таблиця 5.9

Вплив неграничних вуглеводнів та умов зберігання на утворення смол в бензинах

Резервуар	Ємність, $м^3$	Час зберігання, міс.	Вміст фактичних смол, мг/100 мл	Кислотність, мг КОН/100 мл
32% неграничних				
Перед зберіганням	-	0	2,5	0,37
Підземний	50	48	8,4	0,82
Напівпідземний	50	50	16,3	0,91
Наземний	50	62	22,3	1,36
45% неграничних				
Наземний	50	22	30,2	1,50
Наземний	25	10	19,3	0,82
Наземний	2,5	10	38,3	2,00
72% неграничних				
Наземний	50	16	17,8	1,47
Наземний	1,5	16	23,2	1,45
Наземний	0,2	16	52,0	2,03
Напівпідземний	0,2	16	16,2	0,70

Підвищення температури значно прискорює процеси смолоутворення (рис. 5.17). При обробці цих даних встановлено, що кількість смол пропорційна числу частинок і як функція температури досить добре описується рівнянням

$$P = \varphi e^{-K/(RT)}. \qquad (5.22)$$

Значно збільшують швидкість утворення смол в паливах сонячне світло і радіація. Якість палив, що містять значну кількість неграничних вуглеводнів, досить швидко змінюється при зберіганні в баках автомобілів. Зміни якості, які відбуваються при зберіганні бензину на складах за тривалий час, в баках машин спосте-рігаються через декілька місяців, а іноді і тижнів (табл. 5.10). При зберіганні навіть в північній кліматичній зоні

через 3…4 місяці вміст фактичних смол збільшується в десятки разів. Крім того, підвищується температура початку кипіння і википання 10%. Прискореному окисленню палив в баках машин сприяють каталітична дія металів бака: міді, свинцю, луди, припою, – недостатня герметичність баків, несприятливе відношення поверхні металу до об'єму палива, наявність залишків смолянистих речовин, різкі коливання температури, відносно високий нагрів бензину в літній період.

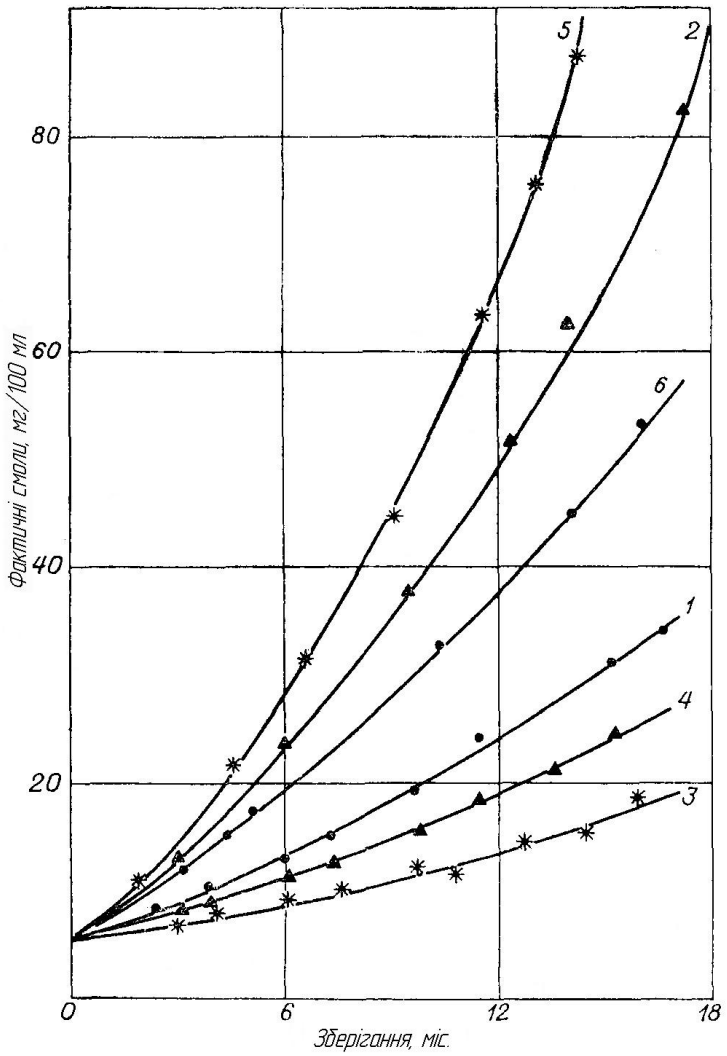

Рис. 5.17. Вплив заповнення ємності і під товарної води на швидкість осмолення мало стабільних бензинів:
заповнення ємності, %:1, 5, 6 – 95, 2 – 25; зберігання: 3 – в сухій ємності, 4 – на водяній подушці; температура, ^{0}C: 1 – 8, 6 – 28, 5 – 52

Таблиця 5.10

Утворення смол в бензинах А-76 (5% неграничних вуглеводнів) при зберіганні в баках автомобілів

Умови зберігання і бензини	Час зберігання, міс.	Вміст фактичних смол, мг/100 мл	Кислотність, мг КОН/100 мл	Початок кипіння, ^{0}C
Північна зона	0	2	0,2	38
	8	68	1,1	51
Середня зона	0	2	0,2	38
	8	90	1,3	52
Південна зона	0	2	0,2	40
	8	420	1,6	76
Середня зона (бензин, що містить 60% неграничних вуглеводнів)	0	3	0,8	35
	2	350	23,1	46

Вміст неграничних вуглеводнів надає рішучий вплив на швидкість утворення смол в паливах (табл.. 5.9, 5.10). У бензинах, що містять 30…70% неграничних вуглеводнів, швидкість утворення смол перевищує швидкість осмолення прямогонних бензинів в 20…40 разів.

Більшість палив в даний час отримують з східних нафт. Сірчастоорганічні з'єднання значно збільшують швидкість утворення смол і осаду. Особливо значно сприяють смолоутворенню меркаптани, дисульфіди, в декілька меншого ступеня сульфіди. Мінімально впливають на утворення смол алкілтиофени, якщо тиофенове кільце не конденсує з ароматичним. Видалення меркаптанів і дисульфидів значно зменшує схильність палив до утворення смол і осаду.

При зберіганні авіаційних і автомобільних этилованих бензинів досить часто спостерігається їх помутніння і осад на дні

резервуарів білого або жовтого осаду. Утворення цього осаду пов'язане з розкладанням ТЕС і окисленням малостабільних компонентів бензину. Основними компонентами осаду авіаційних бензинів є продукти розкладання ТЕС. Процеси утворення осаду інтенсифікувалися при підвищенні температури. У південній кліматичній зоні літом осідання за рахунок розкладання ТЕС в невеликих ємностях (до 50 $м^3$) можуть утворитися через 2…3 місяці.

Утворення осаду проходить стадії окислювального ущільнення і деструкції, формування колоїдної системи і коагуляції колоїдних частинок в осад. Наприклад, з'єднання $(C_2H_5)_3PbOOC(CHKR")OPb(C_2H_5)_3$ розкладається, особливо при підвищенні температури, з осмоленням і утворенням бурого осаду. З виділенням осаду вже при 20°С розкладаються майже всі тріалкілалкілпероксісвинцові з'єднання. Тетраетілсвинец і його кисневмісні з'єднання активно розкладаються і іншими кисневими, з'єднаннями — продуктами окислення вуглеводнів. Таким чином, присутність етилової рідини в бензинах значно прискорює утворення нерозчинного осаду. Із збільшенням концентрації етилової рідини період стабільності зменшується, а кількість осаду збільшується. При зберіганні бензинів період стабільності поступово зменшується (рис. 5.18).

Каталізують розпад ТЕС деякі метали. Введення в этилований бензин міді викликає збільшення кількості твердої фази, що утворюється, приблизно в 10 разів. У цьому ж зразку бензину, але без ТЕС, контакт з міддю збільшує осадоутворення лише в 3 рази. Залізо і його сплави, продукти корозії в порівнянні з міддю впливають менше на утворення осаду в етилованих бензинах.

Смолянисті речовини, що утворюються при зберіганні нетилованих бензинів, є продуктами глибокого окислювального ущільнення. Смоли мають вищу молекулярну масу, ніж початкові бензини. Вміст неграничних структур досить великий і максимальний в бензинах із значною кількістю крекінг-компо-

нентів. Щільність смолянистих речовин наближається до одиниці. Кислі речовини (продукти окислення) концентруються в спиртоацетоновому елюєнті, а нейтральні – в бензоловому. Бензолом десорбується і більшість сірчастоорганічних з'єднань, що є за даними ИК- і УФ-спектроскопії в основному циклічними структурами. На відміну від цього азотисті з'єднання концентруються в спиртоацетоновій фракції і за даними хімічного аналізу, ИК-, УФ-спектроскопії представлені речовинами основного характеру. У смолах міститься 6…11% кисню, що свідчить про те, що вони є продуктами окислення вуглеводнів і гетероорганічних з'єднань. У складі смол багато ароматичних структур. Про це свідчить, наприклад, інтенсивне поглинання в області 1600 $см^{-1}$ ИК-спектру.

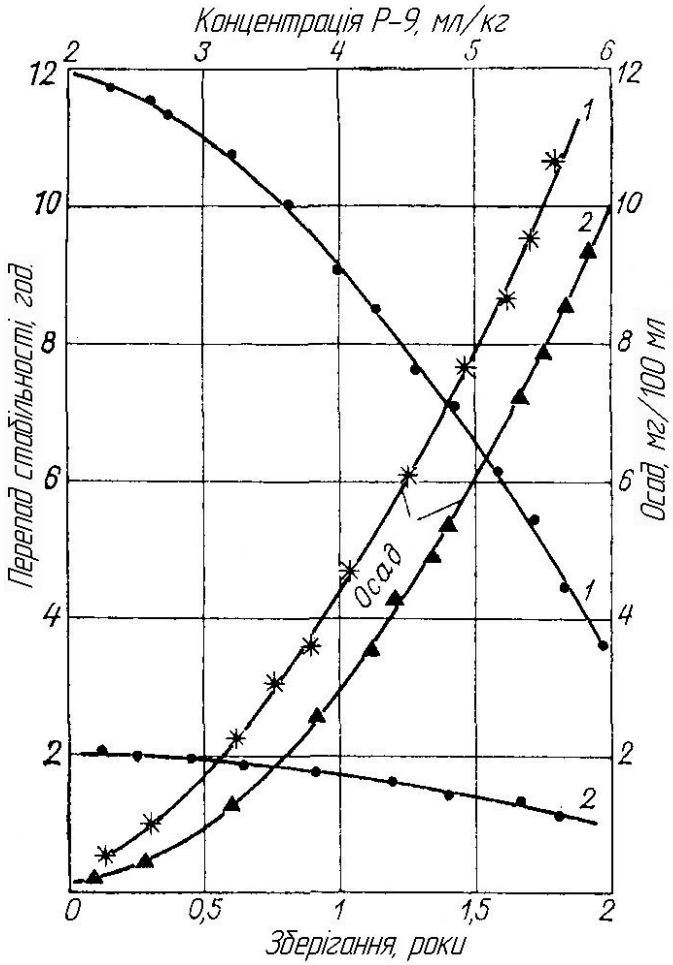

Рис. 5.18. Вплив етилової рідини на стабільність бензинів:
1 – Б-100/130; 2 – Б-95/130

При зберіганні этилованих бензинів у складі смол і осаду виявляються різноманітні з'єднання свинцю. За наслідками рентгеноструктурного дослідження встановлено, що в осаді присутні оксиди і гідрати оксидів свинцю, органічні солі свинцю, гідратировані сульфати і карбонати свинцю і інші з'єднання.

Декілька інтенсивніше накопичуються смолянисті речовини при зберіганні дизельних палив. В процесі зберігання інтенсивно йде накопичення кислих смолянистих речовин, що десорбуються ацетоном і етанолом. Ці дані відносяться до зберігання стандартних палив при коефіцієнті заповнення резервуарів 0,9. На швидкість утворення смолянистих речовин сильно впливають вода, метали, світло. Серед металів найбільше смолеутворення викликають мідь і її сплави. Проте в процесі зберігання великі маси палива з міддю і з її сплавами практично не контактують. Нафтопродукти зберігаються зазвичай в резервуарах з низькоякісних сталей, які в порівнянні із сплавами міді мало впливають на утворення смолянистих речовин. Проте у присутності води сталеві резервуари піддаються інтенсивній корозії. Оксиди і гідрати оксидів заліза значно прискорюють утворення смол і осаду.

Найсильніше впливають на утворення смолянистих речовин ароматичні меркаптани, дисульфіди, сульфіди. Аліфатичні сірчастоорганічні з'єднання впливають набагато менше.

Смолянисті речовини, виділені бензолом і сумішшю спирту з ацетоном, є двома, групами з'єднань, що різко відрізняються один від одного. Фракції смол, витягнуті сумішшю спирту і ацетону, мають велику кислотність і відповідно до цього більший вміст кисню. В порівнянні із спиртоацетоновими фракціями смол витягнуті бензолом смоли характеризуються великим вмістом сірчистих з'єднань і меншим – азотистих. Такий розподіл сірчистих, кисневих і азотистих з'єднань є результатом застосування певного методу розділення, проте можна стверджувати, що в порівнянні з азотистими і кисневими сірчисті з'єднання

характеризуються меншою полярністю і більшою нейтральністю.

У ИК-спектрах виразно виявляється поглинання в області 1350…1235, 1040, 870 і 740 $см^{-1}$, яке відповідає біциклічним ароматичним системам, і в області 815...740 $см^{-1}$, тризаміщеним, що відпо-ідає похідним бензолу. Поглинання при 1165 $см^{-1}$ відповідає третинному атому вуглецю, а поглинання в області 710...690 $см^{-1}$ характерний для бензолового кільця з аліфатичними ланцюгами з числом вуглецевих атомів не менше шести. Інтенсивне поглинання в області 1725…1620 $см^{-1}$ указує на присутність значних кількостей карбонільних груп. Поглинання в області 1030 $см^{-1}$ може відноситися до коливань груп -C-O-C-. Є також смуги, що вказують на присутність групи -OH (3400…3500 $см^{-1}$). Отримані дані свідчать про значну питому вагу циклічних структур у складі смол.

5.3. Вплив смолянистих речовин на якість нафтопродуктів і надійність роботи машин

Смолянисті речовини, що містяться в автомобільних і авіаційних бензинах понад певні межі, значно погіршують їх якість і знижують надійність роботи двигунів. Відкладаючись у впускних трубопроводах і на клапанах, вони приводять до зменшення потужності і економічності двигунів, а іноді і до аварійної їх зупинки. Із збільшенням кількості смолянистих речовин підвищується нагароутворення в камерах двигунів, хоч і менш значно, чим зростання відкладень у впускній системі.

Кількість відкладень в двигунах і термін їх експлуатації до появи несправностей прямо пропорційні вмісту смолянистих речовин в бензинах (табл. 5.11). При збільшенні вмісту фактичних смол в бензині з 10 до 20 міліграма кількість відкладень у впускному трубопроводі також зростає, приблизно, в 2 рази. Найбільша кількість відкладень утворюється при 50-100°С. На кількість відкладень в двигунах впливають не тільки смоли, що фактично містяться в бензинах, але і негранічні вуглеводні, які

утворюють смолянисті речовини в процесі випаровування бензину у впускних трубопроводах:

Вміст негранічних вуглеводнів, %	Кількість відкладень у впускному трубопроводі, мг
11	54
5	40
4	30
3	20
2	10
1	2

Таблиця 5.11

Вплив вмісту смол в бензині на працездатність автомобільних двигунів

Вміст фактичних смол, мг/100 мл	Можливий пробіг автомобілів до появи несправностей, км	Кількість відкладень у впускному трубопроводі, мг
До 10	Більше 30000	40
11…15	25000	60
16…20	16000	130
21…25	8000	240
26…50	5000	420
51…120	2000	-

Смолянисті речовини мало впливають на нагароутворення в двигунах. Це пояснюється тим, що вони не встигають потрапити в камеру згоряння, оскільки відкладаються у впускному трубопроводі. Це явище спостерігатиметься тільки в карбюраторних двигунах. У двигунах з безпосереднім уприскуванням кількість нагару збільшується із збільшенням вмісту смолянистих речовин.

Великий негативний вплив смолянистих речовин на якість реактивних палив. Смолянисті речовини погіршують термооки-

слювальну стабільність палив, у їх присутності фільтри паливної системи сильно засмічуються. Смолянисті речовини підвищують нагароутворення в камерах згоряння реактивних двигунів:

Вміст смол, мг/100 мл	Кількість нагару, г
2	5
6	20
12	47
18	69
24	100

Відкладаючись на стінках камер згоряння, нагар порушує аеродинаміку потоку, погіршує ефективність горіння палива, викликає місцевий перегрів, викривлення і розтріскування жарових труб. При відкладенні нагару на форсунках змінюється форма струменя розпилення, знижується ефективність горіння палива, камери згоряння в окремих випадках можуть прогоріти. Частинки нагару, що відриваються від форсунок і стінок камер, несуться з газами до турбіни і викликають ерозію її лопаток, що приводить до децентрування турбіни і може викликати аварійну ситуацію у польоті.

Смоли збільшують утворення нагару і в камерах згоряння дизелів. Нагар викликає закоксовування розпилювачів форсунок, засмічення продувочних вікон двигунів, абразивний знос дизелів, в результаті їх потужність зменшується, виникає можливість аварійних поломок.

Смолянисті речовини значно погіршують якість котельних палив. Пониження стабільності, порушення процесу горіння, утворення емульсій з водою пов'язане з присутністю смолянистих речовин в мазуті. Палива з високим вмістом смолистих речовин при зберіганні утворюють осад, що випадає на дно резервуарів. Випавший осад зменшує корисну ємність складів і судів, погіршує ефективність підігрівачів, забиває паливні фільтри і мазутопроводи. Смолянисті речовини значно погіршують

топковий процес. На соплах форсунок утворюється нагар, який погіршує якість розпилу, змінює структуру факела. Канали сердечника часто забиваються аж до повного припинення подачі мазуту. При горінні котельних палив з підвищеним вмістом смол спостерігається інтенсивне утворення іскор.

При збільшенні вмісту смолянистих речовин понад оптимальні кількості в змащувальних маслах їх стійкість до окислення зменшується; масла темніють, в них інтенсивно накопичуються осад, що засмічує масляні фільтри і масляну систему двигунів (табл. 5.12). В'язкість масел збільшується, їх низькотемпературні властивості погіршуються. Із-за підвищеної в'язкості доступу масла до деяких деталей, що труться, ускладнюється.

Таблиця 5.12

Вплив смолянистих речовин на утворення осаду після пробігу 5000 км

Несправності	Кількість автомобілів (%), у яких спостерігались неполадки при роботі на маслі з вмістом адсорбційних смол, %			
	1,2	1,6	2,1	3,0
Сітка маслоприймальника засмічена на 50%	12	18	24	52
Маслопроводи забиті осадом	11	31	38	68

Смолянисті речовини, що утворюються при зберіганні, значно погіршують якість промислових масел, зокрема індустріальних, ізоляційних. Смоли, наприклад, істотно підвищують діелектричні втрати в ізоляційних маслах. Після подальшого окислення смолянисті речовини випадають в осад, що складається в основному з асфальтенів і оксикислот, найдрібніші частинки якого утворюють колоїдний розчин і тим самим підвищують провідність масел.

5.4. Методи запобігання і зменшення утворення смол і опадів

Утворення смолянистих речовин і осаду при зберіганні є наслідком окислення нафтопродуктів. Тому запобігти процесам утворення смол можна шляхом зберігання дегазованих нафтопродуктів в інертному середовищі, наприклад в азоті. Проте таке зберігання в даний час не практикується, хоча економічна недоцільність не так вже очевидна. Процеси утворення смол і осаду при зберіганні в середовищі повітря можна уповільнити шляхом зменшення відносин парової і рідкої фаз, площі контакту нафтопродукту з повітрям, числа перекачувань. Процеси утворення осаду протікають інтенсивно при зберіганні в умовах знижених температур (наприклад, в заглиблених резервуарах), у відсутність вологи і різних сторонніх домішок. Якнайкращі умови для зберігання якості нафтопродуктів створюються при зберіганні в підземних, крупних, повністю заповнених резервуарах, в яких відсутні вода і забруднення.

Загальмувати утворення смол і осаду можна присадками і підбором оптимального хімічного складу нафтопродуктів. Останні не повинні містити неграничних вуглеводнів, а гетероорганічні домішки повинні бути присутніми в оптимальних кількостях.

До автомобільних бензинів додають 0,05…0,15% деревинносмоляного антиокислювача, піролізату, а також фенолів ФЧ-16, ФЧ-4 або 0,007-0,010% феніл-*n*-амінофенолу. До авіаційних бензинів присадки додають в основному з метою запобігання окислювальному розпаду ТЕС. Найбільш ефективними виявилися амінофеноли, екрановані алкілфеноли і аміни – 2,6-дитретбутил-4-метілфенол, феніл-*n*-амінофенол, 1,5-амінофенол, N,N′-дифеніл-*n*-фенілендіамін, 2,4-діамінодифеніламін і ін. Деякі присадки при сумісній присутності дають синергитичний ефект, наприклад, *n*-оксідифениламин з 2,6-дитретбутил-4-метилфенолом.

У присутності антиокислювачів процеси утворення смол істотно гальмуються. Наприклад, при зберіганні бензину при 45°С

у присутності міді через 22 дні утворилося 20 мг смол на 100 мл. При зберіганні цього ж бензину в таких же умовах, але з 0,03% ФЧ-16 або 0,008% *п*-оксидифениламіну для утворення такої ж кількості смол було потрібно більше 170 днів. Для палив розроблені присадки, що запобігають утворенню нерозчинного осаду і сприяють їх диспергації при нормальних і підвищених температурах.

По хімічному складу антиокислювачі-диспергенти діляться на зольні і беззольні. Перші містять метали у вигляді солей нафтових сульфо- або нафтенових кислот. До незольних присадок відносяться аліфатичні аміни, сополімери. Розроблені також високоефективні присадки на основі азот- і сірчастомістких гомологів, амінотиолів, аміносульфидів і амінодисульфидів.

У котельних залишкових паливах стабілізатори-диспергенти запобігають утворенню шлаків, забезпечують сумісність різних палив і перешкоджають осіданню смолянисто-асфальтових речовин. Застосування цих присадок дозволяє зменшити витрати на зачистку ємностей від осаду і смол і виявляється приблизно в 30 разів економічніше за найбільш поширений механічний спосіб.

Ефективною присадкою до котельних палив є, наприклад, присадка ВНИИ НП-102, яка є фракцією гомологів нафталіну, в основному дизаміщених нафталіну. Модифікація цієї присадки – присадка ВНИИ НП-103 – є суміш гомологів нафталіну з невеликими добавками алкілдитиофосфату або феноляту барію (0,26% на барій), алкілдитиофосфату (0,12% на фосфор), нафтенату міді (0,42% на мідь).

Диспергуючі антиокислювачі різних типів можуть застосовуватися спільно, наприклад полярні сополімери в суміші з алкіламінами, нафтенатами металів, похідними іонола, амінотіолами, амінодисульфідами і ін. Виникаючий синергитичний ефект збільшує ефективність присадок.

Антиокислювальні присадки, що додаються до масел, призначені в основному для підвищення їх стабільності при підви-

щених температурах в умовах застосування в двигунах. До масел, як і до палив, застосовують аміни, феноли, гетероциклічні азотисті з'єднання, сірчисті і фосфорні з'єднання. Параоксидіфеніламін, феніл-1-нафтиламін, ионол та інші додають до масел глибокого очищення: турбінним, трансформаторним, реактивним, вазеліновим, медичним. Високу ефективність в моторних маслах проявляють диалкілдитиофосфати, фосфоросірненні терпены і ін. Широко застосовуються як присадки до моторних масел диалкілдитиофосфат цинку (ДФ-11) і диалкілдитиофосфат барію (ДФ-1), а також присадки ВНИИ НП-353, АН-22к, НГ-183а і ін. Застосування антиокислювальних присадок типу диалкілдитиофосфатів часто дозволяє усунути шкідливий вплив присадок іншого призначення, наприклад миючих (табл. 5.13).

Таблиця 5.13

Вплив антиокислювальних присадок на окислювальність масла МТ-16п з миючою присадкою СБ-3

Масла і присадки	Стабільність при 260^{0}С, хв.	Утворення лака при 260^{0}С на протязі 30 хв., %	Коефіцієнт лакоутворення
Масло МТ-16п + 6,3% присадки СБ-3 (сульфоната барію)	18	5	20
Те ж + 3,5% присадки ВНИИ НП-353	92	0	0,3
АН-22к	72	0	0,4
НГ-183а	95	0	0,3
АзНИИ-10	56	0	0,5

Розробці антиокислювальних присадок для палив і масел повинно бути приділено надалі ще більша увага.

6. ПРОЦЕСИ КОРОЗІЇ

6.1. Механізм корозійних процесів
6.2. Чинники, що впливають на корозійні процеси
6.3. Зміна якості нафтопродуктів внаслідок процесів корозії
6.4. Методи зменшення корозійної активності нафтопродуктів

Корозію можна визначити як процес руйнування металів зовнішнім середовищем, в нашому випадку нафтопродуктами і киснем у присутності води. Продукти корозії зазвичай нерозчинні в нафтопродуктах, їх забруднюють, каталізують процеси окислення і, таким чином, погіршують якість нафтопродуктів. Крім того, в результаті корозії руйнуються технічні засоби зберігання, транспортування і перекачування, що заподіює значний матеріальний збиток.

У нафтопродуктах присутні корозійно-активні речовини – органічні кислоти, меркаптани, сірка і сірководень, що перейшли з нафти і утворилися при переробці. Органічні кислоти утворюються також при зберіганні нафтопродуктів в результаті процесів окислення. Сульфіди, дисульфіди полісульфіди, тіофени, а також інші складніші сірчистоорганічні з'єднання без зв'язків - 5-Н пасивні до основних конструкційних матеріалів, проте вони при зберіганні можуть окислюватися з утворенням сульфоокислів, сульфонів, сульфинових і сульфонових кислот, а іноді сірною, сірчистою кислот і сірководню, які надзвичайно корозійноактивні. Серед азотистих небезпечні в корозійному відношенні лише з'єднання основного характеру, і те тільки до алюмінію і

його сплавів. Корозійна дія гетероорганічних з'єднань значно посилюється у присутності води.

6.1. Механізм корозійних процесів

Причиною корозії є термодинамічна нестійкість металу в зовнішньому середовищі. Інтенсивність і можливість корозії визначаються знаком і величиною ізобарно-ізотермічного потенціалу Гіббса при утворенні продуктів корозії з початкових речовин. Протікання корозії супроводжується зменшенням енергії Гіббса $\left(-\Delta G\right)$. Якщо ця умова не дотримується, то корозія відсутня. Більшість металів утворюють термодинамічно стійкі продукти корозії при дії нафтопродуктів, кисню і води і, таким чином, піддаються корозії. Механізм і кінетика процесів корозії залежать від природи середовища, зовнішніх умов, якості металів. По механізму розрізняють хімічну і електрохімічну корозію; за умовами – газову, грунтову, структурну, контактну, щілисту, био- і електрокорозію, а також корозію в неелектролитах (нафтопродуктах), зовнішнім струмом, під механічною напругою, при терті і корозійну кавітацію. По характеру руйнування корозія буває загальна, або суцільна (рівномірна, нерівномірна, виборча), і місцева (плямами, виразками, точкова, крізна, підповерхнева, межкристалітна і корозійне розтріскування).

Хімічна корозія. Це руйнування металів при взаємодії із зовнішнім середовищем. Хімічна корозія підкоряється основним законам хімічної кінетики гетерогенних реакцій і не супроводжується електричним струмом. Цей тип корозії спостерігається при дії на метали сухих газів і рідких неелектролітів, тобто в нашому випадку при контакті сухих палив, масел і газового середовища. Характерною особливістю хімічної корозії (на відміну від електрохімічної) є та обставина, що продукти корозії утворюються безпосередньо на ділянках поверхні, що вступають в реакцію. Подальше зростання плівки залежить від можливості проникнення нафтопродуктів через цю захисну плівку. Перехід

нерозчинних продуктів корозії в нафтопродукти визначається физико-хімічними властивостями верхніх шарів відкладень.

Процес корозії залежить від міцності і суцільності плівок на поверхні металу. Умова суцільності, вперше сформульована Піллінгом і Бедвортсом, полягає в тому, що об'єм оксиду, що утворюється з металу і корозійного середовища, повинен бути більше початкового об'єму металу. Звідси слідують три випадки.

1. Об'єм продуктів корозії менше об'єму початкового металу, і плівка виходить рихлою, із слабкими захисними властивостями. В цьому випадку рівняння зростання товщини *h* плівки з часом

$$h = k_1 \tau \,. \qquad (5.23)$$

2. Об'єм продуктів корозії більше об'єму початкового металу. В цьому випадку виходить плівка з хорошими захисними властивостями і зростання плівки підкоряється параболічному закону

$$h^2 = k_2 \tau \,. \qquad (5.24)$$

3. Можливе утворення комбінованої плівки, коли біля поверхні металу утворюється суцільний шар, покритий пористим, несуцільним шаром продуктів корозії.

Іноді хімічна корозія протікає повільніше, ніж це повинно виходити з дифузійного механізму гальмування, що описується параболічною залежністю. Для деяких металів встановлена логарифмічна залежність окислення, яка в простому випадку (виключаючи початковий період зростання плівки) описується так

$$h = \ln(k_1 \tau) \text{ або } dx/d\tau = ke^{-x} \,. \qquad (5.25)$$

Швидкість окислення в цьому випадку пропорційна степінній функції від *h;* це указує на набагато більше гальмування швидкості хімічної корозії із збільшенням товщини, чим це витікає з параболічної залежності. Логарифмічний закон швид-

кості хімічної корозії експериментально встановлений для алюмінію, цинку, нікелю, заліза в середовищі сухих палив (рис. 5.19).

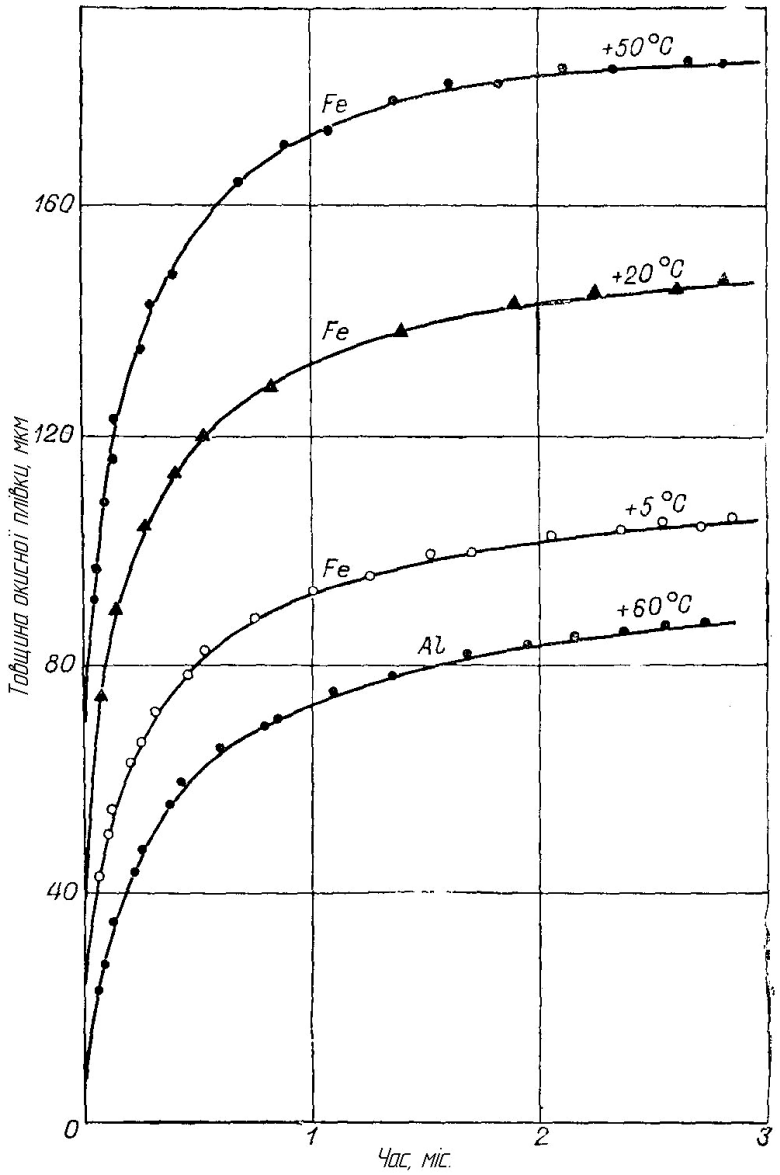

Рис. 5.19. Кінетика росту окисних плівок на металах в середовищі сухого палива

Електрохімічна корозія. Якщо середовище є електролітом, то корозія відбувається по електрохімічному механізму. Практично всі процеси корозії металів нафтопродуктами протікають по електрохімічному механізму, оскільки в цих процесах бере участь вода, при розчиненні в якій диссоциируючих компонентів

утворюються слабкі електроліти. Характерні особливості електрохімічного корозійного процесу:

а) розділення його на два самостійно протікаючих процеса: анодний і катодний;

б) залежність кінетики анодного і катодного процесів від електродного потенціалу металу;

в) можливість локалізації анодного і катодного процесів на різних ділянках поверхні металу, що полегшує перебіг цих процесів;

г) матеріальний ефект корозії реалізується з анодної ділянки кородуючого металу.

Якщо щільність катодного струму $I_к$ наближається до щільності дифузійного струму $I_д$, то потенціал катодного струму істотно зсувається в негативну сторону і прагне до нескінченності при $I_д = I_к$. На відміну від цього при $I_д = I_а$ потенціал анода стає рівним $0{,}6931RT/(n\text{Э})$. Тому значна зміна швидкості анодної реакції може бути пояснена не тільки поляризаційними ефектами, але і накопиченням на поверхні хімічно пов'язаних з металом сполук. В процесі корозії в нафтопродуктах поступово накопичуються різноманітні органічні і неорганічні солі заліза, які впливають на швидкість анодного і катодного процесів, викликаючи посилення пасивації.

Процес катодної деполяризації при електрохімічній корозії в середовищі нафтопродуктів викликається: іонами, нейтральними молекулами, сполуками металів, органічними сполуками.

Процес кисневої деполяризації включає (рис. 5.20):

- розчинення в нафтопродукті кисню з повітря;
- перенесення розчиненого кисню в об'ємі електроліту в результаті дифузійно-кінетичних процесів;
- перенесення кисню в шарі Прандтля при русі електролиту;
- перенесення кисню в дифузійному шарі і в плівці продуктів корозії на металі до катодних ділянок поверхні кородуючого металу;
- іонізацію кисню в нейтральному і кислому середовищах;

- дифузію і конвективне перенесення іонів OH^- від катода в товщу нафтопродукту.

Корозія з кисневою деполяризацією характеризується утрудненими стадіями – дифузією кисню в спокійних нафтопродуктах, іонізацією кисню при сильному перемішуванні нафтопродукту або в тонкій плівці електроліту.

Катодний процес водневої поляризації в кислому середовищі, що характерно, наприклад, для розчинів продуктів окислення нафтопродуктів в під товарній воді, складається з наступних стадій (рис. 5.20):

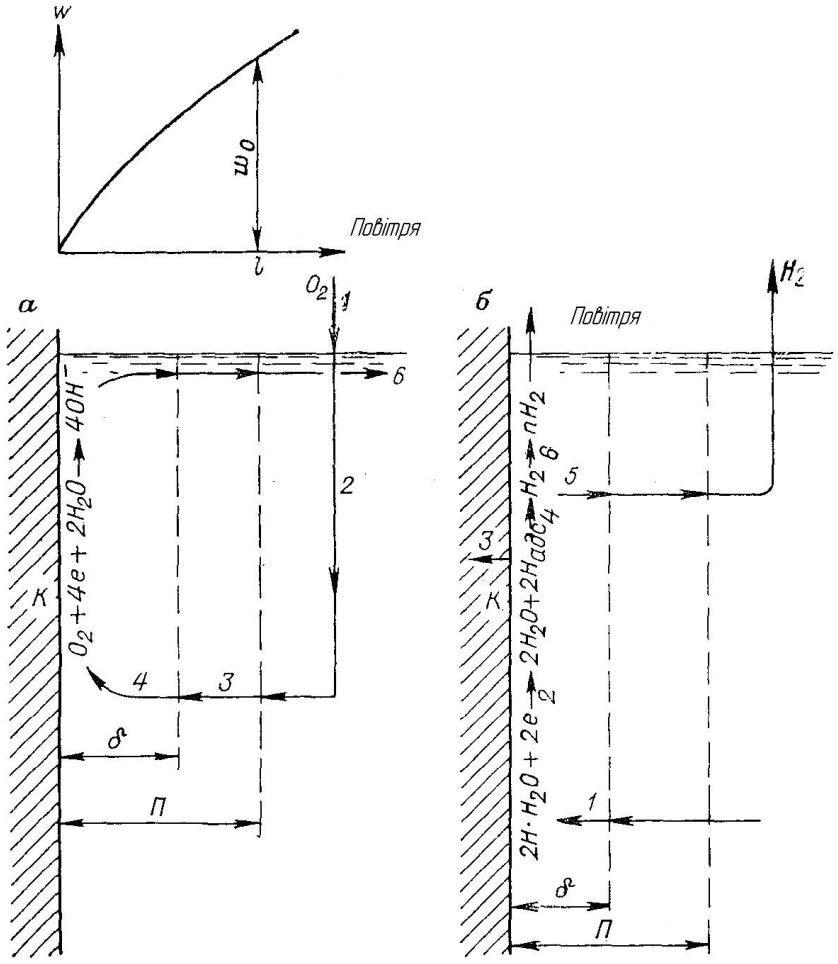

Рис. 5.20. Катодні процеси кисневої (а) і водневої (б) деполяризації:
П – шар Прандтля; *δ* – дифузиційний шар; *К* – катодна ділянка металу;
W – швидкість нафтопродукту; *l* – відстань від катодних ділянок;
1…6 – стадії процесу

- дифузії гідратованих іонів водню $H^+ .H_20$ до катодних ділянок поверхні кородуючого металу;

- розряду водневих комплексів

$$H^+ \bullet H_2O + e = H_{адс} + H_2O \qquad (5.26)$$

з подальшим розчиненням і дифузією водневих атомів в металі і їх рекомбінацією в молекули або електрохімічній десорбції

$$H_{адс} + H^+ \bullet H_2O + e = H_2 + H_2O; \qquad (5.27)$$

- дифузії і перенесення конвекцією водню від катодних ділянок в глиб розчину, а потім його дифузії в повітря;

- утворення і відриву газоподібного водню від поверхні металу

$$H_2 + H_2 + H_2 + \ldots + H_2 = nH_2 \uparrow. \qquad (5.28)$$

При високій концентрації $H^+ \bullet H_2O$ поляризація катодного процесу внаслідок сповільненості дифузії водневих іонів до катодних ділянок невелика.

6.2. Чинники, що впливають на корозійні процеси

На кінетику, швидкість і механізм електрохімічної корозії впливають властивості металу, нафтопродуктів, а також температура, час, тиск, швидкість руху середовища, присутність сповільнювачів корозії. У атмосфері повітря, води і нафтопродуктів, що містять корозійно-активні компоненти, більшість металів нестійка, зокрема залізо і мідь, що є основними компонентами конструкційних матеріалів технічних засобів складів і нафтобаз. Корозійна стійкість металу не визначається його положенням в періодичній системі. Більшість найменше стійких металів розташовані в I групі періодичної системи: Li, Na, K, Rb, Cs, а найбільш стійкі знаходяться в VIII групі: Rd, Os, Ir, Pt, проте і в I групі є стійкі до багатьох агресивних речовин метали (Au, Ag, Cu), а в VIII є метали, що легко піддаються корозії (Fe). Корозійна стійкість металів не залежить від їх положення у ряді напруги. Так, алюміній ($E_{0=}$ = -1,67 В) і свинець ($E_{0=}$ 0,12 В) стійкі в

розбавленій сірчаній кислоті, а залізо (E_0 = 0,44 В) нестійке. У розчинах їдкого натру алюміній нестійкий, а магній і залізо відносно стійкі і т.д.

Стійкість до корозії для металів в основному визначають захисні властивості плівок продуктів корозії і структура металу. Укрупнення кристалів металу викликає значне посилення міжкристалічної корозії. Корозія, що відбувається з виділенням водню, за інших рівних умов тим інтенсивніше, чим неоднорідніша структура металу. Корозійні процеси, пов'язані з поглинанням кисню, не залежать від неоднорідності структури, якщо ця неоднорідність не викликає зміни в рівномірності відкладень на поверхні металу продуктів корозії і не ослабляє захисних властивостей плівки, що утворюється.

На корозійну стійкість металів впливає анодна структурна складова. Якщо вона пронизує весь сплав, то корозія розповсюджується в товщу металу, частинки катодної складової при цьому випадають і оголяють нові анодні ділянки. Така виборча корозія характерна для деяких латунних сплавів. Якщо анодна складова розташована по межах зерен, збіднених, наприклад, легуючим компонентом у легованих сталей або що утрудняють утворення захисної плівки у алюмінієвих сплавах, або при значній механічній напрузі виникає, як правило, міжкристалічна корозія.

На інтенсивність корозійних процесів впливає катодна структурна складова. Катодні включення (карбіди, вуглець, в сплавах на основі заліза і алюмінію) інтенсифікують катодний процес і знижують його перенапруження; прискорюється корозія і із збільшенням дифузії деполяризатора.

Сильно зменшує корозійну стійкість металів механічна напруга (табл. 5.14), кавітаційні дії. Корозійно-активні компоненти нафтопродуктів легко утворюють у присутності води радикали і іони OH^-, H^+, RO^-, H, OH і ін., що грають значну роль в процесах корозії.

Таблиця 5.14

Корозійно-стала міцність металів (по Евансу)

Метали	Кордон міцності, МН/м^2	Кордон сталості при N=5·10^7 циклів, МН/м^2	Умовний кордон корозійної сталості при N=5·10^7 циклів, МН/м^2	
			В прісній воді	В морський воді
Вуглецева сталь (0,25% C)	390	165	120	80
Міднісна сталь (0,15% C, 1% Cu)	420	222	140	60
Хромонікелева сталь (0,28% C, 0,73% Cr)	970	470	115	95
Хромиста нержавіюча сталь (0,11% C, 13% Cr)	620	380	260	210
Хромонікелева нержавіюча сталь (0,15% C, 18% Cr, 8% Ni)	600	280	175	110
Дюралюміній	560	130	75	60

В присутності активуючих агентів, наприклад SO_4^-, SO_3^-, CO_3^-, утворення яких можливо при окисленні палив, відбувається депасивація захисного шару і корозія розвивається із значною швидкістю. Це пояснюється збільшенням адсорбції активуючих агентів при збільшенні потенціалу. Адсорбція відбувається на дефектних частинах окисної плівки, в результаті утворюються сульфіти, сульфати і карбонати, що добре розчиняються у воді, і приводять до пітінгової корозії.

Таким чином, швидкість корозії істотно залежною від pH середовища (рис. 5.21). Оскільки нафтопродукти нейтральні або виявляють слабокислу реакцію, для них необхідні матеріали, стійкі при цих pH. На жаль, залізо до них не відноситься: воно нестійке в нейтральних і слабо кислих розчинах (рис. 5.21). Значення pH, відповідне мінімальній корозії, для металів: Al — 7, Pb — 8, Sn — 9, Zn, Bi — 10, Cu — 11, Fe — 14. Таким чином, чисте залізо найстійкіше при pH = 14. Швидкість корозії K в кислих і основних середовищах залежить відповідно від активності водневих (a_{H+}) і гідроксильних (a_{OH-}), тиольних (a_{SH-}) і інших іонів

$$K = const \cdot a_{H^+}^{n}; \qquad (5.29)$$

$$K = const \cdot a_{OH^-}^{n}; \qquad (5.30)$$

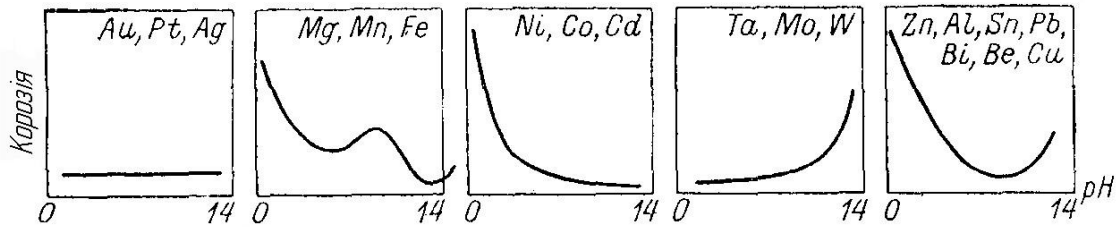

Рис. 5.21. Залежність швидкості корозії металів від pH середовища

Показник n для різних металів складає: Mg, Mn — 2; Zn — 1,1; Fe — 0,42; Sn — 0,13; Al — 0,63. Корозія конструкційних матеріалів в середовищі нафтопродуктів, які практично нейтральні, з домішкою води відбувається з кисневою деполяризацією, і її швидкість визначається швидкістю катодної реакції іонізації K_P. Вплив pH в нейтральній області невеликий: для заліза 4…10, цинку 7…10, свинцю 6…8, міді 5…11. Це пояснюється тим, що важкорозчинні продукти корозії цих металів стабілізують pH у поверхні кородуючого металу і корозія протікає практично при постійному значенні pH. Швидкість корозії залежить від концентрації і хімічної природи солей. Цей вплив різний.

Водні розчини гідролізуючих солей впливають на корозію залежно від зміни pH середовища. Розчини солей з окислювальними властивостями, що є катодними деполяризаторами, збільшують корозію (наприклад, персульфат заліза).

Продукти корозії металів органічними кислотами під впливом двоокису вуглецю з повітря частково перетворюються на карбонати з виділенням вільних органічних кислот, що веде до подальшої корозії металів. Нерозчинні солі відкладаються на стінках резервуарів або залишаються в зваженому стані. При подачі в двигун палива, що містить продукти корозії в зваженому стані, відбувається швидке забивання фільтрів, жиклерів в карбюраторах або форсунок в дизелях.

Нафтопродукти термічного крекінгу легше окислюються при зберіганні, тому вони є більш корозійно-активними в порівнянні з продуктами прямої перегонки. В результаті у присутності крекінг-палив досить значно кородують мідь, цинк і вуглецеві сталі:

Вміст негранічних вуглеводнів в дизельному пальному, %	Корозія сталі, г/м^2
0	0,6
15	1,8
28	2,6
37	3,2
70	4,5
92	5,2

Різноманітний вплив сірчистих з'єднань на корозійну активність нафтопродуктів. При збільшенні в паливах вмісту сірки корозія металів при тривалому зберіганні значно зростає.

Продукти корозії поступово накопичуються на стінках резервуарів, осідають на дно і відкладаються в трубопроводах, насосах, фільтруючих установках. У присутності в нафтопродуктах води швидкість корозії істотно збільшується.

На інтенсивність корозії впливає швидкість руху нафтопродукту, цей вплив стає особливо відчутним у присутності води. З

підвищенням температури збільшується швидкість дифузії, змінюється перенапруження електродних процесів, характер пасивуючого шару, розчинність деполяризатора і вторинних продуктів корозії. Залежність швидкості корозії від температури описується рівнянням

$$K = Ae^{-E/(RT)}. \qquad (5.31)$$

Якщо під впливом температури змінюється дія інших чинників корозії, можлива і складніша залежність швидкості корозії від температури. Так, якщо під впливом температури міняються властивості плівок, що утворюються на поверхні металу, то зміна швидкості корозії може визначатися зміною захисної дії плівки. Збільшення часу контакту з корозійним середовищем веде до збільшення кількості зруйнованого металу.

Залежність швидкості корозії від часу може бути різною. Якщо чинники, прискорюючі корозію, і чинники, що уповільнюють її, врівноважуються, швидкість корозії залишається постійною. Якщо в ході корозійного процесу з'являється захисна плівка або відбувається збільшення і зміна структури раніше існуючих плівок, то швидкість корозії з часом зменшується і може досягти вельми малих значень. При руйнуванні захисних плівок, збільшенні числа мікроелементів або підвищенні температури в ході корозійного процесу швидкість корозії безперервно буде збільшуватися. Практично така залежність має місце при корозії більшості металів кислотами, а алюмінію — основами. Якщо з часом відбувається зміна в співвідношенні чинників, що прискорюють і уповільнюють процес корозії, то крива залежності швидкості корозії від часу може мати мінімум або максимум.

Корозійна активність нафтопродуктів істотно зростає у присутності мікроорганізмів. Корозія металів, особливо на основі алюмінію, супроводжується утворенням осаду, що складаються з води, смолянистих речовин, бактерій і продуктів їх життєдіяльності. Іноді спостерігається наскрізна корозія. У присутності

окислу заліза корозія ще більш збільшується, оскільки окисел заліза у присутності води сприяє діяльності бактерій.

6.3. Зміна якості нафтопродуктів внаслідок процесів корозії

Основною зміною якості, пов'язаною з процесами корозії, є забруднення продуктами корозії палив і масел. Продукти корозії збільшують також швидкість окислення нафтопродуктів, в результаті чого збільшуються кислотність, вміст смолистих сполук і осаду.

При зберіганні в середовищі палив з'являються і залишаються у взвішеному стані тверді частинки розміром до 0,02…0,5 мкм. Ці частинки є броунівськими частинками і практично не випадають з розчину. Кількість таких частинок поступово збільшується і досягає $(2…4)\cdot 10^{11}$ шт/м^3. Найдрібніші частинки, зважені в паливі, коагулюють в більші, які випадають на дно і стінки ємностей. Але велика частина дрібних частинок залишається в паливі, в основному проходить всі фільтруючі елементи і потрапляє в паливну систему двигунів, а потім в камери згоряння. Повністю ці частинки не згорають, внаслідок чого збільшується нагароутворення, зменшується потужність двигунів. Крупні частинки значно збільшують знос агрегатів паливних систем.

6.4. Методи зменшення корозійної активності нафтопродуктів

Зменшення корозійної активності нафтопродуктів може бути досягнуте видаленням з палив корозійно-агресивних речовин, застосуванням присадок і спеціальними заходами противокорозійного захисту.

Очищення нафтопродуктів. Органічні кислоти, сірководень і меркаптани витягують з нафтопродуктів лужним очищенням. Ці речовини реагують з лугом, утворюють солі, розчинні у воді, які легко віддаляються з нею. При лужному очищенні із-за гідро-

лізу неможливо досягти повного видалення меркаптанів і органічних кислот. Чим більше молекулярна маса органічних кислот або меркаптанів, тим важче вони видаляються з палива. При лужному очищенні з нафтового палива можна витягнути 97,1% этілмеркаптанів і лише 33% ізоамілмеркаптанів. При сірчистокислотному очищенні видаляються частково сірчисті з'єднання, органічні кислоти і асфальто-смолянисті речовини. Сірчисті з'єднання або безпосередньо розчиняються в сірчаній кислоті, або утворюють в ній розчинні з'єднання. Сірководень окислюється сірчаною кислотою до сірки з утворенням сірчи-стого ангідриду і води. Меркаптани з сірчаною кислотою утворюють дисульфіди, сірчистий ангідрид і воду. Тіофен і його гомологи утворюють добре розчинну в сірчаній кислоті тіофен-сульфокислоту. Сульфіди, дисульфиди і тіофаны не реагують з сірчаною кислотою, але розчиняються в ній і тому частково витягуються з нафтопродуктів при сірчистокислотному очи-щенні.

Сірчисті з'єднання можна видаляти з палив за допомогою селективних розчинників і твердими адсорбентами. При очищенні необхідно враховувати, що підчас видалення незруйнованих сірчистих з'єднань різними реагентами (сірчаною кислотою, селективними розчинниками, адсорбентами і т. п.) відбуваються великі втрати вуглеводневої частини нафтопродуктів. Найбільш ефективний метод очищення палив від сірчистих з'єднань – каталітичне гідрирування. При гідроочищенні сірчисті з'єднання руйнуються воднем у присутності каталізатора з утворенням вуглеводнів і сірководня. Велика частина сірководню віддаляється з палива при перегонці, а залишки його – після лужного (етаноламінного або фенолятного) очищення. При гідроочищенні видаляються кисневі і азотисті з'єднання. При цьому утворюються вуглеводні, вода і аміак.

Застосування присадок. Як присадки, що зменшують корозійне руйнування металів нафтопродуктами, застосовуються речовини, здатні утворювати на поверхні металу захисну плівку, або речовини, що реагують з корозійно-активними компонентами нафтопродуктів і нейтралізують їх. Корозійні властивості вугле-

водневих палив можуть бути знижені добавкою антиокислювальних присадок, що уповільнюють окислення вуглеводнів палив і гальмуючих окислювальні процеси утворення корозійно-агресивних речовин в паливах і маслах. Механізм дії антикорозійних присадок визначається їх участю в хімічних, адсорбційних, электрохімічних процесах на межі метал – рідке середовище.

Як захисні і антикорозійні присадки досліджені сульфонати кальцію, амонію та барію, аміни, аміноспірти, їх з'єднання з сульфокислотами, жирними кислотами, ефірами, альдегідами та кетонами. Широко досліджені комплексні солі алкенілянтарних кислот з різними амінами, амінофеноли, з'єднання амінів з нафтеновими кислотами і ін. За кордоном промислове використання отримали гетероциклічні з'єднання з азотом в кільці, і перш за все імідазоліна, і ін. Результати дослідження захисної дії деяких присадок до сірчистих дизельних палив приведені нижче.

Присадки	Коефіцієнт захисту, %
0,05% ФЧ-16	61
0,05% ФЧ-4	78
0,05% піролізата	75
0,01% бензил-*п*-амінофенола	78
0,015% дісаліциліденетілендіаміну	100
0,015% саліциліден-о-амінофенолу	56
0,05% сульфоната барія	100
0,05% сульфоната берілія	100
0,05% сульфоната гідразину	81

В якості промислових присадок, що зменшують корозійні властивості нафтопродуктів, використовують з’єднання і сполуки різного складу (табл. 5.15). Властивості відомих присадок Lubrizol приведені нижче:

	Lubrizol	
	531	541
Температура спалаху у відкритому тиглі, ^{0}C	176,7	26,7
В'язкість, мм^2/с, при:		
37,8 ^{0}C	-	36,9
98,9 ^{0}C	29,8	4,5
Кислотне число, мг КОН/г	160	160
Щільність при 15 ^{0}C, кН/м^3	9,7	9,6

Таблиця 5.15

Закордонні антикорозійні і захисні присадки

Присадка	Склад
Ethyl MPA	Суміш заміщених жирних амінів.
Nalko 160T	Азотмістячі поверхнево-активна сполука з рекомендуємою концентрацією 0,02…0,008%.
Du Pont RT-2M (ДМА-4)	25% октиламіну, 50% розгалужених аміноалкілфосфатів C_7- C_{14}, 20% розчинника.
Lubrizol 541	Полярні сполуки, що не містять метал.
Gulf Agent 178	Алкіламінофосфати з рекомендуємою концентрацією 0,005…0,004%.
Nasul LP	Етілендіаміндінонілнафталінсульфонат + 50% розчинника з рекомендуємою концентрацією 0,006…0,008%.
Du Pont RT-2	25% октілових ефірів фосфорної кислоти, 55% октіламінів і октілових спиртів, 20% розчинника.
Santolene C	Дімер і тример лінолевої кислоти з добавкою органічних фосфатів [біс-(діамілфеніл)-ортофосфат] з рекомендуємою концентрацією 0,001…0,003%.

Властивості і склад вітчизняних промислових присадок приведені в таблиці 5.16. Найбільш досліджені присадки НГ-203 і її модифікації. Введення цієї присадки в моторні палива в кількості 0,01…0,1% дозволяє поліпшити їх корозійні властивості.

Присадка ефективна в сірчистих і гідроочищених паливах. Незалежно від вмісту води в паливах у присутності присадки НГ-203 досягається повний захист від корозії чорних і кольорових металів. Висока захисна ефективність присадки НГ-203 підтверджена випробуваннями інгібірованого дизельного палива в умовах обводнення морською водою. Присадка НГ-203, введена в сірчисте дизельне паливо, забезпечує повний захист від корозії у присутності морської води внутрішніх поверхонь паливних трубопроводів. Додавання присадки НГ-203 в дизельні палива при роботі двигунів зменшує приблизно в 2 рази кількість нагаровідкладень на деталях циліндро-поршневої групи двигунів, в 1,5…2 рази знос прецизійних пар; термін служби двигунів при цьому збільшується більш ніж в 2 рази.

Таблиця 5.16

Властивості і склад промислових вітчизняних присадок

Показники	НГ-203Б	АКОР-1	БМП
1	2	3	4
Склад	Масляний розчин сульфоната Са (7…10%) і окисленого петролатума	Нитроване масло з 10% церезину, нейтралізоване $Ca(OH)_2$	50%-ий розчин сульфоналу масла АС-6, нейтралізованого мочевиною в дизельному паливі
Зовнішній вигляд	Маслянисті рідини темно-коричневого кольору	Маслянисті рідини темно-коричневого коліру	Маслянисті рідини темно-коричневого коліру
В’язкість, $мм^2/с$, при: 100^0C 50^0C	 - 25…33	 100 -	 - < 7
Температура спалаху, ^0C, не нижче	150	-	60

Продовження табл. 5.16

1	2	3	4
Зольність, %, не більше	1,5	3,5	0,05
Вміст:			
луги, мг КОН/г	2	35	2,0
води	Відсутня	Відсутня	Відсутня
Механічні домішки, %, не більше	0,02	0,08	0,05
Корозійні випробування:			
захисна здатність до дії	-	-	0,3
HBr при постійному зануренні в морську воду	-	-	0,1

Для зменшення корозії в палива додаються і інші інгібітори ржавлення, наприклад солі деяких нафтенових кислот, ефіри пентаерітрітового спирту, оксібензофенон і т.д. Для зниження корозії при попаданні в палива води застосовують добавки суміші алкілмеркаптоуксусної кислоти з кислими ефірами монолаурілфосфорної або діоктілфосфорної кислоти. Дуже часто як інгібітори ржавлення використовуються аммоній-сульфанати і органічні фосфорні сполуки. Таким чином широке застосування інгібірованого палива дозволить вирішити проблему захисту від корозії паливних систем двигунів, засобів зберігання, транспортування і перекачування нафтопродуктів в умовах зберігання і експлуатації.

Перспективна присадка БМП. Характерною і важливою особливістю присадок БМП і НГ-203 є їх здатність гальмувати електрохімічну корозію. У їх присутності на металах утворюється хемосорбційна захисна плівка.

Останніми роками все ширше застосовуються різні промивальні рідини, у тому числі і призначені для зачистки ємностей,

використовуваних для зберігання і транспортування нафтопродуктів. Такі рідини готуються на основі препаратів типу МЛ, що містять поверхнево-активні речовини. Володіючи хорошими миючими властивостями, ці препарати практично позбавлені захисних властивостей. Тому після зачистки ємностей і іншого обладнання необхідно приймати заходи по попередженню корозії оброблюваних металевих поверхонь. Дослідженнями встановлено, що плівки миючих розчинів, що залишилися на металевих поверхнях, прискорюють розвиток корозійних процесів.

Захисні властивості промивальних рідин можна поліпшити введенням нітриту натрію і нітробензоатів амінів. Обробка резервуарів і інших металевих поверхонь інгібірованими рідинами забезпечує захист від корозії до 3…6 міс. Введення нітриту натрію покращує змочуваність і швидкість розшарування емульсій.

Захист сталевих резервуарів. Для зменшення корозії внутрішньої поверхні даху і стінок резервуарів в газовій фазі використовують корозійно-стійкі метали і сплави, а також металеві, неметалічні захисні покриття.

Як корозійно-стійкі метали і сплави застосовують алюміній, цинк, нержавіючі хромові і хромонікелеві стали. Дахи і верхні пояси резервуарів з листового алюмінію практично не кородують, але вартість алюмінієвого даху на 170...200% вище сталевого. Іноді дах і кроквяне перекриття захищають металевими покриттями — алюмінієвим, цинковим, кадмієвим. Останніми роками для боротьби з внутрішньою корозією резервуарів стали застосовувати біметали. Листи з біметалу – це листи із звичайної вуглецевої низькоякісної сталі, на яку нанесений шар високоякісної легованої сталі завтовшки 0,2…2 мм.

Як полімерні покриття застосовують дивінілацети-ленові, бакелітові лаки, що самополімерізуються, і лаки на основі полі-хлорвінілової смоли. Ця смола легко розчиняється в багатьох розчинниках, є стійкою до нафт і неароматичних вуглеводнів, води і сірководню. Перхлорвінілові емалі не вимагають тривалої сушки при підвищених температурах. До їх недоліків відносять невисоку термостійкість (до 80°С) і відносно низьку прилипає-

мість до металу. Цементні покриття дахів рекомендується виготовляти з пуццоланових силікатних цементів або з силікатних цементів марок 300…400. Склад цементного розчину від 1:1,5 до 1:3 при водоцементному числі не більше 0,5. Товщина покриття досягає 35 мм. Для більшої жорсткості цементні покриття доцільно наносити на армуючу сітку.

Поверхню резервуарів, що контактує з рідкою фазою, захищають від корозії декілька іншими способами. При зберіганні нафти у водяну подушку доцільно додавати необхідну кількість основ, нейтралізуючих кислоти. Днище резервуарів в цих випадках роблять конусним для спуску води. Метод застосовний для порівняно малообводнюючих нафт.

Інтенсивність корозії днищ резервуарів зменшують іноді покриттям з кам'яновугільного пеку завтовшки 2…5 см. Пек нерозчинний в нафтах і нафтопродуктах. Якщо вдається зробити герметичним сполучення покриття днища з бічними стінками, то це покриття виготовляють з бетону.

Ефективним засобом захисту резервуарів від корозії є застосування комбінованих покриттів: днище і нижній пояс захищають бетонним покриттям, а дах і верхній пояс – перхлорвініловими емалями. Перед нанесенням покриттів поверхню резервуарів ретельно зачищають від залишків нафтопродуктів, застосовують і обробку піскоструминними апаратами. Поверхня резервуарів повинна бути якомога чистіше. З підвищенням чистоти металевої поверхні міцність покриттів збільшується. Ефективним методом захисту резервуарів від корозії є зберігання в герметичних ємностях, що запобігають надходженню свіжого кисню і пари води в резервуари; застосування резервуарів, у яких відсутній паровий простір, що працюють під тиском, а також що мають газове обв'язування з газокомпенсаторами. Спеціальними експериментами показано, що за відсутності кисню в газовій фазі процеси корозії навіть у присутності меркаптанів значно сповільнюються. Таким чином, спеціальними технологічними заходами можна зменшити і практично усунути процеси корозії технічних засобів.

7. ОБВОДНЕННЯ НАФТОПРОДУКТІВ

7.1. Розчинність і стан води в нафтопродуктах
7.2. Вплив зовнішніх чинників на обводнення нафтопродуктів
7.3. Зміна якості нафтопродуктів при обводненні
7.4. Основні методи запобігання обводнення нафтопродуктів і поліпшення їх низькотемпературних властивостей

При зберіганні, транспортуванні, перекачуванні, заправці і застосуванні нафтопродукти стикаються з повітрям, яке завжди містить вологу. Тому відбувається обводнення палив і масел, в результаті якого їх якість погіршується.

7.1. Розчинність і стан води в нафтопродуктах

Розчинність води в нафтопродуктах невелика і залежить від хімічного складу і зовнішніх умов. Менше всього води розчиняється в алканових вуглеводнях, більше всього – в аренах. З підвищенням молекулярної маси вуглеводнів розчинність води зменшується, що найсильніше виражене у аренів. Розчинність води в цикланах близька такої як в алканах, проте з підвищенням температури межі граничної розчинності води в цикланах збільшуються. Досить значна розчинність води в негранічних вуглеводнях.

Більше всього розчиняється води в бензинах. В важких котельних паливах і маслах розчинність води менше. Наприклад, вміст води в маслі МС-20 з роздаточного крана автомасло-

заправника при заправці складає 0,0015…0,007%. Вміст води в нафтопродуктах мало залежить від зони їх зберігання.

Окрім розчиненої води в паливах і маслах може бути присутньою вода у вигляді емульсій і у вільному стані. Вільна вода зазвичай знаходиться на дні резервуару і є джерелом утворення емульсій. Вона обумовлює також повне насичення нафтопродуктів розчинною водою. У легких паливах водно-паливні емульсії зазвичай нестійкі. Вельми стійкі емульсії утворюються, коли щільність нафтопродукту і води близька, наприклад в системі мазут-вода. У вигляді тонкої емульсії вода в мазуті майже невиразна на вигляд. Вода, домішена до мазуту в кількості 30%, не випадає при кімнатній температурі протягом декількох місяців. Збільшенню стійкості емульсій сприяють смолянисті, високомолекулярні речовини, а також сірчисті, азотисті і кисневі з'єднання. Ці речовини, скупчуючись на поверхні розділу мазут-вода, підвищують стійкість поверхневих плівок. За відсутності таких речовин розшарування водно-паливних емульсій відбувається значно швидше. Стійкість емульсій залежить не тільки від присутності емульгаторів, але і від розмірів крапель, в'язкості, різниці щільності води і нафтопродукту, температури і інших чинників. Слідує, відзначити, що стійкість емульсій, наприклад, в мазуті збільшується з часом. Це пояснюється тим, що емульгатори поступово концентруються на поверхні розділу фаз в системі мазут-вода і їх дія посилюється.

Після отримання на заводах нафтопродукти містять незначну кількість води. Вода в них потрапляє при зберіганні, транспортуванні і перекачуванні. Особливо велика можливість обводнення при розігріванні важких нафтопродуктів гострою парою. При перевезеннях мазуту водним транспортом можливе збільшення змісту води до 15% і більше. Вміст води в мазуті на нафтобазах іноді досягає 60%, а споживачам мазут потрапляє з 25% води. Іноді нафтопродукти обводнюються за рахунок протікання змійовиків, що обігрівають сховище, або при неправильному користуванні вододзеркальним підігрівом. У всіх випадках розігрівання нафтопродуктів безпосереднім контактом пари небажане.

Вельми цікаво в практичному і науковому відношенні з'ясування стану води в нафтопродуктах. Стисло розглянемо спочатку структуру води. Фізичні і хімічні властивості води унікальні, що обумовлене електронною конфігурацією її молекул, дією і спрямованістю водневих зв'язків між ними.

Три ядра атомів молекули води утворюють рівнобедрений трикутник з протонами в основанні і ядром атома кисню у вершині (рис. 5.22). Ці ядра оточені десятьма електронами, чотири з яких утворюють два О—Н зв’язки під кутом 104° 30'. Орбіталі двох неподілених пар $2s^2$ і $2p^2_z$ електронів розташовано майже під таким же кутом до зв'язків О-Н, що надає електронній конфігурації молекули H_20 вигляду тетраедра, дві вершини якого розташовано на протонах, а дві інші – в центрі хмар неподілених пар $2s^2$ і $2p^2_z$ електронів. Тому молекула води має два полюси позитивних, два полюси негативних зарядів і може брати участь в чотирьох водневих зв'язках. Завдяки цьому кожна молекула води прагне оточити себе чотирма іншими молекулами (рис. 5.22). Кожна з молекул найближчого оточення у свою чергу асоціює з чотирма іншими молекулами і т.д. Асоціація посилюється з пониженням температури і стає максимальною при утворенні льоду. При підвищенні температури середня кількість найближчих сусідів N і відстань між ними L збільшуються:

T, ^{0}K	273	274,5	286	303	335	356
N	4 (лід)	4,3	4,4	4,6	4,9	4,9
L, мм	0,276	0,29	0,292	0,293	0,300	0,305

Специфічна структура води приводить до її взаємодії з іншими молекулами. Ця взаємодія збільшуватиметься із збільшенням полярності і донорно-акцепторних властивостей молекул.

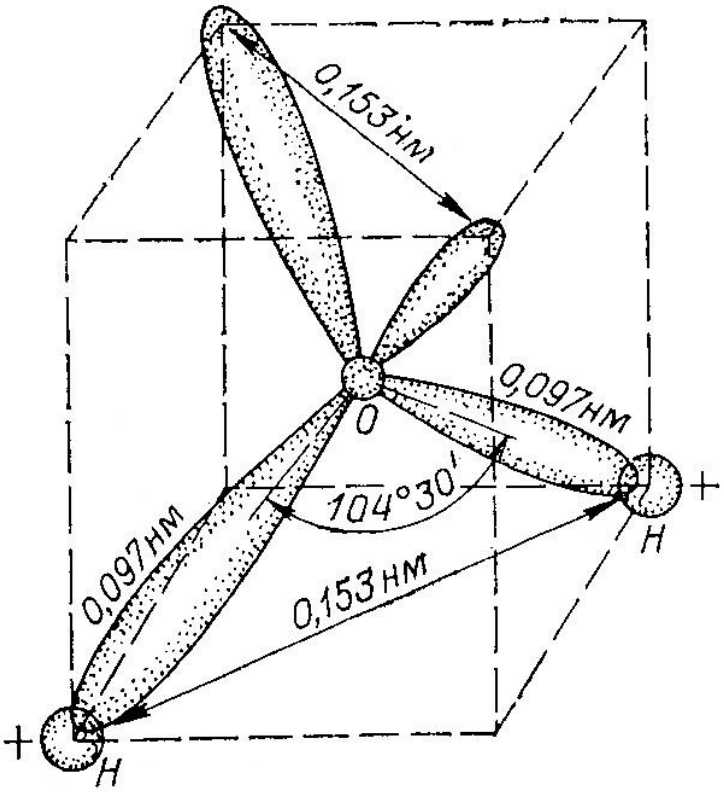

Рис. 5.22. Електронні орбіталі H_2O

Мінімальна полярність і мінімальні донорно-акцепторні властивості характерні для цикланів і алканів. Тому в них розчиняється мінімальна кількість води. Суміші води з вуглеводнями і нафтопродуктами досліджені методом світлорозсіву. На підставі аналізу інтенсивності паралельною і перпендикулярною складових розсіяного світла, а також інших експериментальних даних встановлено, що вода у вуглеводнях не диссоційована на H^+ і OH^-, а знаходиться в молекулярному стані. У суміші алканів і цикланів з аренами виявлені крупніші ассоціати, ніж в чистих алканах і цикланах. Це означає, що молекули води в цикланах і алканах асоціюють тільки між собою, а в сумішах з аренами – не тільки між собою, але і з ними. Вид взаємодії між водою і аренами остаточно не встановлений, але поза сумнівом, що в цій взаємодії велику роль відіграє π-електронна система аренів (рис. 5.23).

Цей же ефект, але в меншій мірі, проявляється в негранічних вуглеводнях, тому в них більше всього розчиняється води.

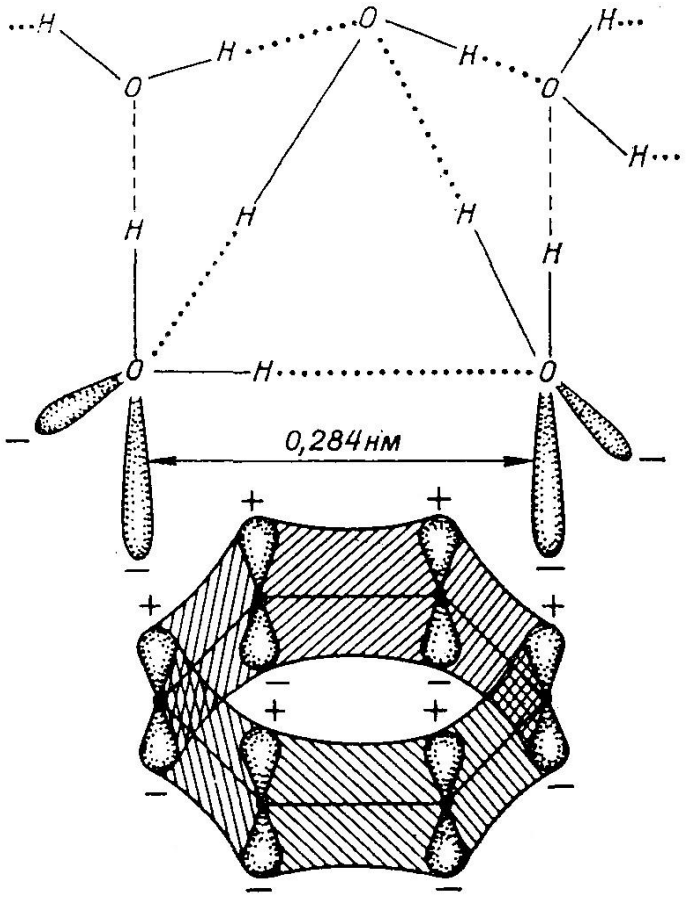

Рис. 5.23. Принципова схема взаємодії асоціатів води з бензолом

Дослідження магнітних властивостей і електронних спектрів ароматичних і зв'язаних негранічних структур дозволяє визначити, що частина електронів в таких молекулах має особливо високу рухливість, різко відрізняючись від решти електронів в цій же молекулі. Наприклад, валентні зв'язки в бензолі утворюються 30 електронами. З них рухомими виявляються шість π-електронів, як про те свідчить аномально висока діамагнітна сприйнятливість бензолу в напрямі, перпендикулярному до площини кільця. Останнє можна пояснити тільки тим, що ці шість π-електронів здатні циркулювати по бензоловому кільцю і під впливом електричного і магнітного полів (наприклад, індукованих сусідньою полярною молекулою) переміщатися уздовж всієї

довжини молекули. Це означає, що якщо бензолове кільце потрапляє в магнітне поле, то воно буде швидко орієнтовано. Діамагнітна анізотропія аренів істотно зростає із збільшенням кількості кілець, що особливо конденсують. Так, молярна діамагнітна сприйнятливість ($x_м$, 10^{-6}) бензолу складає 54, нафталіну – 114, антрацену – 183, фенантрену – 223. Отже, із збільшенням числа конденсуючих циклів в аренах їх схильність до орієнтаційної взаємодії зростає. Подібні ж явища спостерігаються в зв'язаних нециклічних неграничних структурах і відсутні в цикланах та алканах. Одна «сторона» молекул ароматичних і неграничних вуглеводнів як би заряджена позитивно, а інша — негативно. Це приводить не тільки до їх асоціації між собою, але і з водою (рис. 5.23).

Дивовижним і важливим для розуміння природи максимальної розчинності води в аренах є практично повний збіг довжини однієї з граней елементарного ассоціату з п'яти молекул води з розміром аренового кільця, що полегшує їх взаємодію. Стає зрозумілою у зв'язку з цим і менша розчинність води в алкілгомологах бензолу і нафталіну. Розчинність води в нафтопродуктах у присутності гетероорганічних сполук збільшується, що пов'язане з високою полярністю і схильністю до утворення водневих зв'язків. У присутності гетероорганічних з'єднань утворюються крупніші ассоціати. Гетероорганічні з'єднання, особливо смолянисті речовини, сприяють утворенню водно-паливних емульсій. Орієнтуючись на поверхні розділу нафтопродукт-вода, поверхнево-активні речовини (гетероорганічні з'єднання) перешкоджають агрегації дрібних крапель води у більш крупні і емульсії руйнуються повільніше (табл. 5.17). При достатньо дрібних краплях води емульсії взагалі можуть не руйнуватися. Окислені і осмолені нафтопродукти схильні до більшого обводнення, чим неокислені і з малим вмістом смолянистих речовин. Це має практичне значення і повинно враховуватися при зберіганні і застосуванні нафтопродуктів.

Таблиця 5.17

Вплив гетероорганічних сполук на розшарування емульсії дизельного пального ДС +2% води

Гетеро органічні сполуки	Вміст	Середній діаметр крапель води в емульсії, мкм	Час руйнування емульсії, хв.	Розчинність води, %
Вихідна емульсія	-	60	310	0,0061
Бензойна кислота	0,5 1,0	42 38	640 780	0,0076 0,0098
Сульфоокис 3-амілтіофану	0,3 0,6	52 48	420 490	0,0065 0,0078
Децилсульфокислота	0,3 0,8	38 35	520 798	0,0070 0,0082
Адсорбційні сумарні смоли	0,5 1,0	49 40	435 568	0,0065 0,0072

7.2. Вплив зовнішніх чинників на обводнення нафтопродуктів

На обводнення нафтопродуктів окрім хімічного складу впливають зовнішні чинники, головними з яких є вологість середовища, що контактує з нафтопродуктами, температура, тиск, площа і товщина шару, інтенсивність руху газового середовища.

Вологість і температура газового середовища. Із збільшенням температури і вологості повітря вміст води в нафтопродуктах зростає (рис. 5.24). При однаковій температурі палива і зовнішнього середовища концентрація води в паливах і маслах знаходиться в стані рівноваги з парами води в повітрі. Концентрація води у вуглеводнях залежить від парціального тиску і тиску насиченої пари води

$$C_B = \left(C_{B\max} / p_{SB}\right) p_{ПРЦ} . \qquad (5.32)$$

Таким чином, вміст води в паливах і маслах прямо пропорційний відносній вологості повітря, рівною $p_{ПРЦ} / p_{SB}$. Розчинність води у вуглеводнях залежить від температури

$$\lg C_{B\max} = a - b/T, \tag{5.33}$$

де *a, b* — постійні для даного вуглеводня величини. Існує залежність між розчинністю води у вуглеводнях, відношенням H/C і температурою

$$\lg C_B = 2{,}0 - (4200H/C + 1050)(1/T - 0.0016) \tag{5.34}$$

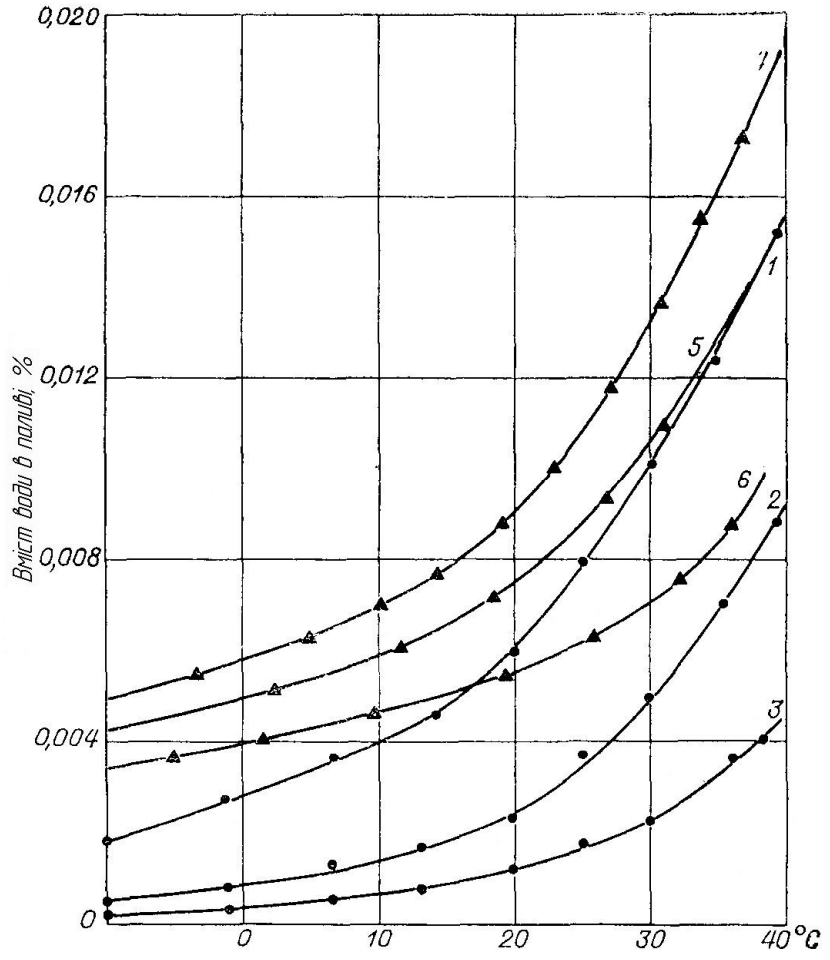

Рис. 5.24. Вплив відносної вологи і температури зовнішнього середовища на розчинність води в ДС-1 (1, 2, 3) і А-76 (4, 5, 6). Вологість повітря, %: 1, 4 – 100, 2, 5 – 50, 3, 6 - 30

У реальних умовах зберігання температура нафтопродуктів майже завжди відрізняється від температури зовнішнього середовища. Це пояснюється більшою тепловою інерційністю нафтопродуктів в порівнянні із зовнішньою атмосферою. При підвищенні температури повітря нафтопродукт буде холоднішим, його температура як би поволі «наздоганяє» температуру зовнішнього середовища, за умови, що вона підвищилася і залишається постійною. Навпаки, при пониженні температури зовнішнього середовища температура нафтопродукту протягом деякого часу залишатиметься вищою і буде поволі знижуватися. Чим вище швидкість пониження або підвищення температури навколишнього повітря, тим більше градієнт перепаду температур між нафтопродуктом і зовнішнім середовищем. Перепад температур між нафтопродуктом і зовнішнім середовищем сильно впливає на зміну вмісту води в ньому.

Якщо температура повітря при раптовому потепленні перевищує температуру нафтопродукту, то відбувається конденсація водяної пари з повітря на холодне паливо. При збільшенні градієнту перепаду температур між повітрям і рідкою фазою конденсація води і перехід її в паливо відбуваються при меншій відносній вологості. При конденсації води експериментальні і розрахункові результати по її вмісту істотно розрізняються.

Вода з нафтопродуктів віддаляється при підвищенні їх температури щодо повітря, що має постійну температуру і вологість: Проте якщо паливо охолодити, то волога, що перейшла в атмосферу в замкнутому об'ємі, знову повернеться в паливо. Якщо ж водяні пари, що перейшли в повітря при нагріванні нафтопродукту, видалити, то в замкнутому об'ємі при подальшому охолоджуванні рідкої фази обводнення не відбудеться. Якщо температура повітря і нафтопродукту знижується одночасно, то при постійній відносній вологості або при її збільшенні вміст розчиненої води в нафтопродуктах зменшується. Це пояснюється переходом води з палив і масел в атмосферу, оскільки при пониженні температури розчинність води зменшується.

Проте вода з нафтопродукту виділяється тільки в тому випадку, якщо його температура знижується достатньо поволі. При різкому пониженні температури вода не встигає перейти в атмосферу і випадає у вигляді дрібних крапель. Якщо виділення води з палива відбувається при негативних температурах, то краплі води, що виділилися, замерзають і перетворюються на кристали льоду. Із збільшенням температури розчинність води у всіх паливах і маслах збільшується. Тому при одночасному підвищенні температури нафтопродуктів і повітря вміст води в них зростає, причому тим більше, чим більше градієнт перепаду температур між нафтопродуктами і зовнішнім середовищем. Таким чином, сприятливі умови обводнення створюються при швидкому потепленні, коли температура нафтопродукту і повітря швидко підвищується, при цьому швидкість нагріву повітря значно перевищує швидкість нагріву нафтопродукту. Для практичного використання встановити прямий зв'язок між температурою нафтопродуктів і вмістом в них води важко. Це пояснюється тим, що фактичний вміст води в паливах і маслах визначається не тільки температурою, але і іншими чинниками, які слід розглядати комплексно.

Приведені експериментальні дослідження дозволяють зробити висновок про те, що видаляти з нафтопродуктів розчинену воду, ймовірно, немає необхідності, якщо нафтопродукти контактують з навколишньою реальною атмосферою. При будь-яких температурах, що змінюються, вміст води в паливах і маслах знаходиться в динамічній рівновазі з вологістю навколишньої атмосфери і насичення або мимовільне виділення води з нафтопродуктів відбувається досить швидко.

Тиск. Швидкість обводнення нафтопродуктів залежить від тиску водяної пари над ними. Тому з підвищенням тиску вміст води в нафтопродуктах збільшується. Ефект виявляється сильніше, якщо збільшення тиску відбувається при одночасному підвищенні відносної вологості. Ці дані мають велике практичне значення. При пониженні тиску, особливо різкому, розчинена

вода може випасти з нафтопродуктів у вигляді другої рідкої фази і замерзнути при негативних температурах.

Інтенсивність руху газового середовища. Із збільшенням інтенсивності руху газового середовища над поверхнею нафтопродукту швидкість насичення або виділення води істотно збільшується. У реальних умовах зберігання вплив конвективних потоків повітря на швидкість зміни вмісту води зростає зі збільшенням об'єму газового простору і перепаду температур. Якщо нафтопродукти зберігаються в наземних, не повністю заповнених резервуарах, то їх обводнення особливо велике. Найбільш сприятливими умови для збереження якості нафтопродуктів і запобігання їх обводненню будуть при зберіганні в підземних, повністю заповнених резервуарах. У цих резервуарах температура залишається практично постійною. Конвекційні потоки в газовій фазі в підземних резервуарах практично відсутні. Основний вплив на швидкість зміни змісту води в цих умовах надають дифузійні ефекти. На відміну від цього в наземних резервуарах зміна вмісту води обумовлена конвекційними потоками повітря в газовому просторі резервуару.

7.3. Зміна якості нафтопродуктів при обводненні

Вода в нафтопродуктах істотно погіршує їх якість. Ступінь погіршення експлуатаційних властивостей залежить від агрегатного стану води в паливах і маслах. У присутності води підвищуються в'язкість, температури помутніння і кристалізації. Це погіршує прокачуваність і фільтруємість палив і масел при негативних температурах. Вода погіршує розпилювання, випаровування і горіння, знижує теплоту згоряння палива і ККД двигунів. У присутності води значно посилюються процеси корозії, збільшується схильність до накопичення забруднень, оскільки «складальна» роль води добре відома. Вода істотно зменшує змащувальні властивості палив і масел. Вода значно погіршує

експлуатаційні властивості змащувальних масел – стабільність, корозійну активність, змащувальну здатність і ін.

Низькотемпературні властивості. При пониженні температури параметри ассоціатів розчиненої води змінюються, її взаємодія з нафтопродуктами слабшає. В результаті вода випадає у вигляді мікрокрапель і при негативній температурі перетворюється на лід після деякого переохолодження.

Сухі вуглеводні і палива мають нижчі температури кристалізації і початку кристалізації, які практично співпадають. У присутності води відмінність між температурами початку кристалізації і замерзання стає помітним і досягає у алканів і цикланів 0,8, у аренів 6°С. Таким чином, із збільшенням вмісту води різниця між температурами початку кристалізації і замерзання зростає, що добре видно на прикладі аренів, що мають високу гігроскопічність.

Температура помутніння в сухих вуглеводнях не відмічена. Не відмічена вона і у вологих цикланах і алканах. Температура помутніння виразно виявляється у аренів; різниця між температурами помутніння і початку кристалізації у них досягає 50°С, у вологих паливах 10…20°С. Температура помутніння в сухих паливах набагато нижче і пояснюється наявністю високоплавких вуглеводнів, в основному алканів.

Фільтруємість. Присутність води в нафтопродуктах значно погіршує їх фильтруємість при низьких температурах, що пояснюється забиванням фільтрів кристалами льоду.

Серед вологих вуглеводнів незалежно від температури найгірше фільтруються арени (А), краще всього – алкано-циклановi (АЦ), що пояснюється більшою гігроскопічністю аренів (рис. 5.25). Із збільшенням вмісту аренів фільтруємість палив зменшується. Сухі вуглеводні мають набагато кращу фільтруємість, при цьому відмінність у фільтруємості між вуглеводнями істотно зменшується. Всі вуглеводні в сухому стані фільтруються практично однаково при температурах вище за температуру почала кристалізації. Декілька гіршу фільтруємість має паливо ДА.

Слід зазначити, що сухі палива здатні добре фільтруватися навіть при глибокому охолоджуванні, що пов'язане із здібністю сухих палив до переохолодження, яке може досягати 20°С. Але у присутності навіть невеликої кількості води спостерігається погіршення фільтруємості палив. Це слід пояснити ініціацією кристалами льоду утворення кристалів вуглеводнів. Випадаючі кристали льоду в паливі при охолоджуванні ініціюють утворення кристалів високоплавких вуглеводнів (*н*-алканових і біциклічних), які забивають фільтр. Граничний вміст води, що визначає нормальну фільтруємість палива, повинен зменшуватися з підвищенням вмісту високоплавких вуглеводнів в паливі.

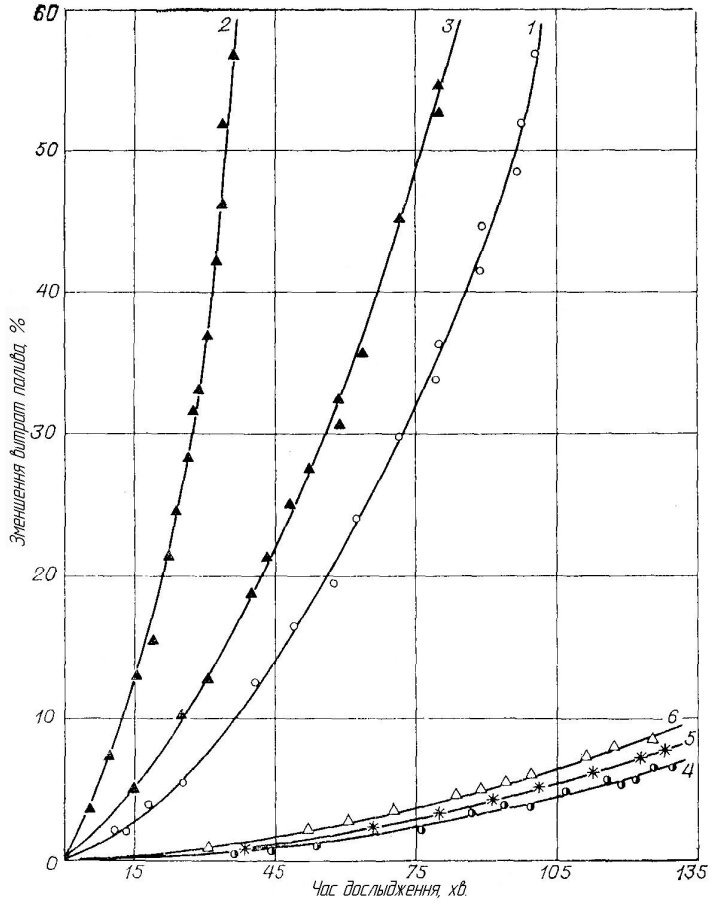

Рис. 5.25. Вплив води на фільтруємість палива при -55^{0}С:
1 – АЦ+0,007% H^2O; 2 – А+0,033% H^2O; 3 – паливо+0,013% H^2O;
сухі: 4 – АЦ, 5 – паливо, 6 - А

У реальних умовах експлуатації нафтопродукти, що містять розчинену воду, гірше фільтруватимуться при низьких температурах. З пониженням температури і збільшенням кількості води фільтри заправних і інших технічних засобів інтенсивно забиватимуться твердою фазою переважно з кристалів льоду.

В'язкість. У присутності води в'язкість нафтопродуктів збільшується. Особливо значно в'язкість зростає в області негативних температур. Збільшення в'язкості пояснюється утворенням кристалів льоду, Які утрудняють рух рідини. Із збільшенням діаметру трубопроводів вплив кристалів льоду на в'язкість зменшується, хоч і залишається досить помітною.

У практиці застосування нафтопродуктів часто зустрічаються випадки, коли вода знаходиться в тонкодисперсному емульгованому стані. Особливо це характерно для мазуту. В'язкість мазуту виявляється вищою, ніж результатних, необводнених. Така емульсія, аналогічно парафіністому мазуту, починає рухатися тільки після збільшення натиску, достатнього для подолання початкового опору зрушенню. Зусилля перекачуванню вологих палив завжди вище, ніж сухих. Ця відмінність зростає із збільшенням в'язкості нафтопродуктів і досягає максимуму при перекачуванні мазуту і змащувальних масел. При перекачуванні світлих нафтопродуктів гідравлічні втрати порівняно невеликі. Гідравлічні втрати істотно зростають при перекачуванні дизельних палив.

У реальних умовах експлуатації перекачування обводнених нафтопродуктів завжди невигідне; окрім зменшення продуктивності насосів при низьких температурах завжди можуть виникнути ситуації, коли подача нафтопродуктів припиниться.

Несприятливі умови створюються при транспортуванні залізничним транспортом в умовах негативних температур, особливо якщо вода знаходиться у вигляді другого шару на дні цистерни. При замерзанні води в другому шарі нижній злив нафтопродуктів стає неможливим. Замерзла вода в залізничних цистернах заподіює і інші експлуатаційні неприємності.

Енергетичні властивості і процеси горіння палива. Розчинена в паливі вода практичного впливу на процеси горіння не надає. Це пояснюється її малою кількістю (0,002—0,02%). Навіть при вмісті води 0,02%, що є майже максимальною, на кожну тонну палива доводиться лише 200 г води. Вплив цієї кількості води на процеси горіння і енергетичні властивості настільки малі, що ними можна нехтувати. Значно більше на процеси горіння і теплоту згоряння палив впливає емульсійна вода. Присутність її може привести до переривання процесу подачі палива в камери згоряння, коли суміш води і палива проходить через форсунки. Неприємні явища припинення подачі палива і зриву полум'я посилюються, якщо вода перетворюється на пару усередині форсунки. Перерва подачі палива стає тривалою, коли утворюється багато пари, що проходить через форсунку. Тому окремі скупчення води в паливах приводять до тривалих перерв в подачі палива, загасанню і зриву полум'я, до спалахів і хлопків.

Встановити точну межу впливу розмірів скупчень і діаметру крапель на роботу форсунок і процеси горіння не представляється можливим, оскільки це залежить від конкретного типу двигуна, організації і режиму робочого процесу, зовнішніх чинників і ін. Проте при однаковому стані води в паливах найбільша небезпека в порушенні нормального процесу горіння виявлятиметься в дизельних двигунах.

При спалюванні мазуту небезпека порушення режиму горіння менша. Спалювання мазуту з краплями води до 160 мкм не викликає порушення нормальної роботи. Вода в мазуті знижує продуктивність форсунок по теплоті, хоча по масі палива, що розпилюється, їх продуктивність не змінюється. Із збільшенням дисперсності крапель вміст води, при якому вдається надійно спалити мазут, збільшується. За наявності в мазуті крапель 0,8…3 мм в зоні горіння відбувається їх перетворення на пару, яка розриває в'язкі краплі мазуту на дрібніші частини при меншій температурі. Таким чином, емульсія води в мазуті приводить до інтенсивного розпаду крапель і тоншого дроблен-

ня. Проте крупніші краплі можуть погіршувати процеси горіння мазуту. У різних умовах більшого значення можуть набувати ті або інші чинники, і в одних випадках вода може погіршувати, а в інших – поліпшувати процеси горіння. Вода знижує теплоту згоряння палив

$$Q_B = Q_H - 0{,}01 Q_H C_B - 5{,}58 C_B. \qquad (5.35)$$

Зниження теплоти згоряння мазутів в присутності води підтверджується експериментально (табл. 5.18).

Таблиця 5.18

Вплив води на теплоту згоряння мазуту

Вміст води, %	Втрати теплоти згоряння, кДж/Н			Теплота згоряння низчої, кДж/Н	Втрати, %, рахуючи від вищої теплоти згоряння (43911 кДж/Н)	Теоретична температура горіння, ^{0}С, при α=1
	Від баласту води	Від евакуації води у випареному стані	Сума			
0	0	0	0	4132,4	0,6	2100
1	44,1	265,4	309,5	4085,8	0,7	2100
5	220,5	275,5	496,0	3900,1	1,13	2090
10	441,0	288,1	729,1	3666,2	1,66	2070
20	882,0	313,3	1195,3	3200,0	2,72	2015
30	1323,0	336,0	1659,0	2736,3	3,77	1930

Примітка. α – коефіцієнт надлишку повітря.

Утворення забруднень. У складі забруднень, виділених з нафтопродуктів і висушених при звичайних температурах, вода міститься в зв'язаному стані. Вода з складу забруднень частково видаляється при нагріві вище 100°С; повне видалення води із забруднень досягається тільки при температурі вище 250…300°С. Вода, що видаляється при 110…130°С структурно зв'язана у складі забруднень, а при 250…300°С — входить в комплексні з'єднання забруднень, наприклад гідратировані солі різних металів. Це свідчить про велику поверхневу активність води. Структурна вода може знаходитися в порах частинок

осаду і забруднень у вигляді плівкової, капілярної, парової зв'язаною і парової незв'язаної вологи.

Плівкова вода утримується на поверхні частинок залишковими молекулярними силами і схильна до переміщення з місць з більшою товщиною плівки в місця з меншою товщиною. Капілярна волога виявляється у вузьких щілинах (капілярах) усередині частинок забруднень. Зв'язана волога в порах знаходиться поблизу точок зіткнення твердих частинок і її переміщення залежить від співвідношення капілярних сил. Паровая незв'язана вода знаходиться в просторі між твердими частинками і її міграція залежить також від дії капілярних сил.

Внаслідок високої поверхневої активності вода збирає у вуглеводневому середовищі дрібні частинки забруднень в крупні скупчення. До кулястої поверхні краплі притягуються частинки забруднень, які проникають всередину і утворюють крупну частинку. У частинці вода і забруднення міцно зв'язані силами міжмолекулярної взаємодії. Частинки води і забруднень концентруються зазвичай у відстої залізничних цистерн резервуарів. Особливо інтенсивно забруднення накопичуються у присутності морської води, що містить багато мінеральних солей. У відстої виявляються краплі эмульгірованої води і досить значні за розмірами агрегати твердих частинок осаду і забруднень, укрупнення яких обумовлене взаємодією з водою.

З вищевикладеного виходить, що вода є однією з найбільш активних речовин, сприяючих коагуляції і укрупненню частинок твердої фази в нафтопродуктах.

7.4. Основні методи запобігання обводнення нафтопродуктів і поліпшення їх низькотемпературних властивостей

Вода в процесі зберігання, транспортування, перекачування, заправки і застосування потрапляє в нафтопродукти з атмосфери) і в результаті їх окислення. Тому найбільш радикальним шляхом запобігання обводненню нафтопродуктів є повна їх

ізоляція від зовнішнього середовища і дегазування рідкої фази. Якщо нафтопродукти в процесі зберігання і застосування знаходитимуться в інертному сухому середовищі, то обводнення не відбудеться. Відсутні і процеси окислення. Проте на практиці ізолювати нафтопродукти при зберіганні і застосуванні дуже важко, а герметичне зберігання в інертному середовищі застосовується лише в окремих спеціальних випадках. Обговорюється питання про дегазування і застосування реактивного палива в середовищі азоту.

Ефективним може бути метод, при якому повітря, що поступає в резервуар, осушується. Для цієї мети перед клапаном на резервуарах ставлять осушувачі повітря. Як прості осушувачі можна використовувати циліндрові судини, наповнені речовинами, що інтенсивно поглинають вологу. Основна маса палив і масел в даний час зберігається в умовах контакту із зовнішньою атмосферою. При цьому вода в них накопичується невидимо. У певних умовах нафтопродукти насищаються водою до межі, а потім при похолоданні вода випадає у вигляді крапель, що збираються в нижньому шарі як водяна подушка. Повторюючись, цей процес веде до накопичення води.

Окрім запобігання обводненню нафтопродуктів шляхом усунення контакту з вологим повітрям відомі методи поліпшення низькотемпературних і антиобледенілих властивостей введенням присадок.

Присадки дозволяють підвищити розчинність води в нафтопродуктах за рахунок утворення гомогенної потрійної системи нафтопродукт—присадка—вода. В результаті вода не випадає з нафтопродуктів при низьких температурах. Цим досягається необхідний позитивний ефект, оскільки з експлуатаційної точки зору небезпечна не розчинена, а випадна з палив і масел вода. Присадки, що запобігають виділенню води при низьких температурах, застосовуються в даний час до авіаційних палив. Досліджена велика група таких з'єднань. Ефективними і придатними для промислового застосування виявилися моноетіловий ефір этіленгліколю (этілцеллозольв, рідина «И»), монометіловий

ефір етіленгліколя (метілцеллозольв) і тетрагідрофурфуровий спирт. Додавання 0,1…0,3% этілпеллозольва запобігає виділенню води з палив при низьких температурах. У присутності присадки і при збільшенні її концентрації з 0,1 до 0,3% швидкість розчинення кристалів льоду в паливі значно збільшується (табл. 5.19). З пониженням температури швидкість розчинення кристалів льоду зменшується. У присутності этілцеллозольва температура утворення кристалів значно знижується. У паливах з 0,3% этілцеллозольва і максимальним вмістом води 0,013% утворення кристалів льоду не відбувається навіть при -60°С. Без этілцеллозольву утворення кристалів льоду в паливі спостерігається вже при вмісті води 0,003%.

Таблиця 5.19

Вплив етілцеллозольву на час (хв.) розчину льоду в паливі

Кількість льоду у вихідному паливі, %	0	-5^{0}С	-10^{0}С	-20^{0}С	-30^{0}С	-40^{0}С
Вміст присадки 0,1%						
0,04	2	4	7	9	26	45
0,12	6	14	19	32	52	80
Вміст присадки 0,3%						
0,06	1	2	5	7	23	40
0,15	4	12	17	28	48	72

Із збільшенням вмісту присадки кристали льоду з'являються при більшому вмісті води.

Этілцеллозольв при зберіганні може вимиватися з палива. Тому присадку додають в палива на місцях застосування. Этілцеллозольв не викликає накопичення вологи в паливах при їх зберіганні. Після введення присадки вміст води в паливах декілька збільшується, що пояснюється присутністю води в початковому етілцеллозольві. Надалі ця вода «висихає» при зміні вологості повітря. Разом з этілцеллозольвом широко

застосовується тетрагідрофурфуріловий спирт, який по ефективності близький до этілцеллозольву.

Слід відзначити, що палива з присадками тривало зберігати не рекомендується, оскільки за зовнішніх умов, що змінюються, в нафтопродуктах накопичується вода, в яку переходить присадка (табл. 5.20).

Таблиця 5.20

Швидкість насичення водою присадок

Присадка	Вологість повітря, %	Вміст води (%) в присадці при зберіганні, діб.			
		1	2	3	4
Тетрагідрофурфуріловий спирт	60	2,8	3,4	6,2	8,4
	80	5,4	8,3	12,8	17,9
	100	10,2	18,2	23,3	28,7
Етілцеллозольв	60	4,2	6,2	8,8	10,1
	80	6,0	9,5	12,8	17,4
	100	9,7	13,4	14,7	29,3
Метілцеллозольв	60	3,2	6,2	9,4	12,0
	80	6,8	9,4	12,1	15,2
	100	14,1	14,2	15,8	18,9

Присадки проти льоду застосовують до бензинів з метою запобігання обмерзанню карбюратора. Максимальне обмерзання відбувається при 100% вологості і 4,5°С. У якості присадок застосовують спирти, гліколі, аміди, аміни, аммонітні фосфати і ін. Механізм дії присадок полягає в утворенні з водою низькозамерзаючих сумішей або захисних плівок на поверхні кристалів льоду. Характеристика деяких промислових зарубіжних присадок проти льоду приведена в табл. 5.21.

Таблиця 5.21

Присадки проти утворення льоду до бензинів

Торгова марка присадки	Активний компонент	Концентрація в паливі, об. %
Du Pont DMF	Діметілформамід	0,02…0,10
Du Pont DMA-4	Аміноалкілфосфат	0,03…0,14
Du Pont DMA-7	Суміш амінів з ізопропіловим спиртом	0,005…0,007
Ethyl MPA-9	Суміш заміщених амінів	0,0045
Ethyl MPA-85	Суміш заміщених амінів	0,0028

Таким чином, заходами, що обмежують поглинання води нафтопродуктами, а також застосуванням присадок можна, запобігти погіршенню їх якості. У тих випадках, коли це не вдається, застосовують відповідні методи виділення води із палив та масел.

РОЗДІЛ 6

Контроль якості нафтопродуктів

1. *Організація та засоби контролю якості нафтопродуктів.*
2. *Відбір проб нафтопродуктів.*
3. *Визначення показників якості нафтопродуктів.*

1. ОРГАНІЗАЦІЯ І ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ НАФТОПРОДУКТІВ

Контроль якості нафтопродуктів полягає у визначенні значень фізико-хімічних показників їхніх властивостей для встановлення відповідності вимогам стандартів, або технічних умов на даний продукт.

Якість паливо-мастильних матеріалів систематично контролюють, починаючи з моменту їхнього виробництва і закінчуючи заправленням у баки машин. Об'єм аналізів і термін їхнього проведення на різних етапах системи контролю регламентуються відповідними інструкціями та розпорядженнями.

Організація нафтопродуктопостачання забов'язана видавати споживачеві паспорт якості на кожну партію нафтопродуктів, що поставляються. Паспорт якості є основним документом, який характеризує відповідність нафтопродукту вимогам нормативно-технічної документації. У паспорті вказують дату випуску, номер партії, сорт і марку, числови значення основних фізико-хімічних і експлуатаційних показників паливо-мастильних матеріалів. Всі особливі умови що до якості нафтопродуктів включаються окремими пунктами в угоди про поставку, які укладаються між нафтозбитовими організаціями і споживачем. Так, необхідність постачання неетилованих бензинів повинна спеціально обговорюватися в угодах про поставку з урахуванням потреб споживачів.

Перевірка якості нафтопродуктів дозволяє забезпечити виконання таких заходів щодо їхнього раціонального використання:

- визначення відповідності фізико-хімічних показників якості нафтопродуктів вимогам діючої нормативно-технічної документації;

- визначення сорту та виключення застосування некондиційних паливо-мастильних матеріалів;

- попередження погіршення властивостей нафтопродуктів при їхньому транспортуванні, зберіганні, заправленні і застосуванні;

- своєчасне відновлення якості і властивостей нафтопродуктів;

- встановлення необхідності проведення технічного обслуговування і ремонту техніки;

- пред'явлення претензій нафтозбитовим організаціям, які не відповідають вимогам стандартів або технічним умовам.

Періодичний контроль якості нафтопродуктів проводять у суворій відповідальності з діючими стандартами і технічними умовами у спеціально обладнаних лабораторіях. В таких лабораторіях повинні бути стандарти і технічні умови на нафтопродукти, хіммотологічні карти автотракторної і сільськогосподарської техніки.

Завдання нафтохімічної лабораторії:

- контроль якості нафтопродуктів при прийманні, зберіганні, видаванні і інвентаризації шляхом аналізу їхніх проб з цистерн, резервуарів й іншої тари;

- своєчасна метрологічна перевірка лабораторних і вимірювальних приладів;

- відбір проб, оформлення і зберігання контрольних проб нафтопродуктів;

- виписування паспортів якості на нафтопродукти про відповідність їх стандартам або технічним умовам (на ті, які зберігалися без паспортів);

- перевірка і зберігання паспортів якості на одержувані нафтопродукти;

- періодичний контроль за чистотою тари (автоцистерни, бочки та ін.) при відпусканні в неї нафтопродуктів;

- оформлення претензій нафтозабезпечуючим організаціям на невідповідність нафтопродуктів, що поступили, стандартам і технічним умовам;

- визначення причин, які викликали погіршення якості нафтопродуктів, розробка рекомендацій щодо виправлення якості;

- перевірка чистоти внутрішньої порожнини резервуара після ремонту і зачищення, а також участь в оформленні відповідного акту;

- складання заявок на лабораторне устаткування, вимірювальні прилади, матеріали і реактиви, необхідні для проведення аналізів нафтопродуктів;

- своєчасне інформування інженерно-технічного персоналу сільськогосподарського підприємства про нові сорти палив і змащувальних матеріалів, про зміни у стандартах і технічних умовах на нафтопродукти і методи їхнього дослідження.

Для контролю якості нафтопродуктів використовують лабораторії ПЛ-2М (рис. 6.1), РЛ, ЕЛАН і ЛАОН-2. Ці лабораторії зручні у використанні і дозволяють простим способом оцінити якість нафтопродуктів за показниками, які наведено у табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Аналізи які виконуються за допомогою лабораторій ПЛ-2М, РЛ, ЕЛАН, ЛАОН-2

Показник	ПЛ-2М			РЛ			ЕЛАН			ЛАОН -2
	Паливо	Масло	Мастило	Паливо	Масло	Мастило	Паливо	Масло	Мастило	Масло
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Густина (визначається нафтоденсиметром)	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+

Продовження табл. 6.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Фракційний склад	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вміст водорозчинних кислот і лугів (якісно)	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-
Кислотність (кислотне число)	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-
Температура застигання і помутніння	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
В'язкість: - кінематична - умовна	+ -	+ -	- -	- -	+ -	- -	- -	+ -	- -	- +
Температура спалаху у відкритому тиглі	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Вміст води (кількісно)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Вміст механічних домішок (якісно)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Температура замерзання НОР	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Випробування на мідній пластинці	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Температура краплепадіння	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

Примітка: Знак "+" означає, що аналіз проводиться; "-" не проводиться.

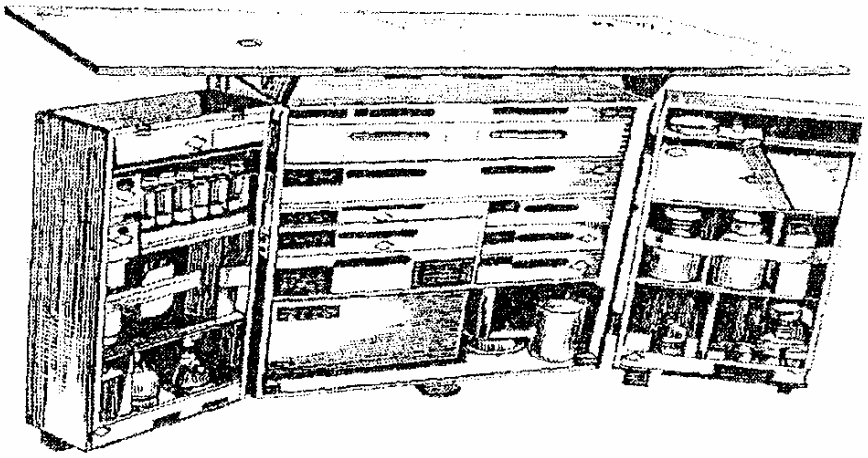

Рис. 6.1. Польова лабораторія ПЛ-2М

Польова лабораторія ПЛ-2М. Корпус лабораторії являє собою дерев'яну скриньку з двійчастими дверцятами (рис. 6.1.). Корпус і дверцята розділені перегородками на відділення, в яких розташоване обладнання, що входить у комплект лабораторії. Всі відділення мають порядковий номер та таблички на яких наведено перелік присутнього обладнання. Таблички прикріплені до стінок кожного відділення. Прилади, посуд та хімічні реактиви розміщені у відповідних відділеннях. Для приведення лабораторії ПЛ-2М у робочий стан її встановлюють у спеціальному приміщенні, розкривають дверцята корпусу і кришку стола, встановлюють на ньому необхідні прилади і обладнання.

Ручна лабораторія (РЛ). Прилади і обладнання лабораторії РЛ розташовані у спеціальних відділеннях дерев'яного ящика з кришкою, що відкидається. Набір нафтоденсиметрів для визначення густини нафтопродуктів, спиртометр і гідрометр для визначення температури застигання охолоджуючих рідин закріплені у відкидному штативі, дно якого може бути використано як робочий стіл. Лабораторію РЛ розгортають у приміщенні, придатному для проведення лабораторних аналізів. Для приведення лабораторії у робочий стан необхідно відкрити кришку

ящика, відкинути штатив з нафтоденсиметрами і розмістити на робочому місці необхідні прилади і реактиви.

Експрес-лабораторія аналізів нафтопродуктів (ЕЛАН). Лабораторія являє собою набір приладів, хімічного посуду, реактивів і матеріалів, які розміщені на полицях і стінках футляра-шафи. Використання цієї лабораторії дозволяє встановити фізико-хімічні характеристики нафтопродуктів, спостерігати за зміною якості робочих масел у процесі їхнього використання, перевіряти якість нафтопродуктів, які знаходяться на зберіганні.

Лабораторія аналізів відпрацьованих нафтопродуктів (ЛАОН-2). Лабораторія призначена для аналізів відпрацьованих нафтопродуктів експрес методами на підприємствах, які здійснюють їхнє збирання і зберігання. Вона являє собою набір обладнання, приладів, хімічного лабораторного посуду і реактивів, розміщених у переносному дерев'яному ящику.

Для перевірки якості палив і мастильних матеріалів встановлені приймально-здавальні, контрольні, повні та арбітражні анналізи.

Приймально-здавальний аналіз проводиться на нафтоскладі при надходженні кожної партії нафтопродуктів для встановлення показників сорту, марки і відповідності паливо-мастильних матеріалів тим показникам, які вказані у паспорті якості.

Контрольний аналіз проводиться для встановлення основних показників якості нафтопродуктів (тих показників, які регламентують необхідність виправлення якості) під час зберігання або заміни (очищення). Підставою для проведення аналізу можуть також бути часті відмови вузлів та механізмів, орієнтовно викликані невідповідною якістю палив і мастильних матеріалів.

Повний аналіз здійснюється після тривалого зберігання нафтопродуктів або надходження їх на склад без паспорта якості. Аналіз проводять також у разі невідповідності паспортної якості вимогам нормативно-технічної документації (хоча б за одним показником).

Арбітражний аналіз проводять при виникненні суперечностей між нафтопостачальною організацією і споживачем. Цей

аналіз здійснюють за домовленістю сторін у лабораторіях, які мають ліцензію на право проведення відповідних фізико-хімічних аналізів. При цьому аналізи проводять за всіма показниками нормативно-технічної документації або за окремим показником з метою вирішення технічних неузгодженостей про кондиційність продукту між постачальником і споживачем.

Термін проведення аналізів системи якості нафтопродуктів на різних етапах наведені у табл. 6.2.

Таблиця 6.2

Періодичність проведення аналізів якості нафтопродуктів (у місяцях)

Нафтопродукт	Вид аналізу	
	Контрольний	Повний
Автомобільні бензини	3	6
Дизельне паливо	12	24
Моторні масла	6	24
Спеціальні та індустріальні масла	12	24
Пластичні мастила	6	12

У всіх випадках аналіз якості палив і мастильних матеріалів здійснюють за тими показниками, які включені до нормативно-технічних умов. Кількість показників може бути різною в залежності від виду нафтопродукту (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

Показники якості, які визначаються при проведенні аналізів нафтопродуктів

Нафтопродукт	Контрольний аналіз	Повний аналіз
1	2	3
Автомобільні бензини	Колір і прозорість, густина, вміст механічних домішок та води, фракційний склад	У об’ємі стандарту за виключенням октанового числа, тиску насиченої пари, індукційного періоду

Продовження табл. 6.3

1	2	3
Дизельне паливо	Колір і прозорість, густина, вміст механічних домішок і води, температури помутніння та спалаху, фільтрівність	У об'ємі стандарту за виключенням цетанового і йодного чисел, зольності
Моторні масла	В'язкість кінематична, температура спалаху, вміст механічних домішок і води, лужне число	У об'ємі стандарту (технічних умов) за виключенням корозійності і термоокіслювальної стабільності
Пластичні мастила	Зовнішній вигляд, температура краплепадіння, вміст води і механічних домішок	У об'ємі стандарту (технічних умов) за виключенням вмісту мила, оливи і органічних кіслот, пенетрації при низьких температурах, випробування на металевих пластинках, стабільності, межі міцності, в'язкості

За зберігання якості нафтопродуктів і організацію проведення контролю якості відповідає інженерна служба сільськогосподарського підприємства або АТП. Загальне керівництво з контролю якості нафтопродуктів здійснює головний інженер. У деяких господарствах останнім часом введена посада інженера по технічному обслуговуванню і контролю якості нафтопродуктів.

Безпосереднім відповідальним за роботу нафтогосподарства є завідувач, який організує повсякденний контроль якості нафтопродуктів, що надходять від постачальників, а також тих, які зберігаються на складі і відпускаються на заправку. Він забезпечує відповідні умови зберігання палив і мастильних матеріалів на центральному нафтоскладі підприємства та складах і

постах заправки виробничих дільниць, приймає заходи для усунення недоліків, складає заявки на придбання лабораторного обладнання і реактивів для проведення аналізів якості безпосередньо на підприємстві.

Персонал, який обслуговує технічні засоби підприємства, про всі неполадки або відмови машин, пов'язані з якістю нафтопродуктів, а також при отриманні некондиційних нафтопродуктів (забруднені або обводнені палива і мастильних матеріалів, розшаровані мастила та ін.) повідомляє відповідальним особам про необхідність перевірки якості нафтопродуктів.

2. ВІДБІР ПРОБ НАФТОПРОДУКТІВ

Достовірність результатів аналізу нафтопродуктів може бути забезпечена тільки за умови дотримання вимог з відбору проб нафтопродуктів, які передбачені ГОСТ 2517-85. Цей стандарт повністю відповідає міжнародним стандартам ISO 3170-75 та ISO 3171-75. Документ встановлює правила відбору проб нафтопродуктів з ємностей різної конструкції та об'єму. Крім того, у ГОСТ визначено типи та конструкція пробовідбірників, які при цьому можуть бути застосовані.

До відбору проби допускаються особи, які мають досвід та навички з проведення такого роду робіт.

Залежно від призначення, проби поділяють на точкові, об'єднані і контрольні:

- **точкова** - це одноразова проба, яка характеризує якість нафтопродукту у місці відбору проби на даний момент часу;
- **об'єднаня** - проба складається шляхом змішування різних точкових проб за певними правилами. Вона за своїми параметрами характеризує середній склад та параметри нафтопродукту;
- **контрольна** - частина точкової або об'єднаної проби, яка призначена безпосередньо для аналізу. Вона зберігається на підприємстві, а у разі необхідності може бути відправлена на аналіз нафтозбитовим організаціям для пред'явлення претензій щодо якості нафтопродуктів.

Для відбирання проб нафтопродуктів для аналізів із резервуарів і цистерн застосовують пробовідбірники різних конструкцій (рис. 6.2).

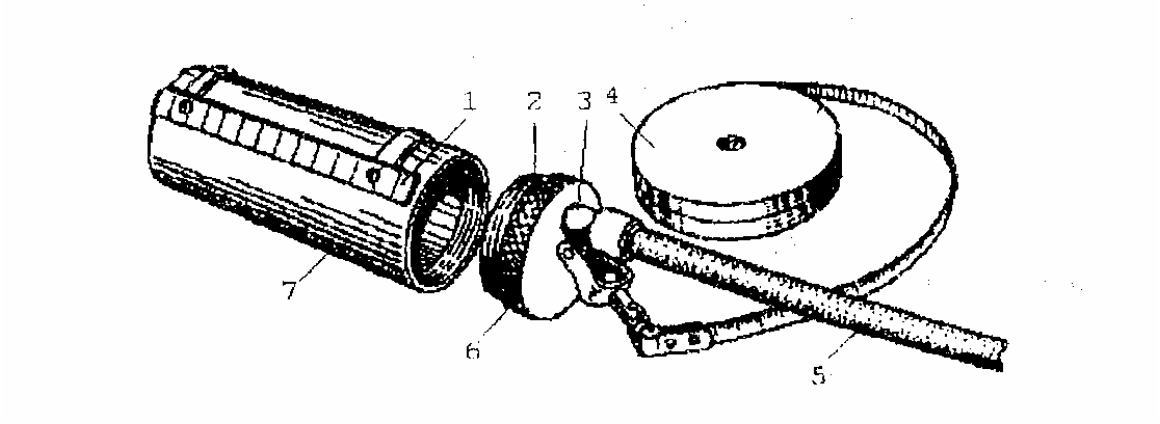

Рис. 6.2. Лот-пробовідбірник з рулеткою:
1-лінійка; 2-різьба; 3-штуцер; 4-рулетка; 5-гумова трубка; 6-кришка;
7-металевий стакан

Лот-пробовідбірник являє собою металевий стакан 7 з кришкою 6, що знімається. У верхній частині кришки вварений штуцер 3 на який надівають гумовий шланг 5. Лот також має кронштейн для закріплення мірної рулетки 4. На стакані закріплена лінійка 1 з затискачами для водочутливої стрічки.

Пробовідбірник (рис. 6.2) за допомогою стрічки рулетки опускають у резервуар і занурюють на потрібну глибину, попередньо затиснувши верхній кінець гумової трубки. Потім гумову трубку розтискають і нафтопродукт заповнює стакан, витісняючи з нього повітря. Пробовідбірник витягають з ємності, відгвинчують кришку і зливають пробу палива у чисту посудину. Проби з декількох рівнів відбирають послідовно, починаючи з верхнього рівня і до низу.

На практиці для відбору проб із резервуарів на складах сільськогосподарських підприємств і АТП як пробовідбірник використовують скляні пляшки (рис. 6.3), які встановлюють у металевому каркасі. Чисту пляшку щільно закривають пробкою з кільцем до якого прив'язують мотузку. Зануривши такий пробовідбірник на задану глибину, тягнуть за мотузку і відкривають пробку, заповнюючи його.

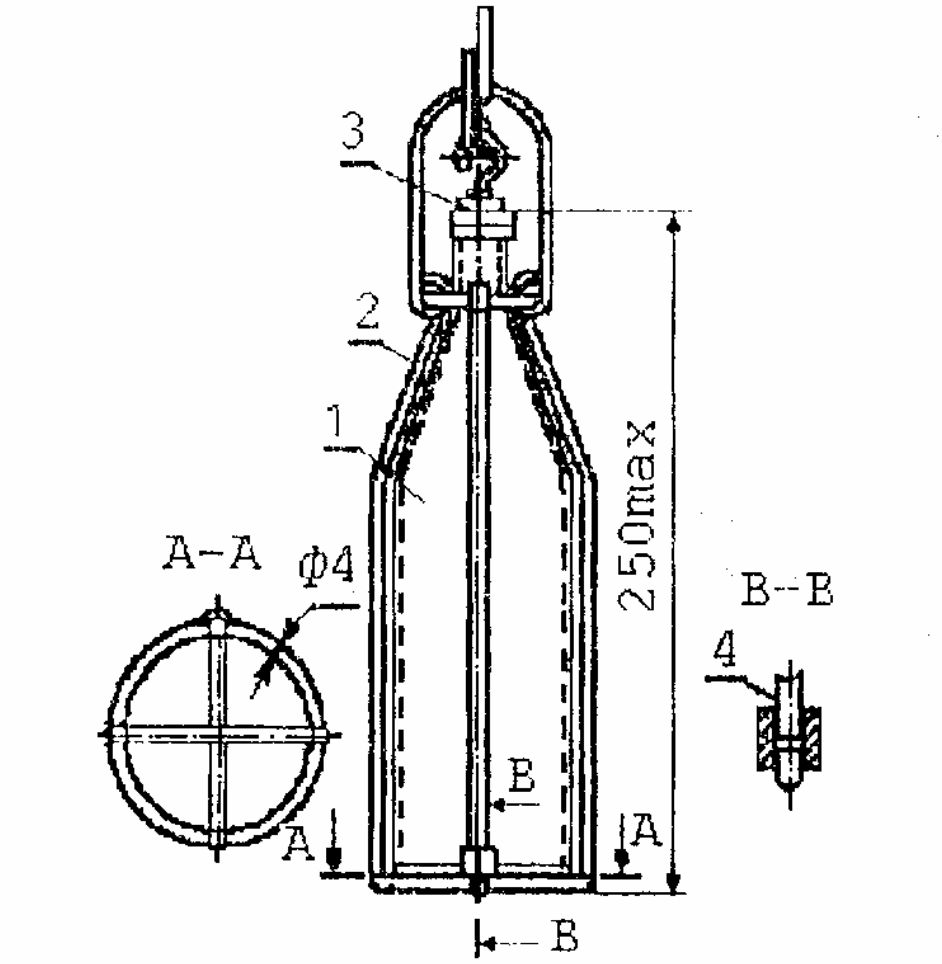

Рис. 6.3. Пляшка у металевому каркасі:
1-пляшка; 2-металевий каркас; 3-пробка; 4-замок

Перед відбиранням проб з резервуарів та транспортних засобів зливають відстій, та відстоюють нафтопродукти не менше двох годин. Далі виміряють рівень нафтопродукту у ємності $H_З$ і розраховують рівні відбору точкових проб $H_{Пі}$ (рис. 6.4).

Рівні відбирання проб визначають за формулами

$H_{П1}=H_В-H_З+200$, мм; $H_{П2}=H_В-H_З/2$, мм;

$H_{П3}=H_В-250$, мм,

де $H_В$ – висотний трафарет резервуара (відстань від дна резервуара до верхнього зрізу вимірювального люка), мм;

$H_З$ – рівень заповнення, мм.

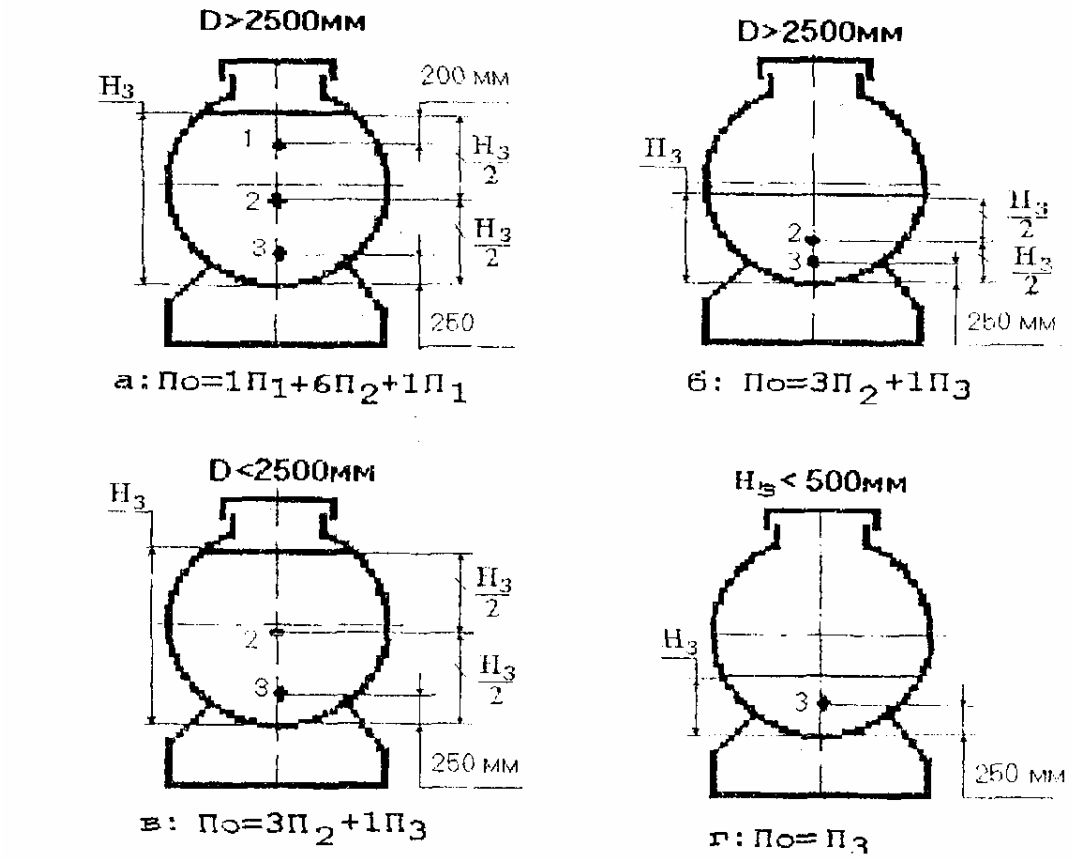

Рис. 6.4. Схема відбору проб з горизонтальних циліндричних резервуарів

Об'єднану пробу нафтопродукту $П_0$, що зберігається у горизонтальних циліндричних резервуарах, складають з декількох або однієї точкової проб у залежності від діаметру резервуара D і висоти його заповнення $Н_З$.

Точкові проби з вертикальних циліндричних або прямокутних резервуарів відбирають з трьох рівнів: верхнього ($П_1$) - на 250 мм нижче поверхні нафтопродукту, середнього ($П_2$) - з середини висоти заповнення резервуара, нижнього ($П_3$) - на 250 мм вище днища резервуара. Об'єднана проба складається:

$$П_0= 1П_1+3П_2+1П_3. \text{ При } Н_З<2000 \text{ мм } П_0=1П_1+1П_3.$$

Якщо рівень заповнення резервуара менше за 1000 мм,

$$П_0=П_3.$$

Проба з котла автомобільної цистерни відбирається з рівня розташованого на висоті 0,33 діаметра цистерни від нижньої внутрішньої утворюючої.

Відібрані точкові проби з кожного рівня зливають з пробовідбірників у окрему чисту скляну тару, ретельно перемішують, відбирають необхідні об'єми і змішують їх у іншій тарі у співвідношеннях, визначених нормативно-технічною документацією для даного виду ємності. Об'єднану пробу складають відразу після відбирання точкових проб з різних рівнів.

Відбір проб із бочок, бідонів, каністр та іншої тари здійснюють за допомогою пробовідбірних трубок (рис. 6.5) з дна тари. У дрібній тарі перед відбором проб нафтопродукти ретельно перемішують протягом 5 хвилин.

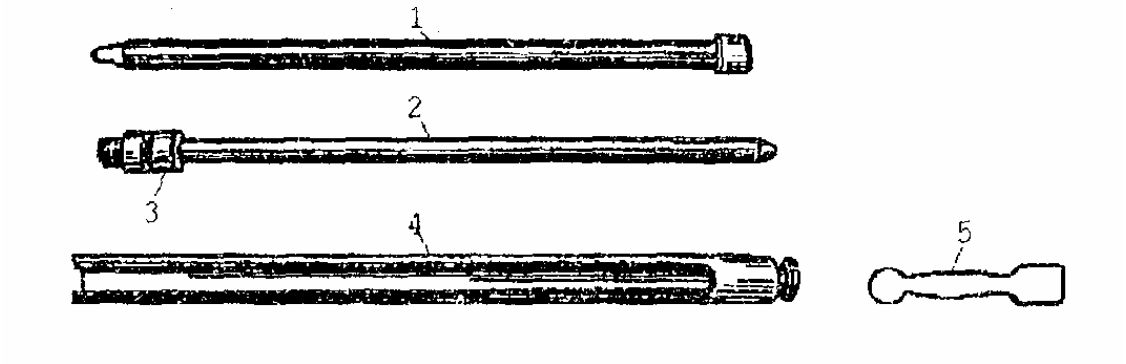

Рис. 6.5. Пробовідбірники для відбору проб з дрібної тари:
1, 2, 4-трубки відповідно для відбору палива, масла, мастил; 3-перехідник; 5-лопатка

Для відбору проб застосовують трубки діаметром 10…15 мм з відтягнутим кінцем або спеціальні пробовідбірники у вигляді з'єднаних між собою алюмінієвих трубок 1 і 2 за допомогою перехідника 3. При відборі проби палива у ємність занурюють трубку 1 з відтягнутим кінцем, а при відборі проби масла – трубку 2. Пробу з дрібної тари відбирають на місці, яке захищене від пилу і атмосферних опадів. Поверхня тари навколо пробок, кришок і дна перед відкриванням очищається.

При відборі проби отвір верхнього кінця пробовідбірної трубки щільно закривають пальцем і опускають на дно тари.

Відкривають трубку на 5…10 с, заповнюючи пробовідбірник нафтопродуктом. Потім, щільно закривши верхній отвір, витягають трубку з тари і зливають нафтопродукт, що міститься у ній, у чистий посуд. Об'єднану пробу рідких нафтопродуктів складають змішуванням точкових проб з кожної ємності і зливають у пляшки.

Пробу пластичних мастил відбирають пробовідбірником, який являє собою трубку 4 з повздовжнім вирізом по всій довжині. На місці занурення пробовідбірника видаляють верхній шар продукту завтовшки 25 мм. При відборі проби його опускають до дна тари, вдавлюючи продукт, провернувши на 180°, "перерізають" нижню частину мастила. Потім пробовідбірник дістають з тари і видавлюють лопаткою 5 нафтопродукт. При цьому шар нафтопродукту товщиною 5 мм у верхній частині паза пробовідбірника до проби не включають.

При відбиранні проб суворо стежать за тим, щоб пробовідбірники, мірні циліндри, скляний посуд, трубки та інше обладнання були ретельно промиті і зберігались у чистих шафах, які щільно закриваються.

Відбір проби оформлюється актом з підписами постачальника і споживача. У разі відсутності при відборі проб постачальника, пробу відбирають у присутності третьої не зацікавленої особи (наприклад, депутата).

Пробу нафтопродукту, яка підлягає аналізу (об'єднану або точкову), поділяють на дві частини, розфасовують у дві чисті скляні пляшки або банки, герметично закупорюють пробками або гвинтовими кришками та пломбують. Тару заповнюють на 90% об'єму.

На пляшку наклеюють етикетку на якій вказують: найменування нафтопродукту, підприємство постачальник, номер резервуара, дату та час відбору проби, термін зберігання та особу, яка здійснювала відбір. Одну частину проби направляють на аналіз, а другу - зберігають 45 діб у спеціально відведеному місці.

3. ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ НАФТОПРОДУКТІВ

3.1. Оцінка якості нафтопродуктів за зовнішніми ознаками
3.2. Визначення наявності води
3.2.1. Хімічні методи
3.2.2. Фізичні методи
3.3. Визначення наявності водорозчинних кислот та лугів
3.4. Визначення ненасичених вуглеводнів у рідких паливах
3.5. Визначення концентрації фактичних смол у паливах
3.6. Визначення фракційного складу бензину
3.7. Визначення густини нафтопродуктів
3.8. Визначення коефіцієнту фільтрівності дизельного палива
3.9. Визначення температури застигання дизельного палива
3.10. Визначення корозійної агресивності дизельного палива
3.11. Визначення кінематичної в'язкості масел
3.12. Визначення температури спалаху масла у відкритому тиглі
3.13. Визначення температури краплепадіння пластичних мастил
3.14. Визначення колоїдної стабільності пластичного мастила

На шляху нафтопродуктів від нафтопереробного заводу до споживача вони багато разів перекачуються з однієї ємкості в іншу. При цьому можливе їх забруднення, обводнення, зміна показників якості. Для забезпечення надійної і довговічної роботи техніки проводиться регулярна перевірка якості нафтопродуктів, яка включає визначення відповідності фізико-хімічних властивостей нафтопродуктів вимогам діючих стандартів і

технічних умов, встановлення сорту, попередження застосування некондиційних продуктів, попередження погіршання властивостей при транспортуванні, зберіганні і застосуванні, своєчасне виправлення якості, обгрунтування застосування певних марок продуктів і строків проведення технічного обслуговування сільськогосподарської та іншої техніки, пред'явлення претензій нафтопостачальним організаціям щодо поставки продукції, яка не відповідає стандартам або технічним умовам.

3.1. Оцінка якості нафтопродуктів за зовнішніми ознаками

Зовнішній вигляд палив і мастильних матеріалів є одним з головних показників. Зазвичай його оцінюють безпосередньо після відбору проби за кольором, прозорістю та візуальним контролем вмісту механічних домішок і води у нафтопродукті (табл. 6.4).

Наявність механічних домішок у нафтопродуктах визначають шляхом їхнього відстоювання у спеціальному відстійнику, який входить до складу польової лабораторії ПЛ-2М. Відстійник місткістю 100 мл (рис. 6.6) являє собою скляну ємність, яка в нижній частині переходить у вузьку трубку. Трубка проградуйована до 10 мл з ціною поділки 0,05 мл (за цими поділками визначають кількість механічних домішок, що осіли), а потім відмічені поділки 25, 50, 100 мл.

Таблиця 6.4

Показники якості, що визначаються при прийманні, зберіганні і відпуску нафтопродуктів

Нафтопродукт	Контрольний аналіз	Повний аналіз
Бензин автомобільний	Колір і прозорість, густина, вміст механічних домішок і води, фракційний склад	В об'ємі стандарту за виключенням октанового числа, тиску насиченої пари, індукційного періоду

Продовження табл. 6.4.

1	2	3
Дизельне паливо	Колір і прозорість, густина, вміст механічних домішок і води, температури помутніння і спалаху, фільтрівність	В об'ємі стандарту за виключенням цетанового і йодного чисел, зольності
Масла моторні	В’язкість кінематична, температура спалаху, вміст механічних домішок і води, лужне число	В об'ємі стандарту (технічних умов) за виключенням корозійності і термоокислювальної стабільності
Пластичні мастила	Зовнішній вигляд, температура каплепадіння, вміст води і механічних домішок	В об'ємі стандарту (технічних умов) за виключенням вмісту мила, масла і органічних кислот, пенетрації при низьких температурах, випробування на металевих пластинках, стабільності, межі міцності, в'язкості

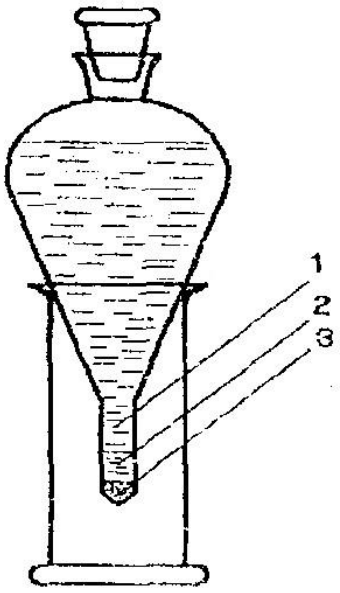

Рис. 6.6. Відстійник:
1-нафтопродукт; 2-вода; 3-механічні домішки

Для визначення вмісту води та механічних домішок бензин або дизельне паливо добре перемішують і пробу швидко наливають у відстійник до рівня 100 мл. Відстійник витримують протягом 25 хвилин у вертикальному положенні і за поділками визначають кількість механічних домішок й води у пробі у відсотках.

Внаслідок значної в'язкості масел домішки в них осідають повільно, тому масла попередньо необхідно розводити бензином.

Дослідний зразок масла наливають у відстійник до рівня 25 мл та до 100 мл доливають чистий бензин, ретельно перемішують, а потім відстоюють. Відстоювання суміші буде прискореним, якщо відстійник помістити у гарячу (50…60°С) воду. Для визначення відсоткового вмісту механічних домішок і води у маслі їхню кількість у мілілітрах необхідно помножити на 4.

Наявність механічних домішок у дизельному паливі можна також визначити шляхом фільтрування його через беззольний філітрувальний папір (біла, синя, червона стрічки) або через технічний фільтрувальний папір. Папір складають у вигляді конуса, встановлюють у лійку і через нього пропускають паливо. Якщо паливо не забруднене, то фільтр залишається чистим. При такому незначному забрудненні діаметр плями на фільтрі дорівнює 10…20 мм, а при більшому діаметрі плями - паливо містить підвищену кількість механічних домішок. У такому випадку треба проводити кількісний аналіз.

Механічні домішки і вода нерозчинні у паливі, тому їхню наявність можна виявити, переглядаючи зразок у посуді з прозорого скла (наприклад, скляний циліндр діаметром 40…50 мм). Чисте паливо однорідне. Якщо у паливі є навіть невелика кількість води у зваженому стані, то весь об'єм палива стає мутним і використовувати його у двигуні не можна.

Наявність абразивних механічних домішок у досліджуваному зразку масла визначають пробою на стирання. Для цього використовують два чистих сухих скла. На одне з них поміщають одну-дві краплі масла, закривають другим склом і пере-

сувають одне скло відносно другого, міцно стиснувши їх пальцями. При наявності в маслі абразивних часток механічних домішок відчувається характерне різке скрипіння. Дослід необхідно повторити три-чотири рази, при цьому кожного разу необхідно брати нову пробу масла. При виявленні абразивних механічних домішок масло використовувати не можна.

Наявність води в маслі визначають також пробою на потріскування. З дослідного зразка беруть 4…5 мл масла, ретельно перемішують та наливають у пробірку. Потім пробірку разом з маслом нагрівають на слабкому вогні. При наявності води чути потріскування, масло піниться і на холодній верхній частині пробірки осідають сконденсовані краплини води. Якщо верхня частина пробірки помутніла, а потріскування не відбувається, в маслі присутні сліди води.

Колір бензинів також характеризує їхню якість. Усі етиловані бензини мають кольори: А-76 – жовтий, АИ-93 – рожево-червоний, АИ-98 - синій. Блідий і невизначений колір вказує на змішування різних марок бензинів, а отже і на відхилення в октановому числі та вмісті тетраетилсвинцю. Неетиловані бензини, які отримані з нафти шляхом перегонки або каталітичного крекінгу, не мають кольору, але по мірі зберігання вони починають забарвлюватися смолами, що в них утворюються. Спочатку бензини набувають світло-жовтого, а потім жовтого і темно-жовтого кольорів.

Дизельні палива являють собою прозору однорідну рідину від світло-жовтого до світло-коричневого кольору. Колір дизельних палив пов'язаний з наявністю в них розчинених смол. В залежності від природи і кількості смол колір палив, який визначають візуально за допомогою скляного циліндра діаметром 40…50 мм, змінюється від світло-жовтого до світло-коричневого. Чим менша інтенсивність забарвлення палива, чим світліше воно, тим менше смолистих речовин і тим вища його якість.

Бензин, на відміну від гасу, дизельного палива і інших нафтопродуктів, має специфічний запах. Різкі неприємні запахи

характерні для бензинів термічного крекінгу. Бензини двохступінчатого каталітичного крекінгу зі значною кількістю ароматичних вуглеводів мають слабкий ароматний запах.

У більшості випадків запах дизельних палив не різкий. За своїм характером він є типовим для багатьох нафтопродуктів за винятком бензинів і гасу. Зимові і особливо арктичні сорти дизельних палив несуттєво відрізняються за фракційним складом від гасу, тому за запахом вони, у певній мірі, можуть бути схожими.

У порівнянні з іншими нафтопродуктами бензини мають найбільш легкий фракційний склад. Тому їх легко відрізнити від гасу, дизельних палив і тим більше від масел. Щоб відрізнити зимовий бензин від літнього, краплю досліджуваного зразку палива наносять на фільтрувальний папір і фіксують час повного його випаровування. Зимові автомобільні бензини повністю випаровуються за одну хвилину. При цьому на папері не залишається ніякого сліду. Літні автомобільні бензини випаровуються повільніше - через одну хвилину на папері від них може залишитися пляма. Помітного випаровування гасу, дизельних палив і масел виявити неможливо, тому слід від нанесеної краплі залишається практично незмінним протягом кількох хвилин.

3.2. Визначення наявності води

Методи визначення вмісту води в нафтопродуктах можна розділити на хімічні і фізичні. Хімічні методи базуються на взаємодії води з хімічними реагентами. Ефект такої взаємодії оцінюють різними способами: по виділенню газу, теплоти, зміні кольору продуктів реакції і ін. Фізичні методи базуються на прямому визначенні вмісту води без зміни її молекулярного стану. Для цієї мети застосовують інструментальні методи анализу — оптичні, хроматографічні, електричні, дистиляційні і ін. Розглянемо коротко дані методи.

3.2.1. Хімічні методи

Хімічні методи поділяють на якісні і кількісні. Якісні застосовують для встановлення факту присутність води в нафтопродуктах. Вони базуються на зміні кольору хімічних речовин в присутності води або зміні $pH_{ср}$ водного розчину, внаслідок чого забарвлюється індикатор. Як хімічні речовини для цієї мети застосовують різноманітні комплексні соли або їх суміші, наприклад сірчанокислу сіль тривалентного заліза, жовту і червону кров'яні солі, залізостосинеродистий калій, сульфат заліза і ін. Відоме застосування індикаторного паперу, просоченого розчином броміду кобальту II, різних паст, які наносять на метршток для визначення рівня підтоварної води.

Кількісні методи визначення вмісту води в нафтопродуктах включають волюмо-, титро- і калориметричні.

Волюмометричні методи засновані на вимірюванні об'єму газу, що виділяється при взаємодії води в нафтопродуктах з хімічними реагентами, наприклад простими і комплексними гідридами, карбідами, нітридами металів, амідами і ін. Ці реагенти при взаємодії з водою утворюють відповідно водень, ацетилен, аміак. Якнайкращими реагентами є гідриди, серед яких найбільш поширений гідрид кальцію. Вміст води (%) визначають по формулі

$$G_B = 100kV_0 / G_H , \qquad (6.1)$$

де k – кількість води, відповідна 1 м^3 газу, що виділився, кг;
V_0 – об’єм газу, що виділився, приведений до нормальних умов, м^3;
G_H – наважка нафтопродукту, кг.

Кількість води в нафтопродуктах можна визначити по тиску, який створюється в результаті реакції води з хімічними реагентами. В цьому випадку

$$G_B = 100pV /(N_Г RTG_H), \qquad (6.2)$$

де $N_Г$ – кількість молекул газу на одну молекулу води.

Недоліками волюмометричних методів є тривалість визначення, необхідність приведення газу до нормальних умов, відносна громіздкість і крихкість апаратури, що утрудняє використання цих методів в польових умовах. Титрометричні методи засновані на прямому визначенні води при титруванні розчинами хімічних реагентів. Ці методи в порівнянні з волюмометричними мають велику точність, тому їх застосовують для визначення малих кількостей води в нафтопродуктах. Найчастіше для цієї мети використовують реактив Фішера, що є розчином йоду, піридину і сірчистого ангідриду в метанолі. Хімізм реакції

$$I_2 + S0_2 + H_20 + 3C_5H_5N \rightarrow 2C_5H_5N{\cdot}HI + C_5H_5NS0_3;$$

$$C_5H_5NS0_3 + CH_3OH \rightarrow C_5H_5N{\cdot}HS0_4CH_3. \qquad (6.3)$$

Реакції протікають швидше при надлишку йоду і сірчистого ангідриду. Реактив Фішера токсичний, нестабільний при зберіганні. Це слід враховувати при роботі з ним. Окрім реактиву Фішера для титрування води застосовують гідразид натрію, гідрид барію, перхлорат нітронію, йод з негранічними ефірами.

Калориметричні методи засновані на екзотермічній взаємодії хімічних реагентів з водою, що знаходиться в нафтопродуктах. По кількості теплоти, що виділилася, визначають кількість води в паливах і маслах.

Необхідною умовою калориметричних методів визначення води в нафтопродуктах є здатність реагенту вступати в реакцію з водою з виділенням достатньої кількості теплоти, а також його хімічна інертність по відношенню до вуглеводневих палив і масел. Із зменшенням вмісту води необхідно використовувати реагенти з великим тепловим ефектом. Досить великі ефекти мають прості і комплексні гідриди, п'ятиокис фосфору, сірчана кислота і ін. Як реагент найбільш підходить гідрид кальцію, оскільки він в порівнянні з іншими доступними реагентами при взаємодії з водою має найбільший енергетичний ефект

$$CaH_2(т) + 2H_2O(ж) \rightarrow Ca(OH)_2(т) + 2H_2 + 243{,}6\ кДж. \qquad (6.4)$$

Кількість теплоти, що виділилася, можна зміряти звичайними термометрами, термопарами, термометрами опору, термоме-

тричними пірометрами і ін. Найбільш простий за будовою прилад, в якому теплоту вимірюють термометром. Він є пробіркою з подвійними стінками, обладнану мішалкою і термометром (рис. 6.7). Для визначення води в прилад поміщають 20…50 мл нафтопродукту і вносять наважку гідриду кальцію. Ртутна кулька термометра повинна знаходитися у момент визначення приблизно в центрі рідини. При постійному перемішуванні знаходять максимальний стрибок температури $\Delta T = T_{\max} - T_0$. Із збільшенням вмісту води ΔT зростає. Реакція взаємодії гідриду кальцію з водою закінчується практично повністю через 3…4 хв. Кількість води (%) визначають по наперед каліброваному прямолінійному графіку (рис. 6.8). На стрибок температури значно впливає початкова температура нафтопродукту. Тому визначення води приладом необхідно проводити в термостатованих умовах по калібрувальних таблицях (графіках), складених для різних температур. Поза сумнівом, проте, що цей простий прилад може виявитися зручним для визначення щодо великого вмісту води, наприклад в мазуті або відпрацьованих маслах. Ці нафтопродукти перед визначенням необхідно розбавляти малов'язким розчинником.

Точнішими є диференціальні прилади, в яких визначення води мало залежить від початкової температури, хоча вона і повинна бути позитивною при використанні гідриду кальцію. При негативних температурах доцільно використовувати гідриди з великим екзотермічним ефектом.

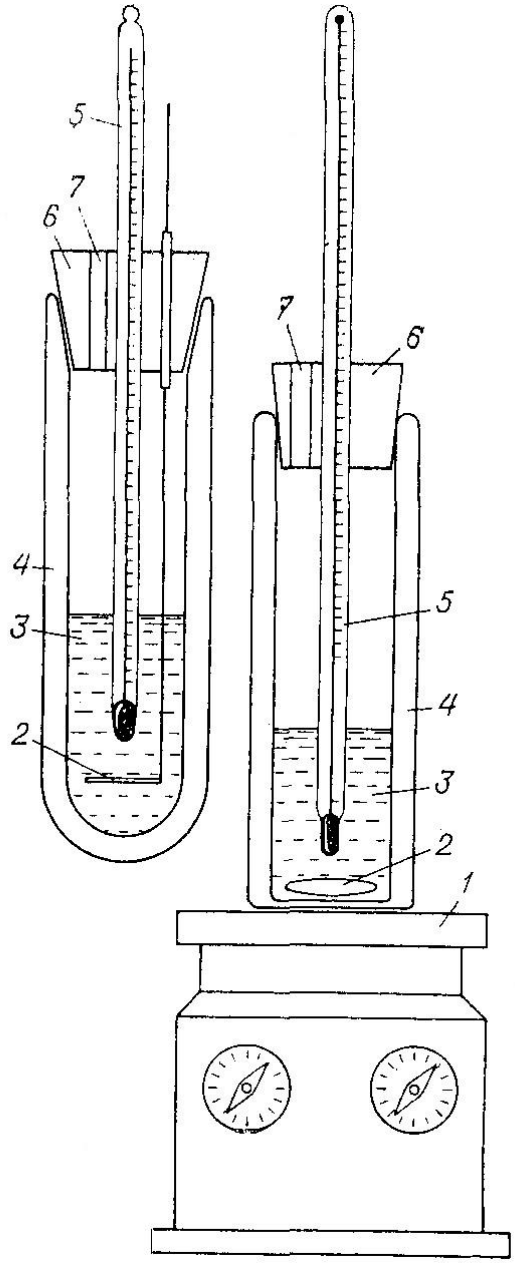

Рис. 6.7. Прилади для швидкого визначення води в нафтопродуктах:
1-магнітна мішалка; 2-мішалка; 3-нафтопродукт; 4-колба з подвійними стінками; 5-термометр; 6-пробка; 7-отвір для введення гідриду кальцію

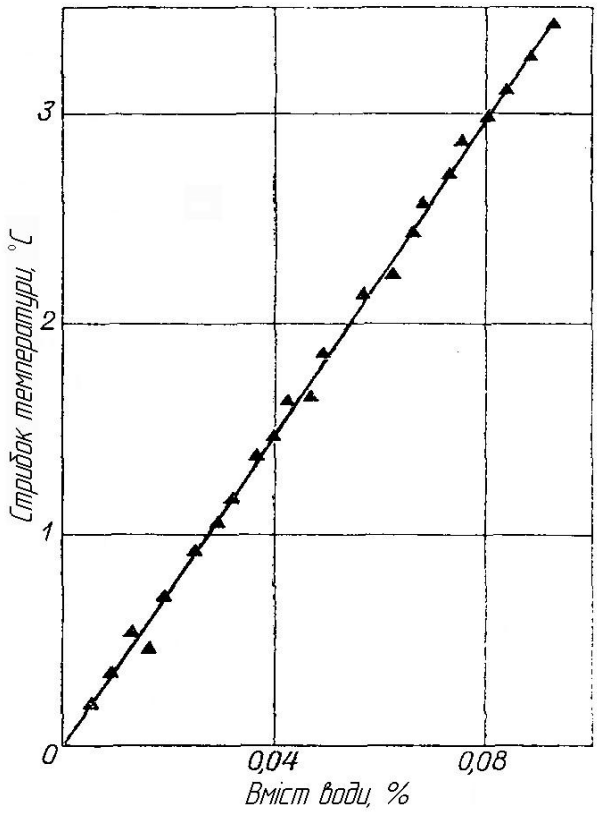

Рис. 6.8. Залежність стрибку температури від вмісту води в нафтопродуктах

В розробленому приладі для зменшення зовнішніх впливів і збільшення чутливості використана диференціальна термобатарея, конструктивне рішення і оформлення якої показане на рис. 6.9. Ізоляція виконана з скляних капілярів і хлорвінілових трубок, надітих на дріт. Кінці капілярів у спаїв оплавлені. Із зовнішнього боку вони захищені скляною трубкою. Спаї, що поміщаються в реактор, наклеєні за допомогою рідкого скла на скляну трубку, а спаї, що поміщаються в судину порівняння, — на скляний стрижень. Чутливість диференціальних термобатарей досягає $10^{-4}…10^{-6}$ °С. На рис. 6.10 приведені порівняльні термоелектричні характеристики хромель-копелевої термопари і термобатарей, що складаються з п'яти і семи хромель-копелевих термопар, які мають досить високі т. е. д. с. (до 0,690 мВ/°С). Термопари зварені з дроту діаметром 0,2 мм.

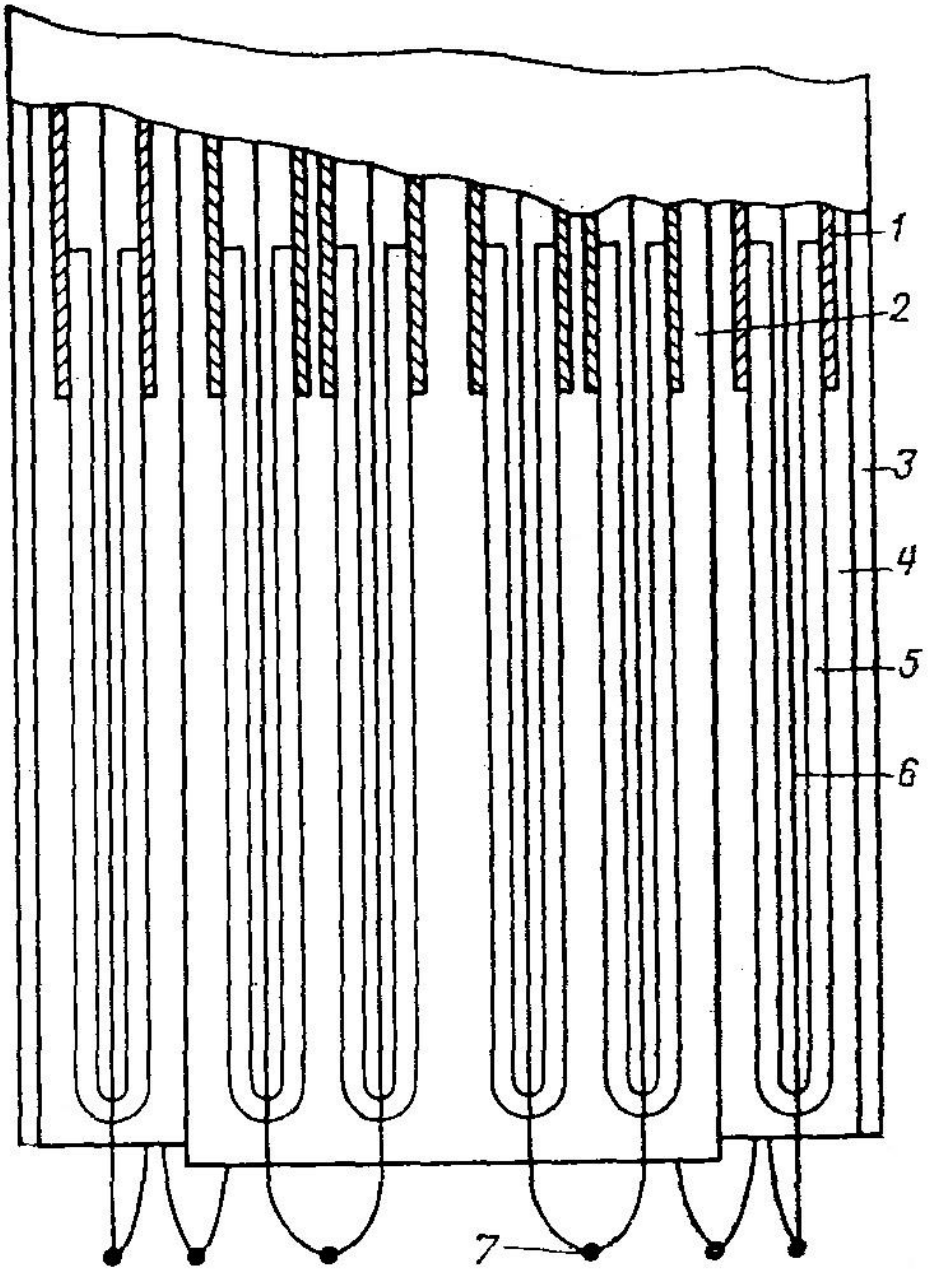

Рис. 6.9. Конструкція термобатареї:
1-хлорвінілова трубка; 2-скляний стрижень; 3-захисна скляна трубка; 4-рідке скло; 5-капіляр; 6-термопара; 7-спай термопари

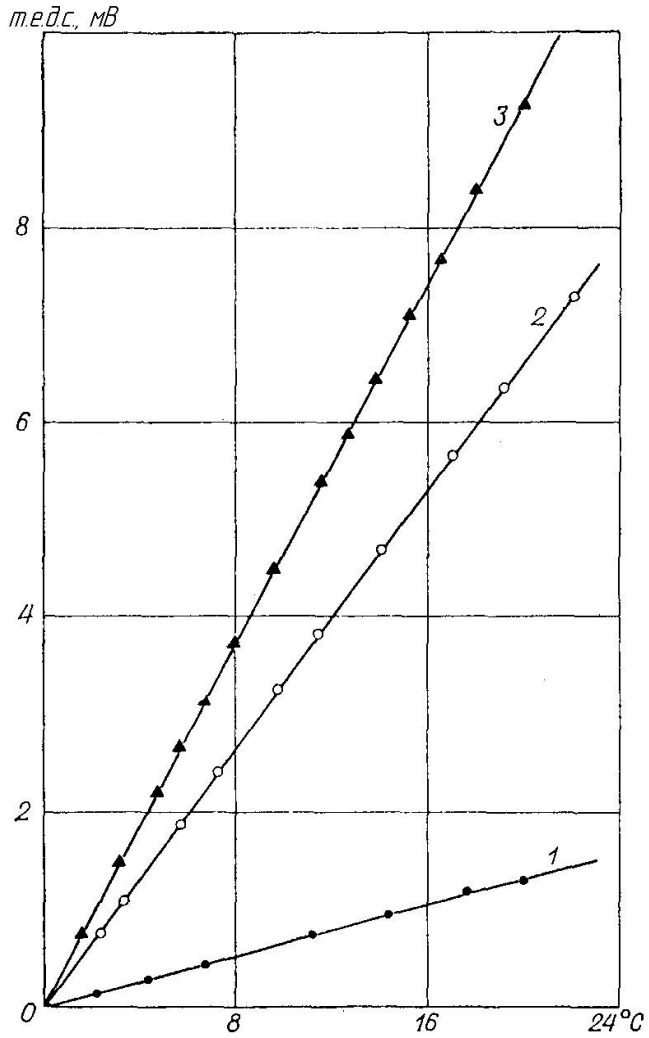

Рис. 6.10. Термоелектричні характеристики термопари і термобатарей при температурі оточуючого середовища 19^{0}С і проби 20,5 ^{0}С:
1-монотермопара; 2, 3-термобатарея з п’яти та семи термопар

Основною частиною приладу є вимірювальний елемент (рис. 6.11), який включає дві однакові судини з подвійними стінками – 5 і *9.* У судини поміщена диференціальна термобатарея *11.* Робочі спаї термобатареї *11* поміщені в реакційну судину *8,* холодні – в судину порівняння *9.* Робочі і холодні спаї термобатареї *11* розміщені на кінцях порожнистого циліндрового стрижня *6* і монолітного стрижня 7. Робочі і холодні спаї термопар батареї *11* на утримувачах *6* і 7 захищені із зовнішнього боку захисними трубками *12* і *15.* Термоелектроди термобатареї ізольовані один

від одного захисними трубками *13* і *14.* Перемішування нафтопродукту з гідридом кальцію здійснюється мішалкою *10* від мікроелектродвигуна *4.* Двигун *4* поміщений усередині вибухобезпечного корпусу *1* в прокладці *18.* Корпус 1 закривається кришкою *3* за допомогою гвинтів *2.* Мішалка *10* кріпиться до осі двигуна *4* за допомогою муфти *17* через сальник *16.* Утримувач 7 вставляється в пробку *5.* Термобатарея *1* приєднується до мікроамперміліволтметру *20.* Обидві реакційні судини поміщаються в теплоізоляційний корпус *19.*

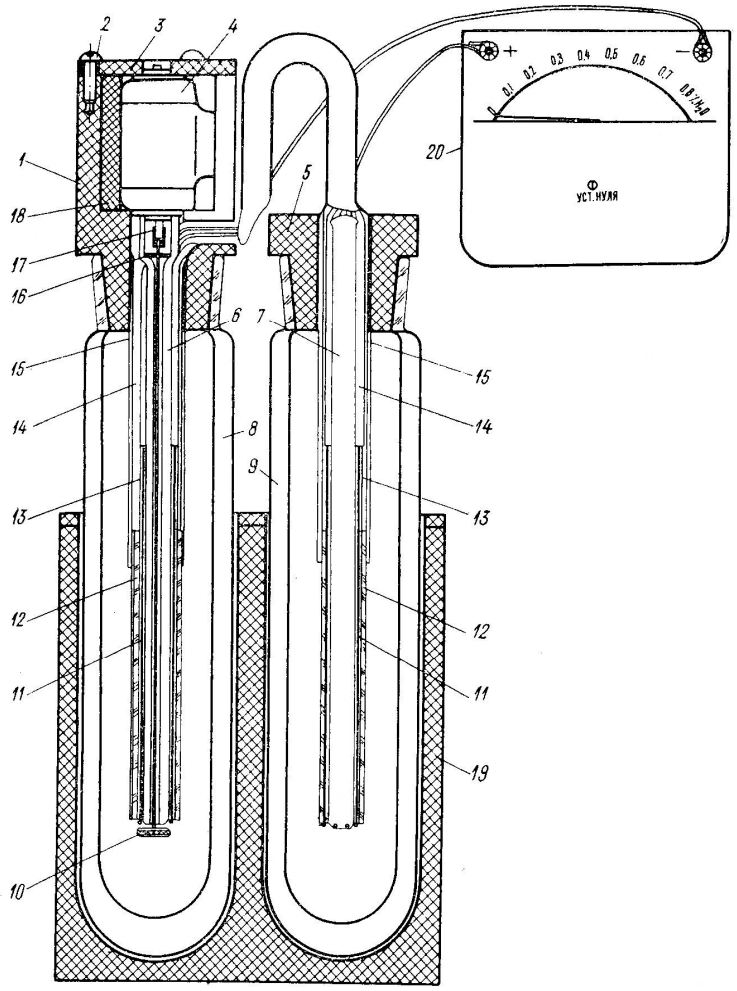

Рис. 6.11. Вимірювальний елемент приладу

Прилад портативний. У кришці приладу є джерела живлення і встановлений пульт управління. Передбачено невелике відділення

для зберігання гідриду кальцію і запасного приладдя (рис. 6.12). Для визначення води відкривають кришку приладу і ставлять теплоізоляційний корпус з реакційною судиною і судиною порівняння у вертикальне положення. Потім виймають термобатарею з судин *8* і *9* (рис. 6.11), поміщають в кожну судину по 50 мл нафтопродукту. У судину *8* вводять 1 г гідриду кальцію, потім в судини *8* і *9* вставляють диференціальну термобатарею і включають мішалку *10*. По гальванометру відзначають вміст води у визначуваному зразку. Шкалу гальванометра заздалегідь градуюють по еталонних зразках у відсотках змісту води (по масі). Час визначення 3…4 хв. У пропонованому пристрої отримують дійсний вміст води в нафтопродуктах без введення яких-небудь поправок.

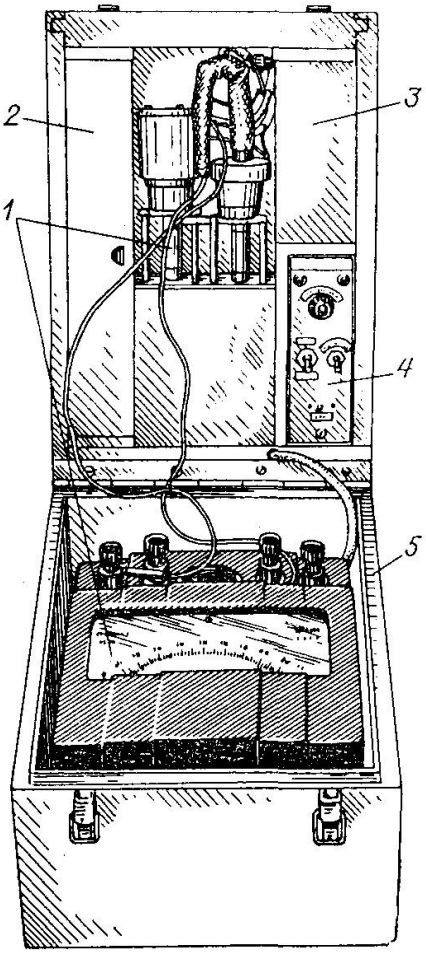

Рис. 6.12. Прилад для визначення води в нафтопродуктах:
1-вимірювальний елемент; 2-місце елементу живлення приладу; 3-місце для запасного приладдя; 4-панель керування; 5-корпус приладу

Чутливість приладу може бути істотно підвищена при використанні як температурні датчики терморезисторів, опір яких сильно залежить від температури. Термістори мають високий температурний коефіцієнт, що досягає 5% при 25°С, великий питомий опір, вони прості і зручні в експлуатації, мають малі розміри, доступні, що робить їх перспективними в прецизійній термометрії. З метою зменшення впливу зовнішніх дій термістори включають по мостовій схемі (рис. 6.13).

Відмітною особливістю приладу є використання як базового струму зсуву транзисторів (МП-16) балансного підсилювача струму, що живить вимірювальний міст. При розбалансі моста із струмом зсуву алгебраїчно складається струм розбалансу, що викликає збільшення струму зсуву одного тріода і зменшення струму зсуву іншого тріода. Завдяки цьому помітно змінюються струми колекторів і напруга на резисторах навантажень R6 і R7. Це приводить до різкої зміни струму, що проходить через індикатор *РА* – мікроамперметр М-24, на 100 мкА (рис. 6.13).

Для установки нуля використовується змінний резистор R*4.* Вимірювальний міст живиться стабілізованою напругою, що знімається з параметричного стабілізатора, який складений з діода VD*1* типу ДГЖ. включеного в прямому напрямі, і гасячого опору R*9.* Напруга живлення моста 0,52 В, що виключає нагрів термісторів. Термістори поміщені в термостатуючі футляри з фторопласту-4, в яких знаходяться пробірки з пробами. Реактор відрізняється від судини порівняння тільки скляною мішалкою. Чутливість приладу регулюється напругою живлення підсилювача, яке можна змінювати потенціометром R*8* в межах від 1 до 15 В. Напруга живлення моста при цьому залишається незмінною. Індикатор приладу за допомогою перемикача *П1* і додаткового резистора R*10* підключається як вольтметр для контролю напруги живлення підсилювача.

Для живлення приладу може бути використане будь-яке джерело з напругою 15 В, що забезпечує струм до 10 мА. Найбільш відповідним є джерело з двох акумуляторів типу 7Д-0,1 або двох батарей типу «Крона ВЦ», включених послідовно.

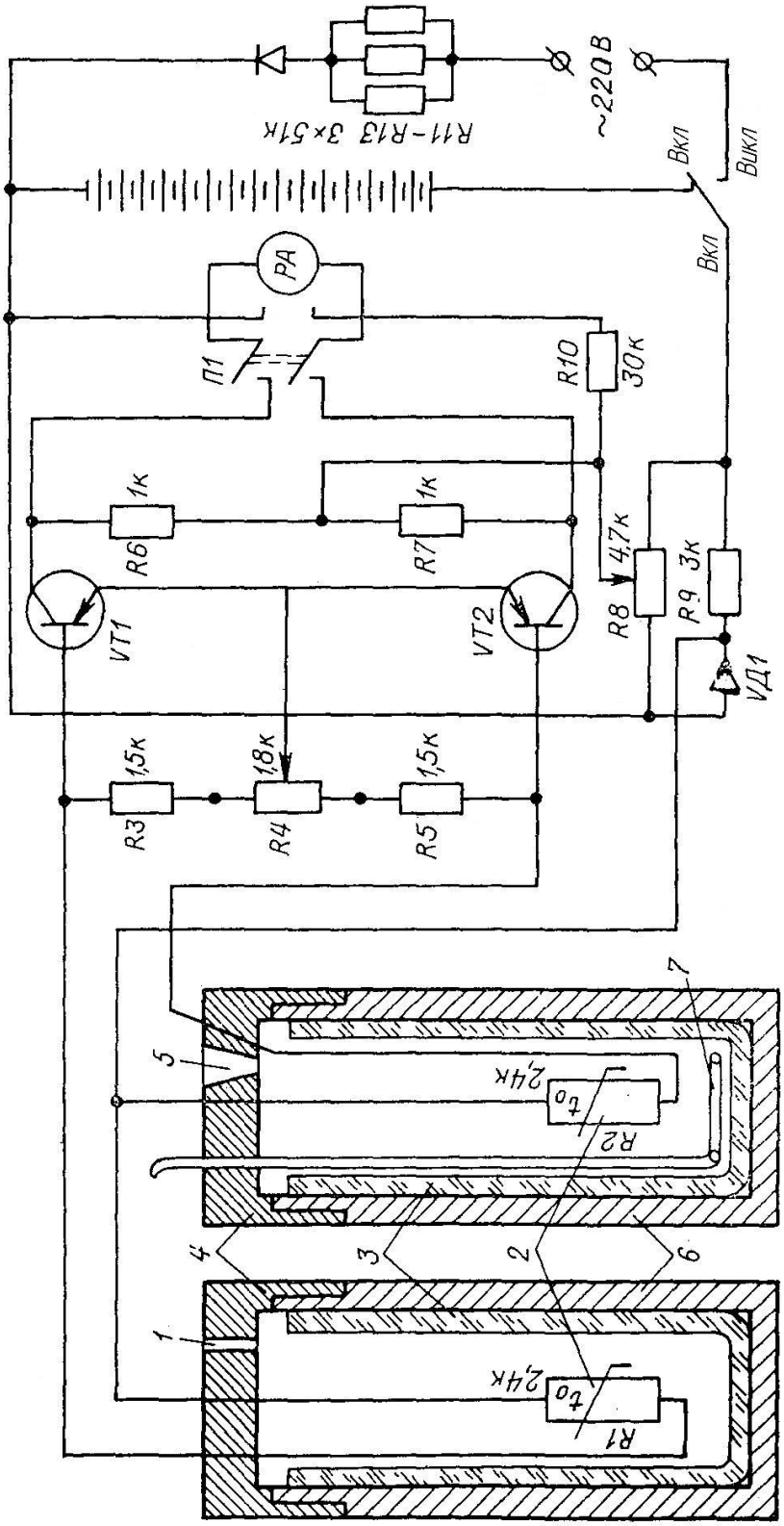

Рис. 6.13. Прилад з підсилювачем постійного струму:
1-дренаж; 2-термістори; 3-пробірки; 4-кришки футлярів з фторопласта;
5-завантажувальний отвір для гідриду кальцію і дренажу; 6-футляри з фторопласту; 7-скляна мішалка

Вміст води за допомогою приладу визначають таким чином. Перемикачем *Вк* включають прилад і встановлюють необхідну напругу живлення підсилювача. Потім перемикач *П1* переводять в ліве положення. Дві пробірки, в які налита проба, поміщають в термостатуючі футляри. Футляри закривають кришками з укріпленими в них термісторами. Встановлюють стрілку приладу на нуль і вводять в реактор наважку гідриду кальцію. Взаємодія відбувається при перемішуванні нафтопродукту в реакторі. Свідчення відлічують у момент найбільшого відхилення стрілки індикатора. Час визначення вмісту води 3…6 хв. Маса приладу 600 г, розміри – 80х100х200 мм.

Для визначення малих кількостей води розроблений портативний прилад. Для зменшення часу нестабільності параметрів термісторів застосовувався змінний струм. Переклад схеми на вимірювання змінного струму дозволияє порівняно легко вирішити завдання посилення слабких сигналів, що видаються мостовою схемою, за допомогою підсилювача змінного струму (рис. 6.14).

Напруга мостової схеми, в яку включені термістори, подається з генератора, зібраного по схемі несиметричного мультивібратора на напівпровідникових тріодах з різною провідністю. Генератор живиться постійною напругою 2 В, стабілізованою параметричним стабілізатором. Останній зібраний з гасячого опору R*4* і чотирьох германієвих діодів ДГЖ, включених послідовно в прямому напрямі, що дозволило звести до мінімуму зміну напруги, що живить мультивібратор. Напруга змінного струму, що подається з мультивібратора на мостову вимірювальну схему, складає 1 В. Напруга на кожному термісторі не перевищує 0,5 В, тому вони практично не нагріваються.

У генераторі передбачена можливість зміни частоти генерації шляхом перемикання зарядних ємностей $C1''$ і $C1'''$ перемикачем П*1.* Це дозволяє використовувати прилад також як кондуктометр або вимірник ємності.

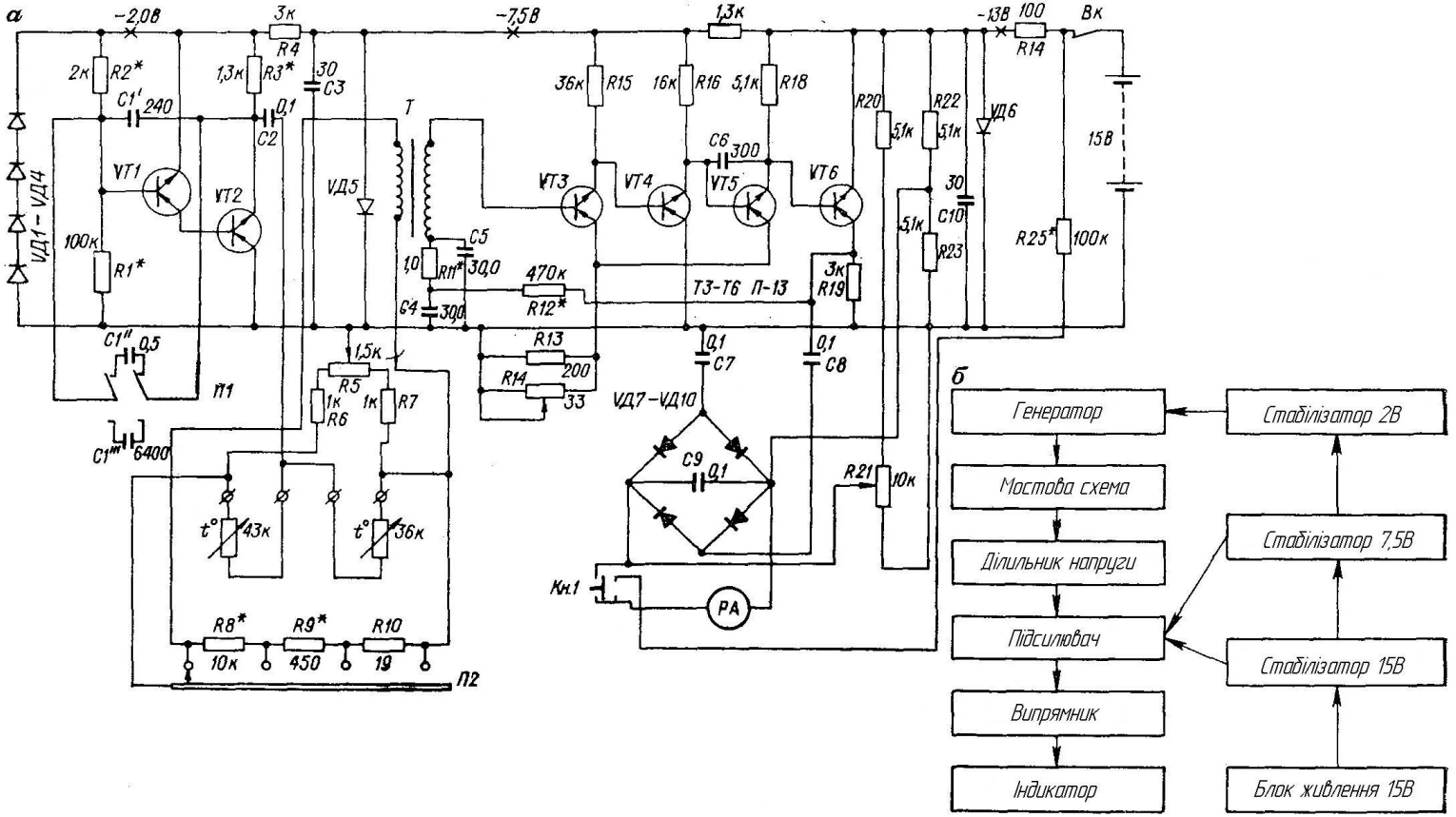

Рис. 6.14. Принципова (а) і блок-схема (б) приладу для визначення вмісту води. Зірочкою помічені опори, що підбираються при налагодженні

Мостова схема складається з термісторів, включених в її плечі, постійних опорів R*6* і R*7,* балансного опору R*5,* який одночасно є частиною плечей мостової схеми. Сигнал, що з'являється при розбалансі схеми, з діагоналі моста подається на дільнику напруги (опори R*8, R9, R10)* через перемикач *П1.* Із-за індуктивного характеру навантаження (первинна обмотка трансформатора *Т)* дільник забезпечує вибрану кратність ділення напруги сигналу тільки при певній частоті. При зміні частоти перемикачем *П1* кратність ділення напруги порушується. З дільника напруги сигнал поступає на підсилюючий розподільний трансформатор *Т* з тороїдальним сердечником, коефіцієнт трансформації якого близько 6.

Як підсилювач сигналу в приладі використовується транзисторний підсилювач з безпосереднім зв'язком. Напруги на колекторах транзисторів V*Т3* і V*Т4* в цій схемі рівні напрузі база-емітер подальших транзисторів. Напруги між базами і колекторами транзисторів V*Т3* і V*Т4* приблизно дорівнюють нулю і мало залежать від температури. Це забезпечує високу температурну стабільність підсилювача. Введення в схему негативного зворотного зв'язку по постійному струму (ланцюг *С5, R11, R12, С4)* значно стабілізує режим всього підсилювача. Конденсатор *С4* усуває паралельний зворотний зв'язок по змінному струму, який знижує коефіцієнт посилення підсилювача і його вхідний опір. Для додаткової стабілізації характеристик підсилювача і підвищення його вхідного опору передбачена можливість введення негативного зворотного зв'язку по струму включенням в схему резисторів зворотного зв'язку R*13, R14.*

Не дивлячись на простоту, підсилювач має високі якісні показники: коефіцієнт посилення по напрузі 50…8000 (залежно від опорів R*13, R14),* робочий діапазон температур від – 15 до 50°С, стабільність коефіцієнте посилення в робочому діапазоні температур не гірше 2*%,* рівень шумів не більше 5 мкВ. В порівнянні з підсилювачем, виконаним по звичайній схемі, підсилювач з безпосереднім зв'язком має удвічі менше резисторів і

втричі менше електролітичних конденсаторів при приблизно рівних якісних показниках. Глибокий зворотний негативний зв'язок по постійному струму забезпечує високу температурну та стабільність підсилювача, а мала напруга між базами і колекторами транзисторів перших його каскадів — низький рівень шумів. Підсилювач легко налагоджується, для цього досить підібрати опір двох резисторів R11 і R*12* так, щоб постійна напруга між колектором і емітером транзистора V*T6* була рівна половині напруги, що подається на колектор цього транзистора. При цьому автоматично встановлюється оптимальний режим роботи підсилювача і його вдається налагодити вольтметром постійного струму або логометром.

Кінцевий каскад підсилювача виконаний по схемі емітерного повторювача для узгодження високого вихідного опору підсилювача з низькоомним навантаженням. Навантаженням підсилювача є мостова випрямна схема Гретца, складена з діодів Д311, в діагональ якої включений мікроамперметр (100 мкА). Для компенсації початкового струму на випрямний міст подається постійна напруга з дільників, утворених резисторами R*20, R21, R22, R23.* За допомогою змінного опору R*21* встановлюється нуль мікроамперметра. Вибрана схема компенсації початкового струму дозволяє проводити випрямляння посиленого сигналу на лінійній ділянці характеристики діодів Д311, завдяки чому шкала приладу лінійна.

Підсилювач стабілізований глибокими зворотними зв'язками по змінному *(С6)* і постійному струму, тому його параметри мало залежать від напруги джерела живлення. Для контролю цієї напруги використовують індикатор приладу, який за допомогою кнопки через опори R*23* і R*25* включається як вольтметр.

Для підвищення чутливості приладу сконструйований спеціальний датчик з фторопласту-4 (рис. 6.15).

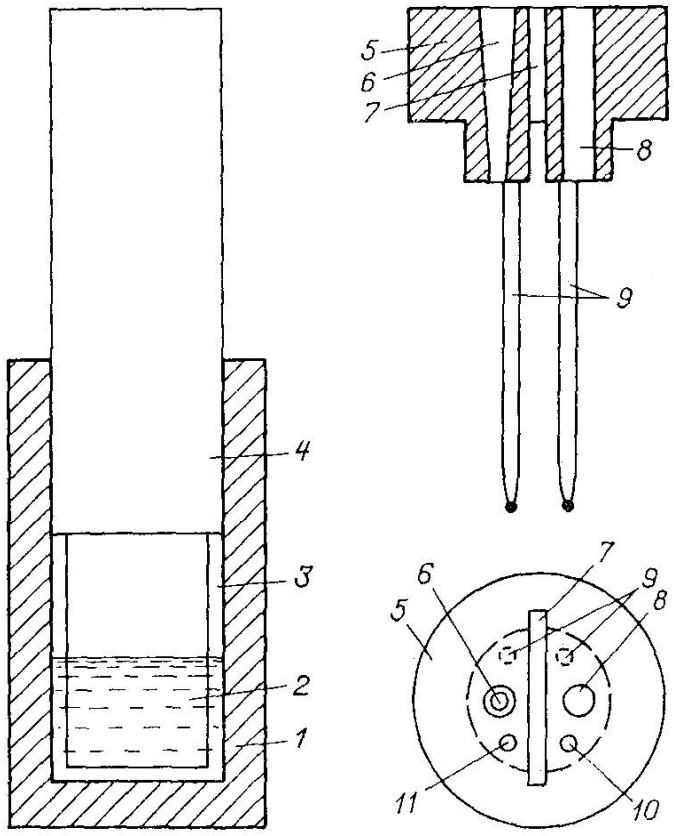

Рис. 6.15. Датчик приладу для визначення вмісту води:
1-корпус датчика; 2-проба; 3-паз; 4-пересувна перегородка; 5-корпус кришки датчика; 6-завантажувальний отвір і дренаж; 7-прорізь для пересувної перегородки; 8-отвір для термометра; 9-термістори; 10-дренаж; 11-отвір для мішалки

Датчик є циліндровий корпус, в який поміщають аналізований нафтопродукт. У центрі датчика уздовж осі рухається перегородка по пазу і в прорізі кришки датчика. Використання загальної камери виключає різниця температур між реактором і судиною порівняння, а рухома перегородка надійно ізолює ці порожнини один від одного.

Для зменшення перешкод від внесення гідриду кальцію з температурою, що відрізняється від температури нафтопродукту, необхідно використовувати тонкостінні ампули для наважки гідриду кальцію і вносити їх до датчика одночасно з нафтопродуктом. У момент визначення ампула руйнується мішалкою або

спеціальною шпилькою, укріпленою на рухомій перегородці. Застосування ампул має наступні переваги: вирішується проблема зберігання гідриду кальцію в польових умовах; можна користуватися точними навішуваннями цього реагенту; з'являється можливість використовувати високоенергетичні реагенти (наприклад, комплексні гідриди легких металів, п’ятиокис фосфору, зберігати які в польових умовах досить складно); підвищується техніка безпеки при роботі з високореакційними реагентами.

Вміст води за допомогою приладу визначають таким чином. Прилад включають, встановлюють необхідну частоту генерації і витримують для стабілізації 5…10 хв. Потім в датчик при піднятій перегородці заливають 5 мл проби з наважкою гідриду кальцію в ампулі. Резисторами R*5* і R*11* (рис. 6.14, а) встановлюють стрілку приладу на нуль. Потім всувають пересувну перегородку і одночасно роздавлюють ампулу з гідридом кальцію. Помічають максимальне відхилення стрілки індикатора. При великому вмісті води прилад зашкалює, тому проводять повторне визначення після зміни чутливості приладу. Заздалегідь балансують прилад на максимальній чутливості.

Електрохімічні (кулоно-, кондукто-, потенціометри, полярографічні) методи можуть бути успішно застосовані для визначення вмісту води. Найбільш поширені кулонометричні і менше кондуктометричні. Кулонометричні методи засновані на здатності чутливого до води реагенту утворюватися на електроді осередку, а також на вимірюванні продуктів реакції при електролізі. В цьому випадку масу води визначають по кількості струму, що пішов на електрохімічні процеси відповідно до закону Фарадея. Реально застосовують метод кулонометрії, заснований на взаємодії води з тонкою плівкою п’ятиокису фосфору. Механізм процесу полягає в електрохімічному розкладанні метафосфорної кислоти, що утворилася. При електролізі знову утворюється результатна п’ятиокис фосфору, тому хімічний і електрохімічний процеси протікають спільно і воду можна визначати безперервно з високою роздільною здатністю і чутливістю (до 0,001%). Ос-

новним недоліком методу є необхідність застосування для екстракції води заздалегідь осущеного інертного газу.

Конструктивне оформлення кулонометричних вологомірів різне. Як приклад на рис. 6.16 приведена принципова схема приладу фірми «Белл енд Хауелл» для безперервного визначення вмісту води в потоці реактивних палив. Вільна і розчинена вода визначаються диференційовано. Для цього потік розділяють на дві частини: одна прямує на електролітичний осередок, на якому визначається загальна кількість води, а друга проходить фільтр, що відокремлює вільну воду. Паливо, що містить лише розчинену воду, проходить другий електролітичний осередок. Різниця між сумарною і розчиненою водою автоматично фіксується. Воду екстрагують азотом.

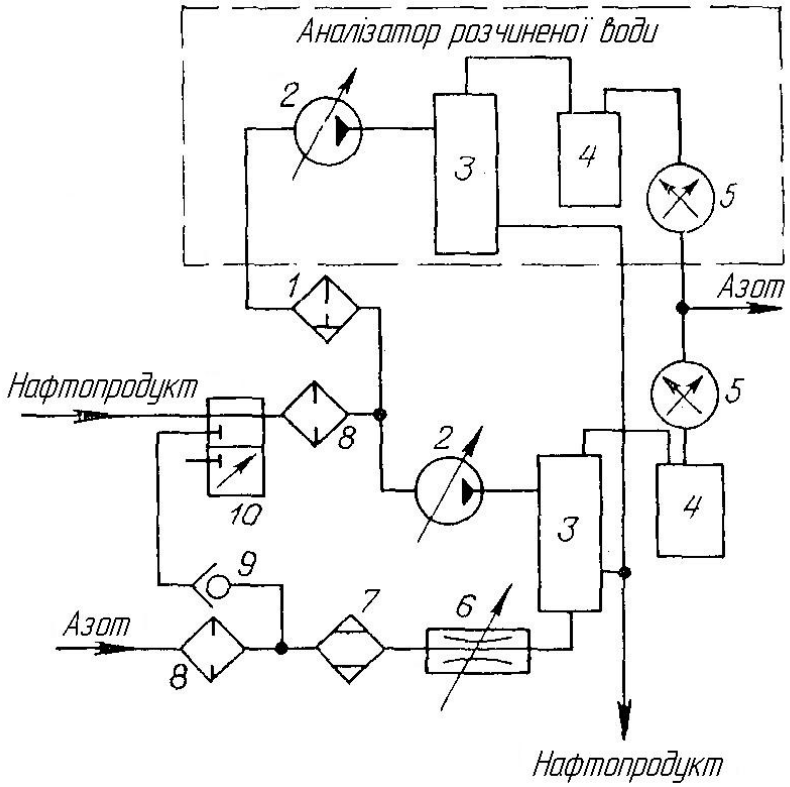

Рис. 6.16. Прилад для визначення води в нафтопродуктах кулонометричним методом:
1-фільтр-сепаратор; 2-насос; 3-відпарна колонка; 4-електрична комірка; 5-витратомір; 6-клапан; 7-осушник азоту; 8-фільтр; 9-запобіжний клапан; 10-кран для продувки

3.2.2. Фізичні методи

Фізичні методи, так само як і хімічні, ділять на якісні і кількісні. Кількісні методи засновані на різних ефектах поведінки води в нафтопродуктах при дії зовнішніх чинників. У термічному методі при нагріванні нафтопродукту до 130…150°С присутність води визначають по характерному потріскуванню. Для якісного визначення води використовують властивості деяких матеріалів змінювати геометричні розміри, люмінестирувати в ультрафіолеті у присутності води і ін.

Серед кількісних методів визначення води найбільш поширені граві- і діелькометричні. Вміст води можна визначити також по магнітній проникності, діелектричній напруженості, тангенсу кута діелектричних втрат, методами ИК-, КР-спектроскопії, нефелометрії, фотоколориметрії, хроматографії і ін. Найбільш прийнятний метод, заснований на вимірюванні діелектричної проникності.

Діелькометричні методи. Прилади для вимірювання діелектричної проникності рідких речовин в даний час широко відомі і по різному конструктивно оформлені. Серед багатообразних методів вимірювання діелектричної проникності найбільш поширений мостовий метод. Суть його полягає у вимірюванні розбалансу моста, що є функцією місткості датчика. Із зменшенням вимірюваної місткості частота живлячого генератора повинна бути збільшена. Напругу генератора балансують щодо землі. Високу точність можна отримати, якщо вимірювану місткість підключити паралельно конденсатору, зрівноважити міст з його допомогою, від'єднати вимірювану місткість і знову зрівноважити міст. Різниця свідчень конденсатора дає шукану місткість.

Діелектрична проникність досліджуваного нафтопродукту

$$\varepsilon = \left(C_1 - C_2\right)/C_0 \qquad (6.5)$$

де C_1 – ємність заповненого продуктом датчика;

C_2 – паразитна ємність;

C_0 – ємність порожнього датчика.

Простота визначення, малі габаритні розміри вимірювального пристрою дозволяють використовувати мостовий метод для швидкого визначення вмісту води в будь-яких нафтопродуктах. При розробці приладів необхідно, щоб датчик і вимірювальний пристрій забезпечували вимірювання діелектричної проникності в діапазоні від 2 до 10 одиниць, мали достатню чутливість, стабільність, портативність і високу надійність у різних експлуатаційних умовах. Прилади, що випускаються промисловістю, цим умовам відповідають не повністю. Вони вимагають періодичного калібрування еталонними рідинами. Їх розміри і маса великі, а надійність мала. Живлення від електромережі обмежує можливості використання в польових умовах.

Є. Т. Мазуром і Г. Ф. Большаковим розроблений прилад для вимірювання діелектричної проникності нафтопродуктів (рис. 6.17). У вимірювальний пристрій входять тактовий генератор, чекаючий мультивібратор, вимірювальний міст, еталонний блок порівняння, випрямляч-стабілізатор напруги, напівпровідниковий стабілізатор, фазоінвертори і реєструючий блок з полярністю, що змінюється. Напівпровідниковий стабілізатор напруги, фазоінвертори і реєструючий блок є стандартними.

В даний час використовуються безконтактні і контактні датчики. За основу розробленого датчика узята конструкція датчика ДП, що випускається промисловістю. Точність вимірювання діелектричної проникності підвищена унаслідок компенсації електричної місткості сполучних проводів спеціальним пристроєм (рис. 6.18). Перемішування продукту проводиться мішалкою від мікродвигуна. Мішалка виконана з неіржавіючої сталі, а привод двигуна здійснюється від батареї 3336Л. Частота обертання мішалки 680 об/хв. Датчик до вимірювального прист-рою приєднують спеціальним роз'ємним з'єднанням.

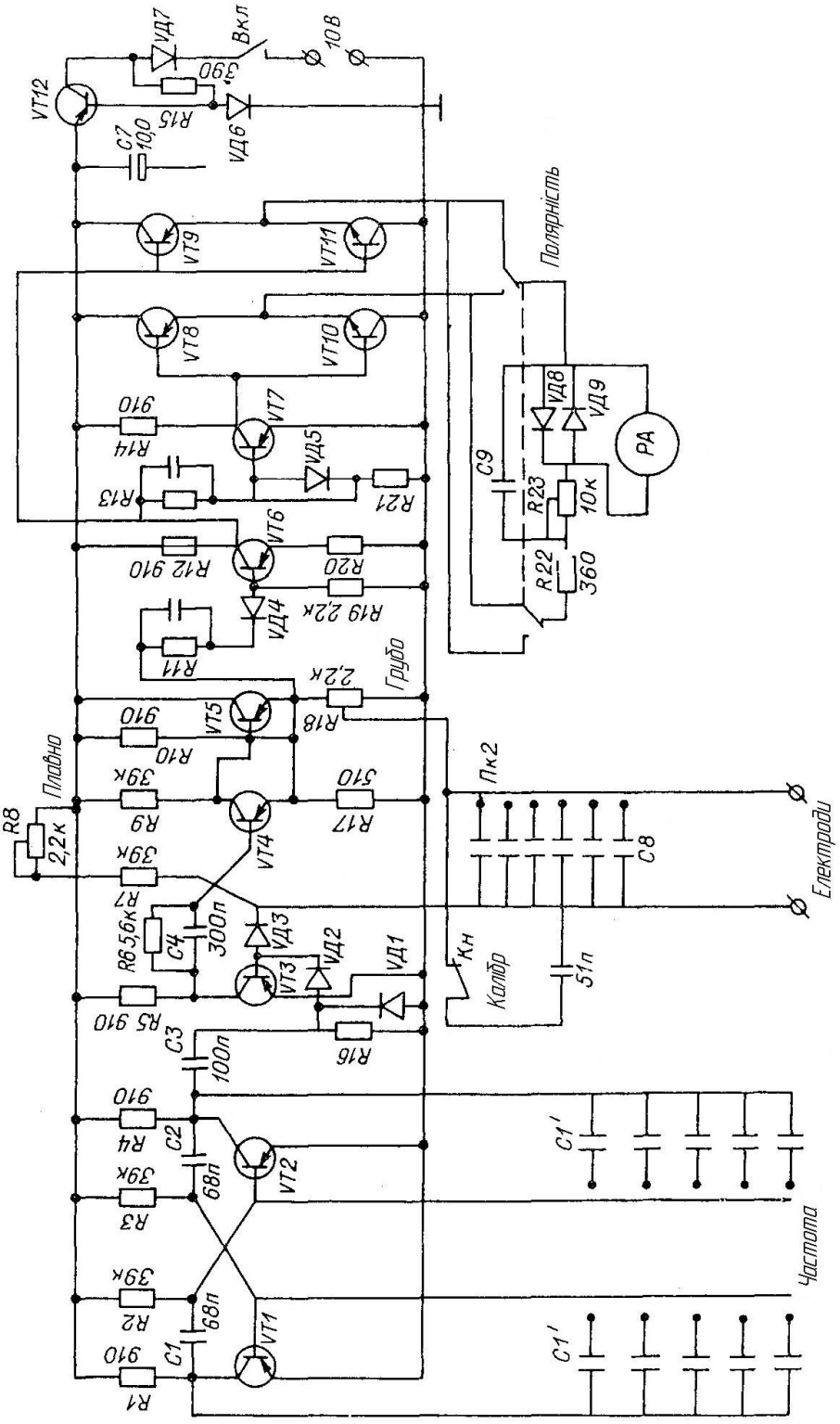

Рис. 6.17. Схема вимірювального пристрою для визначення води по діелектричній проникності

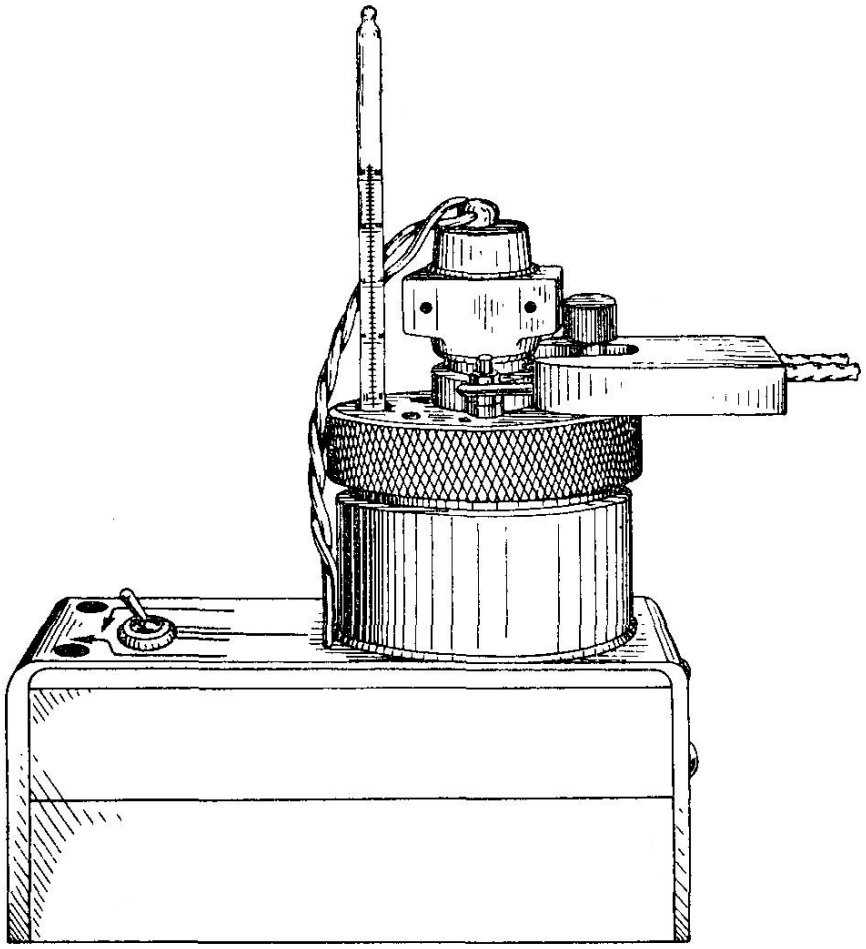

Рис. 6.18. Зовнішній вигляд датчика для визначення вмісту води по діелектричній проникності

Прилад випробуваний на речовинах з відомою діелектричною проникністю — C_7H_{16}, C_6H_6, CCl_4 і C_6H_5I. Випробуваннями встановлено, що прилад може бути використаний для вимірювання діелектричної проникності нафтопродуктів.

Суть визначення води полягає у вимірюванні діелектричної проникності вологого і сухого нафтопродукту і визначенні по цій різниці кількості води по наперед побудованому графіку або таблиці в залежності від температури. Таблицю або графік готують для кожного приладу і продукту. Обезводнення нафтопродукту слід проводити 3…4-кратним надлишком гідриду кальцію. Час визначення вмісту води складає не більше 6 хв.

У США застосовують установку «Мікроскан» фірми «Міллі-пор» для безперервного контролю вмісту води і механічних домішок в реактивних паливах. В установці використані датчики ємкісного типу. Датчиком установки (рис. 6.19) є проточний мікроконденсатор в коливальному контурі, що задає певну частоту транзисторному високочастотному генератору. До останнього приєднаний аналогічний коливальний контур, але з постійним конденсатором. Обидва контури мають близькі частоти. У присутності води або інших забруднень місткість конденсатора, а отже, і напруга в контурі навантаження змінюється. Таким чином, високочастотний сигнал контура навантаження амплітудно модулюється з частотою зміни місткості датчика.

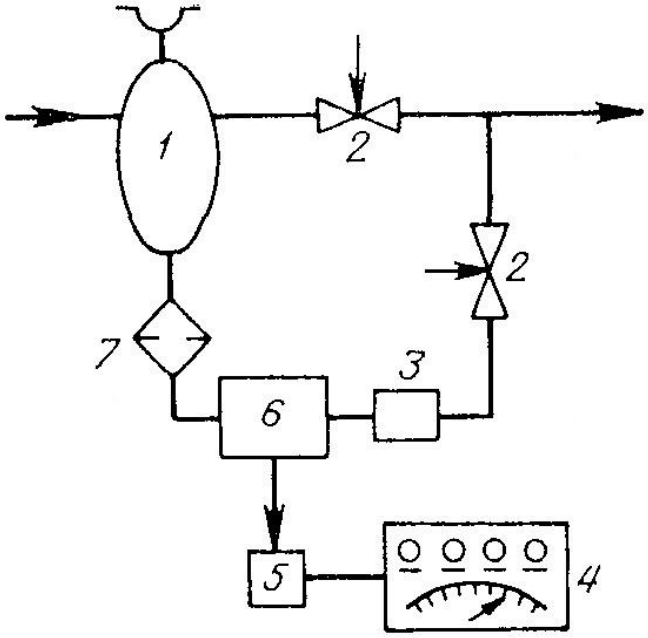

Рис. 6.19. Схема установки «Мікроскан»:
1-повітрявідокремлювач; 2-регулятор потоку; 3-реле подачі сигналу;
4-вимірювальний блок; 5-підсилювач; 6-ємкісний датчик; 7-фільтр

Оптичні методи. Оптичні методи можна успішно застосувати для визначення вмісту води. Поглинання групи ОН води спостерігається в області, близькою ИК-області спектру (3760…3600 $см^{-1}$), а також при 1630…1600 $см^{-1}$. Положення смуг поглинання води зміщується у бік менших частот при утворенні водневих зв'язків

з гетероорганічними з'єднаннями. Таким чином, характеристичне поглинання груп ОН води в її сумішах з вуглеводнями і реальними нафтопродуктами буде різним. Необхідно враховувати також поглинання груп ОН, що належать продуктам окислення вуглеводнів. У КР-спектрах характеристичне поглинання води лежить близько 3654…3600 $см^{-1}$ і характеризується сильною інтенсивністю. Кількість води по коливальних спектрах поглинання визначають за допомогою калібрувальних кривих або таблиць, що виражають залежність інтенсивності поглинання від концентрації води.

За кордоном використовуються диференціальні прилади, які по пристрою простіші ИК- і КР-спектрометрів. У цих приладах застосовують звичайні лампи розжарювання і простіше оптичне устаткування. Прилади дозволяють визначити вміст води в нафтопродуктах від 0 до 0,01%. У США використовується також прилад, за допомогою якого можна автоматично визначати вміст води в нафтопродуктах. Прилад включає джерело ИК-випромінювання, систему відбору проб, оптичний пристрій детекторної системи і рахунково-реєструючу апаратуру.

Серед оптичних методів визначення вмісту води досить широко застосовуються методи нефелометрії, засновані на порівнянні прозорості еталонної і досліджуваної рідини. За кордоном найбільш поширені працюючі на цьому принципі установки «Акваскан», за допомогою яких можна визначити вміст вільної води в потоці палива в межах 0…0,004% з точністю ±0,0005%. При вмісті води більше 0,0061% установка подає світловий сигнал, а блокуюча система перекриває подачу палива.

В процесі роботи установки (рис. 6.20) паливо проходить диспергатор, регулятор тиску, потім розділяється на два потоки, що проходять робочу і порівняльну камери. Перед еталонною камерою паливо нагрівається до температури, при якій вода повністю розчиняється. Фотоелементи включені по мостовій схемі і працюють від загального джерела світла. Кількість води визначають по «каламутності» палива в робочій камері.

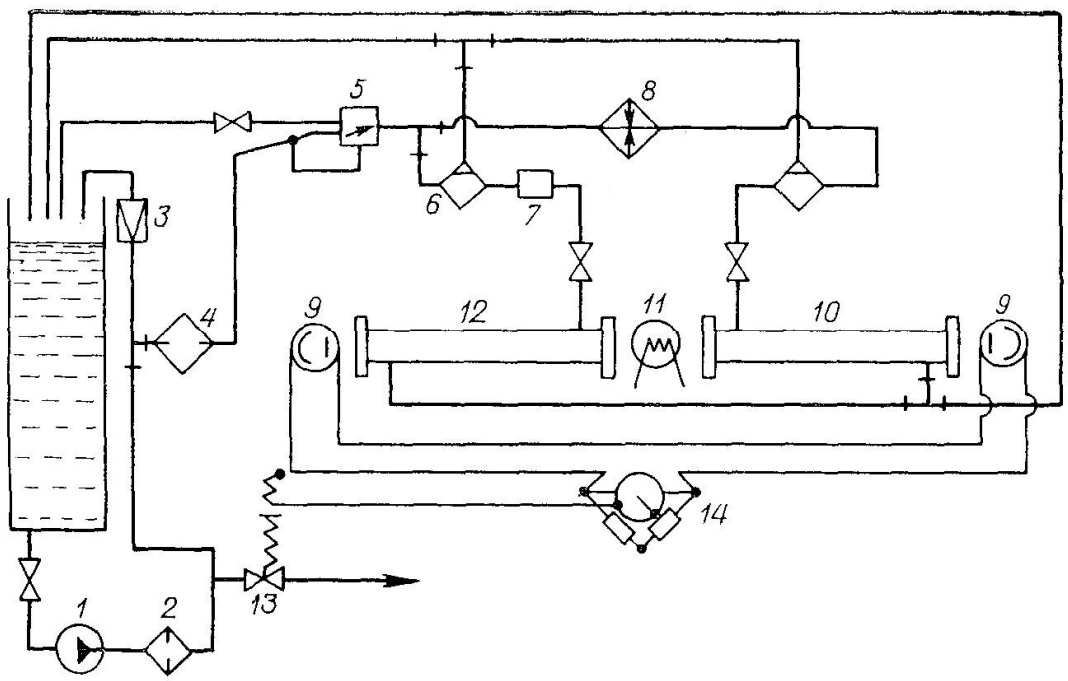

Рис. 6.20. Установка «Акваскан»:
1-насос; 2-фільтр; 3-редукційний клапан; 4-диспергатор; 5-регулятор тиску; 6-повітрявідокремлювач; 7-датчик вільної води; 8-підігрівач палива; 9-фотоелемент; 10-камера порівняння; 11-джерело світла; 12-робоча камера; 13-відсічний клапан; 14-вимірювальний блок

Оптичні методи можуть бути використані також для визначення вмісту води по її взаємодії з хімічними реагентами з ефектами фарбування.

3.3. Визначення наявності водорозчинних кислот та лугів

Аналіз бензину на вміст водорозчинних кислот і лугів можна проводити, користуючись обладнанням польової лабораторії ПЛ-2М.

При цьому виконують наступні операції. Пробу зразка бензину збовтують протягом трьох хвилин, за допомогою мірного циліндра відміряють 10 мл досліджуваного зразка і переливають цю порцію у ділильну лійку 1 (рис. 6.21). Далі відміряють 10 мл дистильованої води і переливають її у ту саму ділильну лійку.

Вміст ділильної лійки перемішують збовтуванням впродовж п'яти хвилин, періодично відкриваючи скляну пробку для видалення утворених газів. Лійку встановлюють у штатив і витримують її до повного відстоювання водного шару у нижній частині лійки. Після відстоювання водяну витяжку зливають у дві пробірки. В одну із пробірок додають дві краплі розчину метилоранжу з колби 6 (0,2 г на 1000 мл дистильованої води), а в другу – дві-три краплі розчину фенолфталеїну з колби 7 (1г на 100 мл 96% етилового спирту). Вміст обох пробірок добре збовтують.

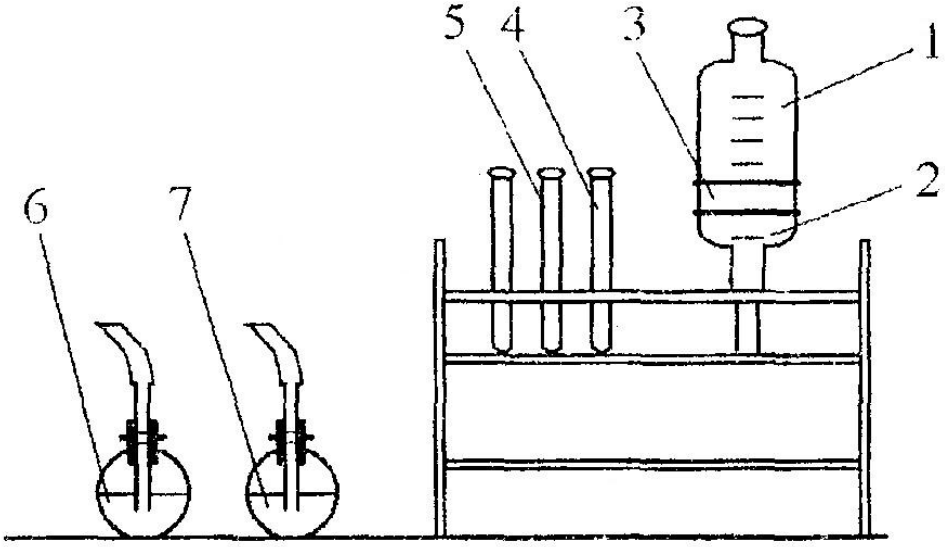

Рис. 6.21. Обладнання для визначення водорозчинних кислот і лугів:
1-ділильна лійка, 2-вода, 3-паливо, 4 і 5-пробірки, 6 і 7-колби з індикаторами

Порівнюючи одержані кольори суміші пробірок з даними табл. 6.5 можна зробити висновок щодо наявності або відсутності у досліджуваному зразку бензину водорозчинних кислот і лугів.

Таблиця 6.5

Порівняння сумішей

Середовище	Метилоранж	Фенолфталеїн
Лужне	Жовтий	Малиновий
Нейтральне	Оранжевий	Безколірний
Кисле	Червоний	-

Вважається, що бензин витримав випробування, якщо водяна витяжка буде нейтральною. Якщо в результаті випробування водяна витяжка буде кислою або лужною бензин бракується.

3.4. Визначення ненасичених вуглеводнів у рідких паливах

Палива для двигунів, які мають у своєму складі продукти термічного крекінгу або одноступінчастого каталітичного крекінгу, можуть мати значну кількість ненасичених вуглеводнів. Ці вуглеводні мають властивість під час транспортування і зберігання перетворюватися у смоли, завдяки окислювально-полімеризаційним процесам. Висока концентрація смол шкідливо впливає на роботу двигунів. У цьому зв'язку в умовах експлуатації виникає необхідність якісної оцінки здатності палив до утворення смол. Палива, які містять у собі ненасичені вуглеводні, не можуть знаходитися на тривалому зберіганні. Для визначення наявності в рідких паливах нестійких сполук, у пробірку наливають 4…5 мл досліджуваного палива, а потім додають таку ж кількість водного розчину марганцевокислого калію ($KMnO_4$).

Вміст пробірки перемішують і дають відстоятися. Якщо у паливі є ненасичені вуглеводні, то після перемішування фіолетово-рожевий колір водного шару переходить у бурий або у жовтий. Чим більше у паливі ненасичених вуглеводнів, тим швидше змінюється забарвлення водного шару. При відсутності у паливі ненасичених вуглеводнів колір водного шару не змінюється.

3.5. Визначення концентрації фактичних смол у паливах

Кількість фактичних смол можна визначити експрес-методом за величиною плями на годинниковому склі, яка залишається після згоряння палива.

Для визначення концентрації фактичних смол відфільтрований зразок бензину в кількості 1 мл наносять у центр сферичного годинникового скла (пробу дизельного палива розбавляють такою ж кількістю безколірного бензину, який не містить в собі смоли). Це скло розміщують на кільці з теплоізоляційною прокладкою, яке закріплене у штативі. Потім бензин підпалюють і дають йому змогу повністю згоріти. Після закінчення горіння скло охолоджують і розглядають залишок на ньому. Бензин, який містить смоли, після згоряння на склі залишає мало помітну невелику білу пляму (рис. 6.22, а). Паливо, яке містить значну кількість смол, після згоряння залишає на склі ряд кілець темно-жовтого або коричневого кольору (рис. 6.22, б).

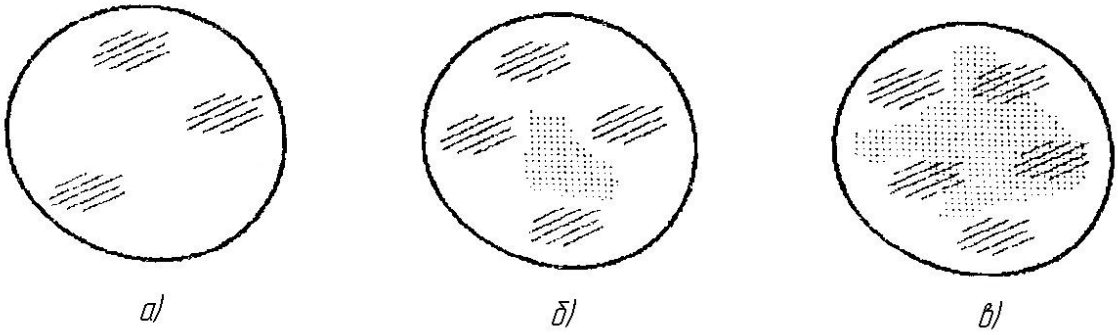

Рис. 6.22. Визначення вмісту фактичних смол у паливі

Чим більше смол у паливі, тим темніше і більше діаметр плями. Діаметр плями вимірюють у трьох напрямках і визначають середнє значення в мм. Величина діаметра кола, за яким приблизно визначають кількість смол (табл. 6.6), береться як середнє арифметичне значення не менше ніж з двох дослідів.

Таблиця 6.6

Вміст фактичвних смол у паливі

Діаметр плями, мм	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Вміст смол, мг/100 мл	4	11	20	32	43	56	70	85	102	120

3.6. Визначення фракційного складу бензину

Як було зазначено раніше, для характеристики фракційного складу бензину у нормативно-технічній документації вказані температура початку кипіння ($t_{ПК}$), температури, при яких переганяється 10, 50 і 90% ($t_{10\%}$, $t_{50\%}$, $t_{90\%}$) бензину, температура кінця його кипіння ($t_{КК}$), а також визначають об'єм залишку після перегонки і втрати. Всі ці показники у тій чи іншій мірі характеризують поведінку бензину у двигуні.

На рис. 6.23 показана крива розгонки бензину і вказані його основні фракції - пускова, робоча і кінцева.

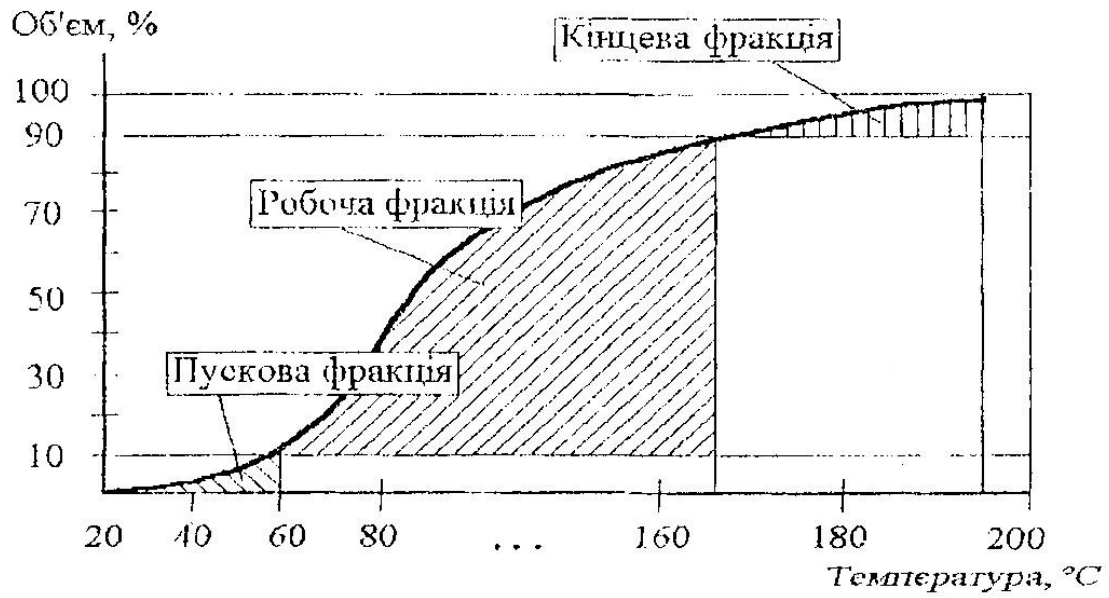

Рис. 6.23. Крива розгонки бензину

Пускова фракція складається з легкокиплячих вуглеводнів, які входять у перші 10% об'єму дистиляту ($t_{ПК}$…$t_{10\%}$). Робочу фракцію складають дистиляти від 10% до 90% об'єму, які википають у межах ($t_{10\%}$...$t_{90\%}$), і кінцеву фракцію - від 90% об'єму до кінця кипіння У відповідності з ГОСТ 2084-77 автомобільні бензини літнього виду повинні мати $t_{ПК}$ не менше 35°С, а $t_{10\%}$ не вище 70°С. Для зимових бензинів $t_{ПК}$ не нормується, $t_{10\%}$ повинна бути не вище 55°С.

Фракційний склад бензинів визначають (ГОСТ 2177-82) за допомогою спеціального приладу для перегонки нафтопродуктів ЛРН (рис. 6.24), який входить у склад польової лабораторії ПЛ-2М.

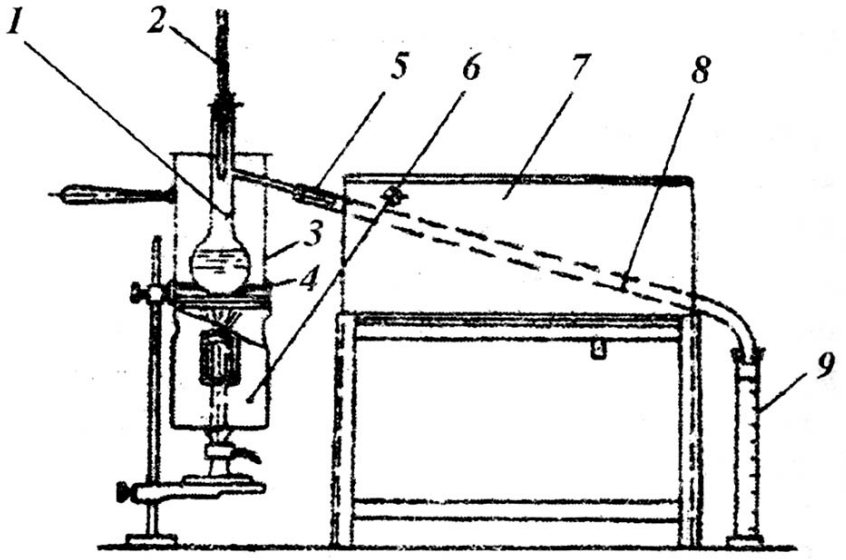

Рис. 6.24. Прилад для визначення фракційного складу палива:
1 – колба; 2 – термометр; 3 – верхній кожух; 4 – прокладка; 5 – відвідна трубка; 6 – нижній кожух; 7 – холодильник; 8 – трубка холодильника; 9 – приймальний мірний циліндр

Приймальним мірним циліндром 9 у колбу 1 заливають 100 мл досліджуваного зразка бензину. При цьому колбу тримають під нахилом, щоб бензин не потрапив у відвідну трубку 5 колби. Для забезпечення рівномірного кипіння і перемішування бензину у середину колби кладуть два-три шматочки пористої речовини (пемзи, шамоту та ін.).

У шийку колби вставляють на добре підігнаній пробці термометр 2 зі шкалою від 0° до 360°С так, щоб верхній кінець ртутної кульки термометра був на рівні нижнього кінця відвідної трубки 5 колби.

Колбу з бензином встановлюють точно вертикально на азбестову прокладку 4. Відвідну трубку 5 колби за допомогою коркової пробки з'єднують з трубкою холодильника 8. Місця з'єднання трубок заливають колодієм. Зверху колбу закривають верхнім кожухом 3. Під нижню частину трубки холодильника ста-

влять мірний циліндр 9 на 100 мл, яким відмірювалося паливо. Циліндр встановлюють так, щоб трубка холодильника входила в нього не нижче позначки 100 мл і не доторкувалась до його стінок. Під час перегонки бензину отвір циліндра закривають ватою або фільтрувальним папером. Для охолодження використовується проточна вода, яка подається у ємність ванни через нижній патрубок, а зливається через верхній. Температура води на зливі повинна бути не вище за 30°С. Колбу нагрівають на газовому або електричному нагрівачі таким чином, щоб перша крапля з кінця трубки холодильника впала не раніше, ніж через 5 хвилин і не пізніше, ніж через 10 хвилин після початку нагрівання.

Мірний циліндр підводять до кінця трубки холодильника так, щоб дистилят стікав по стінці циліндра. Температуру, при якій фіксують падіння першої краплі у мірний циліндр, вважають температурою початку кипіння бензину ($І_{пк}$). Швидкість розгонки повинна бути постійною, щоб за одну хвилину переганялося 4-5 мл бензину (20-25 крапель за 10 секунд).

Під час перегонки фіксують температуру через кожні 10 мл зібраного в циліндр продукту. Кінцем кипіння вважають температуру, при якій википає 97,5 мл бензину. У цей час в шийці колби з'являється біла пара, а температура різко падає. Кількість об'єму дистиляту, що залишився у мірному циліндрі, фіксують через 5 хвилин після припинення нагрівання

Потім колбу відокремлюють від холодильника, знімають з неї термометр і через горловину (а не відвідну трубку) виливають залишок бензину у мірний циліндр об'ємом 10 мл. Кількість залишку визначається з точністю до 0,1 мл після охолодження його разом з циліндром до температури 20±3°С. Втрати визначаються як різниця між 100% і сумою відсотків зібраного конденсату і залишку.

3.7. Визначення густини нафтопродуктів

Густину нафтопродуктів у виробничих умовах визначають за допомогою нафтоденсиметрів (рис. 6.25). Нафтоденсиметр являє собою скляний пустотілий корпус, у нижній частині якого знаходиться баласт і вмонтований термометр, а зверху тонка трубка зі шкалою густини.

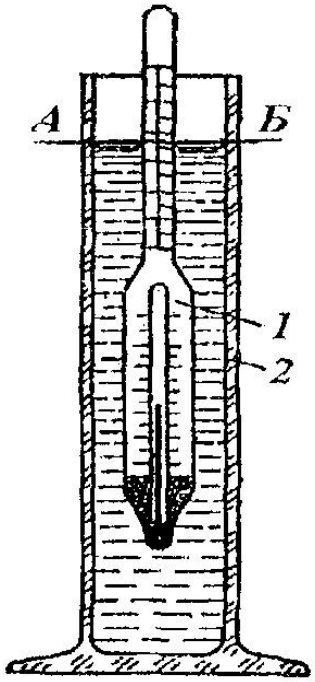

Рис. 6.25. Прилад для визначення густини нафтопродуктів:
1-нафтоденсиметр; 2-скляний циліндр

Для визначення густини скляний циліндр 2 заповнюють зразком досліджуваного нафтопродукту, температура якого може відхилятися від температури навколишнього середовища на ±5°С. Далі чистий і сухий нафтоденсиметр повільно і обережно занурюють у циліндр з нафтопродуктом, тримаючи його за верхній кінець. Для запобігання пошкодження нафтоденсиметра його опускають до дна циліндра або до занурення усієї шкали, а потім забирають руку. Після припинення коливань нафтоденсиметра фіксують значення густини по верхньому краю меніска. При цьому око спостерігача повинно знаходитися на рівні

меніска (рис. 6.25, лінія АБ), а нафтоденсиметр не повинен торкатися стінок циліндра. Одночасно з відліком густини визначають температуру нафтопродукту за допомогою термометра, який знаходиться у нижній частині нафтоденсиметра.

Стандартами передбачено визначати густину нафтопродуктів при 20°С. У тих випадках, коли температура визначення густини відрізняється від 20°С, одержане значення густини при t°С приводять до стандартної ρ_{20} за формулою

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma(t - 20), \qquad (6.6)$$

де ρ_t - густина нафтопродукту при температурі дослідження, кН/м^3;

γ - температурна поправка густини, кН/м^3, яка знаходиться за табл. 6.7.

Таблиця 6.7

Значення температурних поправок до густини нафтопродуктів

Густина, кН/м^3	Температурна поправка	Густина, кН/м^3	Температурна поправка
1	2	3	4
7,0…7,099	0,897	8,5…8,599	0,699
7,1…7,199	0,884	8,6…8,699	0,686
7,2…7,299	0,870	8,7…8,799	0,673
7,3…7,399	0,857	8,8…8,899	0,660
7,4…7,499	0,844	8,9…8,999	0,647
7,5…7,599	0,831	9,0…9,099	0,633
7,6…7,699	0,818	9,1…9,199	0,620
7,7…7,799	0,805	9,2…9,299	0,607
7,8…7,899	0,792	9,3…9,399	0,594
7,9…7,999	0,778	9,4…9,499	0,581
8,0…8,099	0,765	9,5…9,599	0,567
8,1…8,199	0,752	9,6…9,699	0,554
8,2…8,299	0,736	9,7…9,799	0,541
8,3…8,399	0,752	9,8…9,899	0,528
8,4…8,499	0,712	9,9…9,999	0,515

Можливості нафтоденсиметрів обмежені вузьким діапазоном вимірювання густини. Тому при визначенні густини надто густих нафтопродуктів і при відсутності відповідного нафтоденсиметра можливе використання нафтоденсиметру з меншим діапазоном вимірювання. Для цього готують суміш нафтопродукту і розчинника (бензин, керосин та ін.) з визначеним співвідношенням за об'ємом (наприклад, 1:2). Густина розчинника повинна бути попередньо визначена. Отриману суміш ретельно перемішують і визначають її густину, а потім перераховують густину в'язкої рідини за формулою

$$\rho = 3\rho_1 - 2\rho_2, \qquad (6.7)$$

де ρ - густина в'язкої рідини;
ρ_1 - густина суміші;
ρ_2 - густина розчинника.

3.8. Визначення коефіцієнту фільтрівності дизельного палива

Коефіцієнт фільтрівності є показником прокачувальної здатності, який характеризує ступінь чистоти дизельного палива. Коефіцієнт фільтрівності дизельного палива оцінюють згідно з ГОСТ 19006-73 за допомогою спеціального приладу (рис. 6.26).

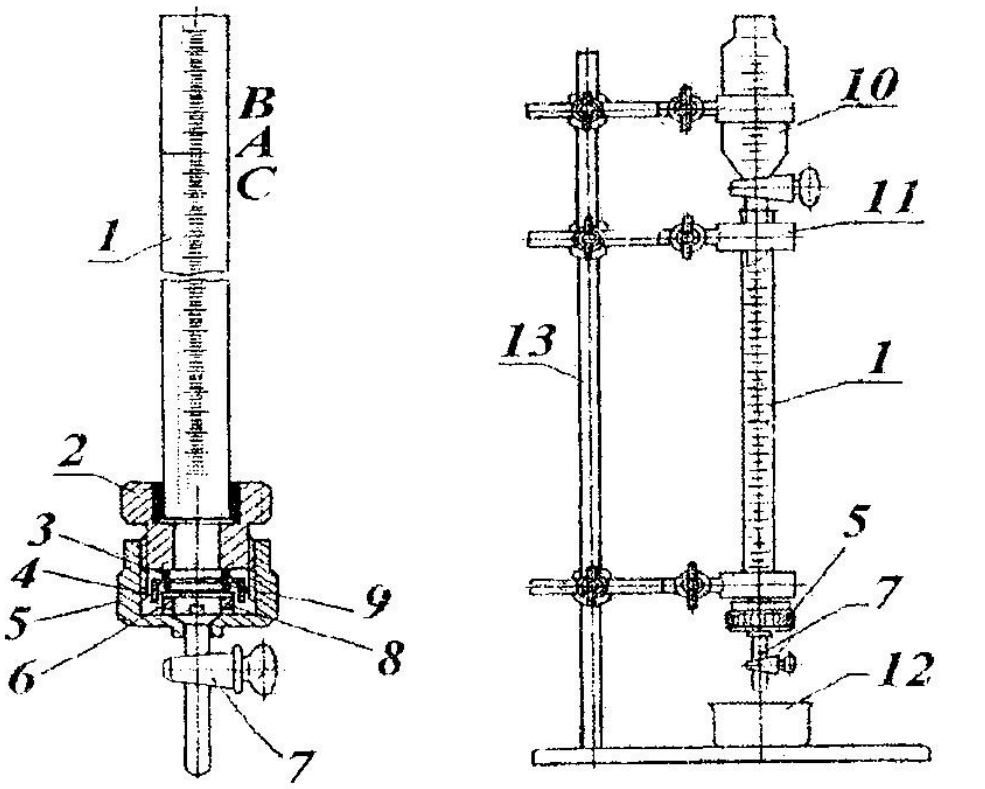

Рис. 6.26. Прилад для визначення коефіцієнта фільтрівності:
а - прилад; б - загальний вигляд приладу;
1-скляна відградуйована трубка; 2-металева оправа; 3 і 9-гумові прокладки;
4-оправа фільтра; 5-корпус, 6-фільтр; 7-скляний кран; 8-сідло фільтра;
10-скляна ділильна лійка; 11-затискач для кріплення приладу; 12-склянка;
13-штатив

Цей прилад має корпус 5, в якому встановлюється пристрій, що складається з оправи 4, фільтра 6, сідла фільтра 8 і двох гумових кілець (прокладок) 3 і 9. В металевій оправі 2 закріплена скляна відградуйована трубка 1 з краном 7 ємністю 50 мл, на якій нанесені позначки А, В, С. Ці позначки обмежують об'єми по 2 мл.

Перед випробуванням пробу дизельного палива об'ємом 250 мл ретельно перемішують протягом 2…3 хвилин та поміщають у чистий і сухий посуд. Скляну трубку і ділильну лійку 10 промивають дизельним паливом, яке призначене для досліду.

Далі в оправу фільтра 4 вставляють гумове кільце, паперовий фільтр (фільтрувальний папір БФДТ з тонкістю відсіву не більше 3 мкм і товщиною 0,33±0,03 мм діаметром 17 мм) та сідло фільтра. Фільтр кладуть більш світлою стороною на зустріч потоку палива, а сідло - насічками до верху. Складений таким чином прилад і ділильну лійку 10 встановлюють вертикально за допомогою затискачів 11 у штативі 13. Під приладом розташовують склянку 12 для збирання відфільтрованого дизельного палива. Перед дослідом паливо витримують у посуді 15 хвилин. Визначення коефіцієнта фільтрівності здійснюють при температурі навколишнього середовища. Після складання приладу крани 7 перекривають і в лійку 10 наливають 50 мл ретельно перемішаного палива і далі заповнюють ним скляну трубку 1 приладу до верхньої позначки В. Для запобігання утворенню у приладі бульбашок повітря паливо з лійки слід зливати по стінці трубки. Далі ділильну лійку знову заповнюють паливом до позначки 50 мл. Після 2 хвилин утримання палива у приладі відкривають кран 7 скляної трубки, одночасно включають секундомір і виміряють час витікання 2 мл палива від верхньої позначки скляної трубки В до середньої А. Продовжуючи фільтрування, у скляну трубку 1 ділильної лійки 10 заливають 5 мл палива (заливати слід не пізніше того моменту, коли рівень дизельного палива досягне нижньої позначки С).

При досягненні рівня верхньої позначки В знову вимірюють час витікання 2 мл дизельного палива від позначки В до позначки А. Для визначення коефіцієнта фільтрівності треба виконати 10 аналогічних вимірювань.

Таким чином, при визначенні коефіцієнта фільтрівності оцінюють зміну пропускної здатності фільтра при послідовному проходженні через нього 47 мм палива. Фільтрацію оцінюють часом фільтрування перших двох мілілітрів палива з кожних 5 мл.

Коефіцієнт фільтрівності палива К є співвідношення часу фільтрації у хвилинах кожних наступних 2 мл палива до часу

фільтрації перших 2 мл. Коефіцієнт фільтрівності палива першого заміру дорівнює одиниці.

Остаточним результатом визначення коефіцієнта фільтрівності К дизельного палива вважають відношення часу витікання останньої (десятої) порції τ_{10} до часу витікання першої порції τ_1

$$K = \frac{\tau_{10}}{\tau_1} . \qquad (6.8)$$

Згідно з ГОСТ 305-82 на дизельне паливо коефіцієнт фільтрівності повинен бути не більше 3.

3.9. Визначення температури застигання дизельного палива

Про можливість експлуатації дизелів у холодну пору року роблять висновок за низькотемпературними властивостями палива, що в них використовується. Під низькотемпературними властивостями розуміють здатність палива забезпечувати працездатність системи паливоподачі при мінусових температурах.

На відміну від бензинів до складу дизельних палив може входити велика кількість вуглеводнів з високою температурою плавлення. До їхнього числа, в першу чергу, відносять парафінові вуглеводні нормальної будови. При зниженні температури найбільш тугоплавкі вуглеводні випадають з палива у осад у вигляді кристалів різної форми. При цьому паливо мутніє. Поступово, при подальшому охолодженні кількість твердої фази зростає, кристали ростуть. Окремі кристали, зростаючись між собою, утворюють каркас, який пронизує увесь об'єм палива і здатний скувати рухомість основної частини вуглеводнів, які знаходяться у рідкому стані. При певній температурі вифор-мувана структура настільки зміцнюється, що паливо втрачає рухомість.

Температура повної нерухомості палива носить назву температури застигання.

Для забезпечення безперебійної роботи системи паливоподачі дизельні палива повинні мати температуру застигання на

10…15°С нижче мінімально можливої температури навколишнього середовища в експлуатації.

Згідно з ГОСТ 305-82 на дизельні палива температура застигання літніх палив становить -10°С, зимових -35°С і -45°С, арктичних -55°С.

Для визначення температури застигання дизельного палива (ГОСТ 20287-74) використовують спеціальний прилад (рис. 6.27).

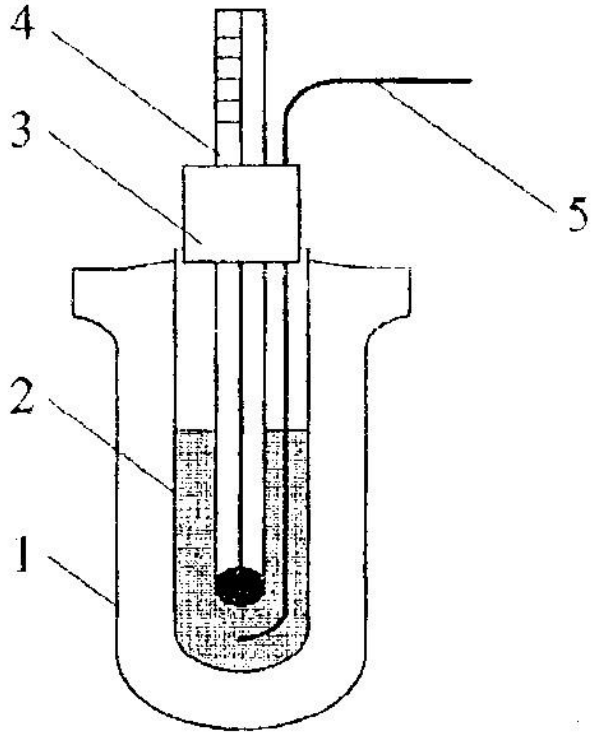

Рис. 6.27. Прилад для визначення температури застигання дизельного палива:
1-пробірка-муфта, 2-пробірка, 3-пробка, 4-термометр, 5-мішалка

У пробірку 2 з внутрішнім діаметром 20 мм наливають зневоднений зразок палива до позначки, не допускаючи при цьому його розтікання по стінках. Пробірку закривають пробкою 3 із вставленим в неї термометром 4. Термометр занурюють так, щоб ртутна кулька знаходилася всередині нафтопродукту. Потім цю пробірку ставлять у водяну баню з температурою 80…100°С. Після нагрівання нафтопродукту до 50°С пробірку виймають із

водяної бані, насухо протирають і закріпляють за допомогою коркової пробки у пробірці муфти 1.

Прилад закріплюють на штативі у вертикальному положенні і занурюють його у посудину з охолоджуючою сумішшю. Як охолоджуючу суміш використовують: воду та лід для отримання температури вище 0°С; суміш кухонної солі та подрібнений лід для утворення температури від 0 до -20°С; суміш етилового спирту з вуглекислотою для утворення температури нижче -20°С.

Нафтопродукт при охолодженні перемішують мішалкою 5. По мірі зниження температури періодично виймають прилад із посудини і, нахиляючи його під кутом 45° від вертикального положення, спостерігають за положенням меніска. При відхиленні меніска пробірку виймають із муфти, знову нагрівають до 50°С і проводять нове визначення температури застигання, охолоджуючи паливо до температури на 4°С нижче за попередню. В подальшому, повторюючи такий спосіб випробування, фіксують температуру, при якій меніск не буде рухатися впродовж однієї хвилини.

За температуру застигання приймають температуру, при якій меніск буде нерухомим, а при підвищенні на 2°С знову стане рухомим.

3.10. Визначення корозійної агресивності дизельного палива

Корозійна агресивність дизельних палив залежить від наявності в них водорозчинних кислот та лугів, органічних кислот і сірчистих сполук. Присутність водорозчинних кислот та лугів виявляють за реакцією водяної витяжки. Вміст органічних кислот обмежується показником - кислотність.

Суттєвий вплив на корозійну агресивність дизельних палив має вміст (та вид) сірчистих сполук (сірководень, елементна сірка, меркаптани). Зі збільшенням концентрації загальної сірки підвищується корозійна агресивність дизельних палив. Дизельні палива з сумарним вмістом сірки не більше 0,2% не викликають ускладнень у роботі двигуна. Однак при переробці сірчистих

нафт таку норму витримувати технологічно важко і дорого, тому відповідно до ГОСТ 305-82 випускають палива двох видів: 1 - з концентрацією сірки до 0,2%, 2 - з концентрацією сірки від 0,2 до 0,5%. Відповідно до ДСТУ 3868-99 дизельні палива виробляють чотирьох видів: I - з масовою часткою сірки до 0,05%; II - до 0,10%; III - до 0,2%; IV - до 0,5%.

При згорянні сірчистих палив у циліндрах двигунів утворюється сірчана і сірчиста кислоти. Утворенню цих кислот сприяє зниження теплового режиму роботи дизельного двигуна. Оскільки пуск та прогрівання двигуна, як правило, відбувається при недостатньо високому тепловому стані двигунів, то для зниження корозії необхідно прагнути до зниження часу пуску і прогрівання. На всіх робочих режимах слід підтримувати тепловий стан двигуна на оптимальному рівні.

Згідно з ГОСТ 6321-69 передбачено визначати корозійну агресивність палива випробуванням на мідну пластинку. Цей вид випробування дає змогу отримати якісну оцінку дизельного палива на присутність активних сірчистих сполук або вільної сірки.

Для аналізу палива використовують пластинки з чистої електротехнічної міді розміром 40х10х2 мм, які перед випробуванням шліфують наждачним папером №00, промивають спиртом та ефіром, висушують на фільтрованому папері.

Потім дизельне паливо, яке досліджують, наливають у пробірку діаметром 15…20 мм, висотою 150 мм до половини її висоти і щипцями або пінцетом опускають в нього мідну пластинку. Пробірку закривають кірковою пробкою і занурюють у водяну баню. Температура води в бані повинна бути 50°С, а рівень води вище рівня дизельного палива в пробірці. Так пробірку витримують впродовж трьох годин. Потім мідні пластинки виймають і промивають у ацетоні або спиртобензольній суміші. Кожен зразок палива піддають двом паралельним аналізам. Якщо після досліду мідна пластинка хоча б у одній з паралельних проб покрилася чорним, темно-коричневим, сірим нальотом або плямами, вважається, що паливо не витримало випробування на мідну пластинку.

3.11. Визначення кінематичної в’язкості масел

У ГОСТ та технічних умовах на моторні, трансмісійні, гідравлічні та інші масла вказується їх кінематична в’язкість.

В'язкість є одним з важливих експлуатаційних показників якості масла. Від в'язкості у значній мірі залежить надійність проникнення масла у зазори між поверхнями тертя, утворення достатньої міцності змащувальної плівки при терті, легкість запуску двигуна і робота шестеренних передач при низьких температурах, механічні витрати та питомі витрати палива, інтенсивність спрацювання тертьових поверхонь.

Робочі температури масел у механізмах та агрегатах різного призначення відрізняються між собою. За робочу температуру моторних масел прийнято значення +100°С; Максимальна температура масел у трансмісіях більшості машин близька до +100°С. Кінематичну в'язкість при цій температурі включають у маркування всіх моторних та трансмісійних масел. Для гідравлічних та індустріальних масел вказують в'язкість при температурі +40°С.

Кінематична в’язкість визначається за допомогою віскозиметра Пінкевича та польового віскозиметра (рис. 6.28).

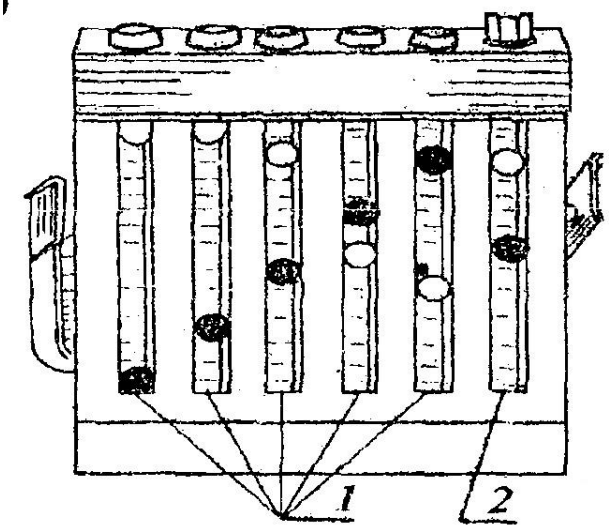

Рис. 6.28. Схема польового віскозиметра:
1-пробірки з еталонними маслами; 2-пробірка з дослідними маслом

Віскозиметри випускають з діаметром від 0,5 до 2,5 мм. До кожного приладу додається паспорт, де вказаний номер віскозиметра та постійна величина С, яка залежить від діаметру капіляра.

Заповнений віскозиметр за допомогою штатива закріплюють у склянці 6 з термостатуючою рідиною (рис. 6.29), забезпечуючи вертикальне положення і слідуючи, щоб позначка M_2 була нижче рівня рідини.

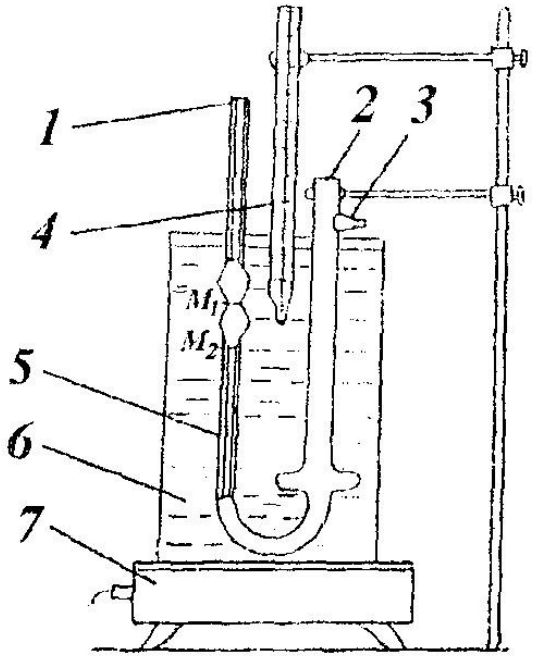

Рис. 6.29. Прилад для визначення кінематичної в’язкості:
1-вузька трубка; 2-широка трубка; 3-відвідна трубка; 4-термометр; 5-капілярна трубка; 6-склянка з термостатуючою рідиною; 7-електропідігрівач

Як термостатуючу рідину використовують гліцерин або світле малов'язке масло.

Віскозиметри у роботі являють собою дуже крихкі прилади. Тому при роботі з ними необхідно проявляти максимум обережності, зокрема тримати та закріпляти їх слід тільки за одне коліно. Частіше за все руйнування віскозиметра відбувається при надіванні та зніманні гумової трубки. Через це під час цієї опе-

рації необхідно тримати їх за те коліно, на яке надівається або з якого знімається гумова трубка.

Усередину склянки з термостатуючою рідиною поміщають термометр 4. Потім електропідігрівачем 7 встановлюють задану температуру термостатуючої рідини у стакані, утримуючи цю температуру 10…15 хвилин. За цей час масло перетече в широку частину віскозиметра і його температура буде відповідати температурі рідини у склянці.

За допомогою груші обережно засмоктують масло у вузьке коліно, щоб рівень її був дещо вище позначки між кульовими ємностями (позначка M_1).

Потім слідкують за зниженням рівня масла. Коли рівень досягне позначки M_1 між ємностями, вмикають секундомір, який вимикають, коли масло досягне позначки M_2 - біля основи нижньої кульової ємності.

Вимірювання повторюють три рази. За його результатами визначають середньоарифметичне і підраховують кінематичну в'язкість масла (мм^2/с) за формулою

$$\nu_t = C \cdot \tau_{cp}, \qquad (6.9)$$

де C – постійна віскозиметра, мм^2/с;

τ_{cp} – середній час витікання масла при температурі вимірювання, с.

Визначення кінематичної в'язкості за допомогою польового віскозиметра ґрунтується на порівнянні швидкості занурювання металевої кульки в досліджуване масло з швидкістю занурення таких самих кульок у пробірках з еталонними маслами з відомою в'язкістю. У польовому віскозиметрі є п’ять пробірок 1 (рис. 6.27) з еталонними маслами, в язкість яких при 100°С складає 6, 10, 12, 16 і 22 мм^2/с. Шоста пробірка 2 порожня, на ній нанесені дві позначки.

Останню пробірку заповнюють досліджуваним маслом, занурюють в неї кульку і закривають гумовою пробкою, яка повинна входити в пробірку до верхньої позначки. Потім пробірку

встановлюють у вільне гніздо віскозиметра і загвинчують її пробкою. Розмір повітряної кульки у пробірці 2 повинен бути однаковим у порівнянні з розмірами повітряних кульок у інших пробірках з еталонними маслами. Віскозиметр витримують при температурі навколишнього середовища протягом 10 хвилин, щоб температура масла в усіх пробірках була однаковою. Встановлюють віскозиметр у вертикальне положення (пробки догори) і дають змогу усім кулькам опуститися на дно. Після чого віскозиметр різко перевертають на 180°. Кульки у всіх пробірках починають опускатися. Як тільки кулька у пробірці з досліджуваним маслом досягне позначки, нанесеної на оправу віскозиметра, його повертають на 90° навколо вертикальної осі. Дослід повторюють три рази.

В'язкість досліджуваного масла визначається порівнянням глибини занурювання кульок у дослідному та еталонному маслі.

3.12. Визначення температури спалаху масла у відкритому тиглі

Температура спалаху є мінімальною температурою масла (у стандартних умовах), при якій над її поверхнею утворюється пара, здатна спалахувати у повітрі від джерела займання, але швидкість появи пари недостатня для подальшого сталого горіння. Температура спалаху характеризує пожеженебезпечність масла і вказує на наявність у ньому легковипаровуючих фракцій, але не дає уяви про їхню кількість. Температуру спалаху визначають для контролю якості виготовлених масел на нафтопереробних заводах, а також для встановлення наявності у маслі палива, що потрапляє під час роботи двигуна в експлуатації.

Для визначення температури спалаху (ГОСТ 4333-48) використовують прилад Бренкена з відкритим тиглем. Цей прилад являє собою піщану баню 2 (тигель певного діаметра або металеву чашку з піском), в якій розміщено тигель 3 (рис. 6.30).

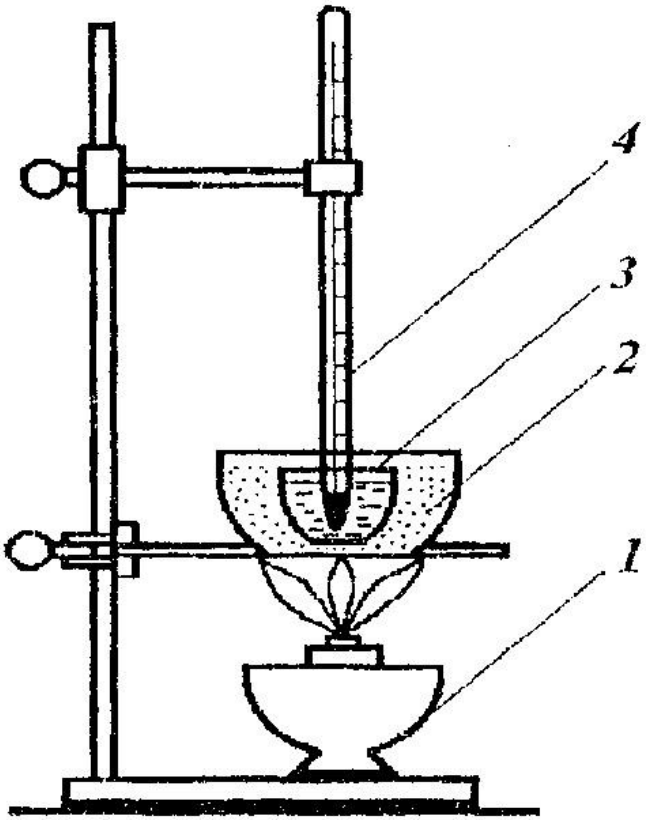

Рис. 6.30. Прилад Бренкена для визначення температури спалаху:
1-пальник; 2-піщана баня; 3-тигель, 4-термометр

В тигель 3 до рівня на 12 мм нижче його краю наливають зразок досліджуваного масла (рівень заповнення перевіряють за шаблоном). Потім тигель з маслом занурюють у піщану баню таким чином, щоб рівень піску і масла були на однаковій висоті. Всередину рівня масла занурюють термометр 4 з ціною поділки 1°С.

Для покращення видимості спалаху штатив з приладом встановлюють у такому місці, де відсутній помітний рух повітря, а світло дещо затемнене. Заповнений прилад огороджують щитом.

Баню 2 нагрівають, використовуючи пальник 1. До 130…140°С підігрівання можна вести інтенсивно, а потім швидкість нагрівання повинна бути не більшою 2…3°С за хвилину. Приблизно за 10…15°С до очікуваної температури спалаху,

коли над поверхнею масла з'являється легка пара, пробують, чи немає спалаху, підводячи полум'я запалювального приладу (запальної лампи, запальної скалки) до краю тигля на відстані 10…14 мм від поверхні масла протягом 2…3 с. Довжина полум'я повинна бути 3…4 мм. Наявність спалаху перевіряють через кожні 2°С підвищення температури, до появи перебігаючого та швидкого зникаючого синього полум'я. Зазначають найменшу температуру, при якій виявлено перший спалах. Дослід проводять двічі. Допустима розбіжність між паралельними вимірюваннями не більше 2°С. За результат випробування приймають виміряну температуру спалаху з урахуванням поправки на стандартний барометричний тиск. Підвищення або зниження тиску на 1 мм. рт. ст. викликає відповідні зміни температури спалаху на 0,0345°С. Тому для більш точного визначення температури спалаху слід вносити поправку на тиск. Поправку на барометричний тиск знаходять за формулою

$$\Delta t = 0{,}0345 \cdot (760 - P_0), \qquad (6.10)$$

де P_0 – атмосферний тиск під час досліду, мм. рт. ст.

3.13. Визначення температури краплепадіння пластичних мастил

Мінімальна температура, за якої відбувається падіння першої краплі розплавленого мастила під час його нагрівання із заданою швидкістю в спеціальному приладі, називається температурою краплепадіння. Цей стандартний показник є одним із критеріїв переходу пластичних мастил у плинний стан при підвищенні температури.

Температура краплепадіння дозволяє встановити, при якій температурі мастило розплавляється в рідину, втрачаючи свої змащувальні властивості.

Мастило з низькою температурою краплепадіння не буде утримуватися в механізмі і його доведеться часто поповнювати,

а мастило з надмірно високою температурою краплепадіння викличе посилене нагрівання деталей, що труться.

Залежно від температури краплепадіння мастила поділяють на низько-, середньо- та тугоплавкі. Для деяких мастил температура краплепадіння є оціночним показником верхньої температурної межі їхньої працездатності.

Температуру краплепадіння визначають згідно з ГОСТ 6793-74, використовуючи спеціальний прилад (рис. 6.31).

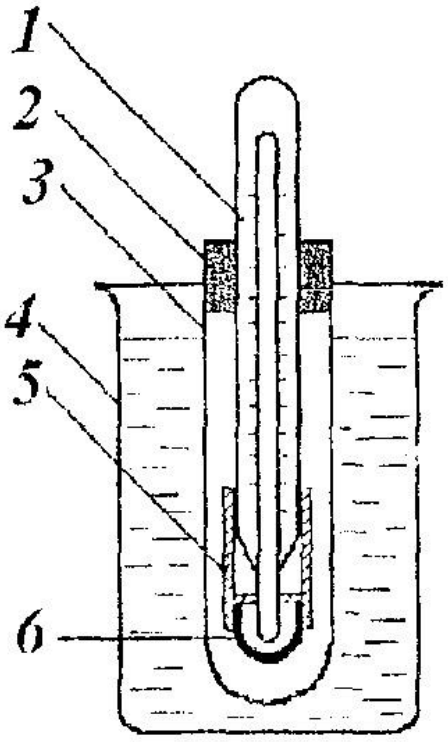

Рис. 6.31. Прилад для визначення температури краплепадіння:
1 – термометр, 2 – пробка, 3 – пробірка, 4 – склянка з термостатуючою рідиною, 5 – металева гільза, 6 – скляна чашка

Прилад складається з термометра 1 з мініатюрною ртутною кулькою. У нижній частині термометра закріплена металева гільза 5, в яку вставляється скляна чашечка 6 з каліброваним отвором на дні. Термометр закріплюється за допомогою пробки 2 у стандартній пробірці 3. Пробірка закріплюється на штативі і

встановлюється у склянку 4 з термостатуючою рідиною (вода або гліцерин).

При визначенні температури краплепадіння досліджуване мастило заносять шпателем у чашечку приладу, слідкуючи за тим, щоб разом з мастилом до чашки не потрапили пухирці повітря. Потім чашечку з мастилом встановлюють у металеву гільзу до упору і шпателем знімають видавлене ртутною кулькою мастило. На дно сухої чистої пробірки кладуть білий папір і вставляють у пробірку термометр таким чином, щоб нижній край чашечки знаходився на відстані 25 мм від паперу.

Пробірку з термометром поміщають у термостатуючу рідину. Гліцерин як термостатуючу рідину використовують для мастил, що мають температуру краплепадіння вище за 60°С. Термостатуюча рідина нагрівається зі швидкістю приблизно 1^0 за хвилину. Рідину у склянці періодично перемішують спеціальною мішалкою.

Температура, при якій в процесі нагрівання падає з чашечки перша крапля випробовуваного мастила, називається температурою краплепадіння. Якщо мастило не утворює краплі, а витягується з чашечки у вигляді циліндра, то за температуру краплепадіння приймають таку, при якій стовпчик мастила, що виходить з чашки, торкнеться дна пробірки. Результат визначення округляють до цілих одиниць.

За отриманими даними оцінюють працездатність пластичного мастила при підвищених температурах.

3.14. Визначення колоїдної стабільності пластичного мастила

Пластичні мастила за своїм складом є багатокомпонентними речовинами. Вони являють собою колоїдні системи, що складаються з масляної основи (дисперсійне середовище) і твердого загусника (дисперсна фаза).

Для більшості мастил на частку дисперсійного середовища - рідкого масла - приходиться від 70 до 90% маси мастила. Вміст загусника у пластичних мастилах, звичайно, становить 10…30%.

У мастилах спеціального призначення (ущільнювальних, різьбових, для ресор і т.д.) застосовують наповнювачі, які, на відміну від присадок в маслах і в мастилах, є нерозчинними (графіт, дисульфід молібдену).

Істотна зміна властивостей мастила при зберіганні і експлуатації може статися внаслідок випаровування з його складу частини масла і довільного видалення її внаслідок недостатньо високої колоїдної стабільності. Обидва ці процеси приводять до підвищення концентрації загусника у мастилах, порушення їхньої однорідності, зниження пластичності.

Таким чином, під колоїдною стабільністю розуміють стійкість пластичного мастила проти незворотного руйнування. Колоїдна стабільність визначається здатністю мастила зберігати дисперсну структуру під дією механічних навантажень. Колоїдна стабільність мастила залежить від температури.

Порушення колоїдної стабільності визначається величиною синерезису (відділення рідини від колоїдної системи). З фізичної точки зору явище синерезису можна пояснити так. Між волокнами загусника діють сили взаємного притягання, що прагнуть їх зблизити, скоротити об'єм елементарного структурного осередку, який займається маслом, а отже, витіснити масло в навколишнє середовище. Коли пластичне мастило не навантажене зовнішніми силами, вказаний ефект зумовлює довільне виділення масла із мастила. При навантаженні пластичних мастил зовнішніми силами вони інтенсифікують стиснення елементарних осередків - виділення масла посилюється. У граничному випадку пластичне мастило може перетворюватися у грудки загусника, який плаває у маслі. Колоїдна стабільність зростає зі збільшенням кількості загусника в мастилі і падає зі зниженням в'язкості мінерального масла.

Визначення колоїдної стабільності проводять на приладі КСА (рис. 6.32) при заданих навантаженнях, часі і температурі (ГОСТ 7142-74).

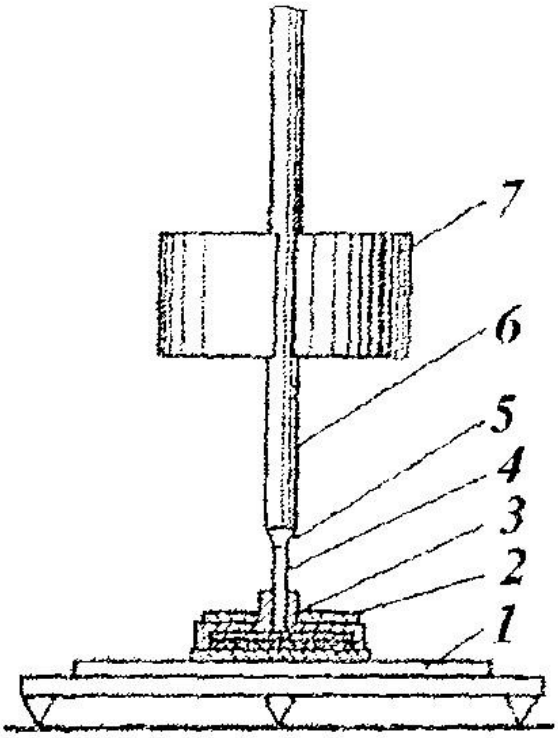

Рис. 6.32. Прилад КСА для визначення колоїдної стабільності:
1-штатив з кронштейном, 2-шайба сталева, 3-чашка, 4-поршень, 5-кулька металева, 6-шток, 7-вантаж

Прилад КСА складається з штатива з кронштейном 1, штока 6 з двома виїмками для закріплення вантажу 7, металевої кульки 5 діаметром 8 мм для передачі тиску, чашки 3 для мастила, в яку вставлений поршень 4. Металева кулька служить для передачі тиску на хвостовик поршня. Чашка має втулку для виведення хвостовика поршня. У поршні на хвостовику знаходиться лунка для запобігання створенню вакууму над поршнем.

Чашку з поршнем зважують на аналітичних терезах, потім в неї вмазують шпателем досліджуване мастило, не допускаючи утворення пухирців повітря, зважують з похибкою не більше за 0,0002 г і визначають масу мастила, взятого на випробування.

Один беззольний паперовий фільтр промащують маслом, віджимають між іншими беззольними паперовими фільтрами і зважують з похибкою не більше за 0,0002г.

На стілець штатива приладу встановлюють баню зі склянкою, на дні якої поміщають скло, 7…10 беззольних паперових фільтрів, чашку з мастилом і промащений маслом беззольний паперовий фільтр. Склянку закривають кришкою і 30 хвилин витримують при температурі 20±5°С.

На мастило у чашку кладуть промащений маслом бездольний паперовий фільтр так, щоб між фільтром і мастилом не було пухирців повітря, і ставлять чашку на кілька шарів паперових фільтрів, покладених на скло. Чашку з мастилом зверху притискують стальною шайбою, щоб уникнути виділення мастила за краї чашки на фільтр під час випробовування.

У лунку хвостовика поршня встановлюють кульку 5. Натисканням пускової кнопки звільняють шток і опускають його до зіткнення з кулькою. На шток закріплюють вантаж, натискають пускову кнопку, закріплюють її скобою і відмічають час початку випробування. Через 30 хвилин вантаж знімають і зважують чашку з мастилом і фільтром з похибкою не більше за 0,0002 г.

Таким чином, суть методу полягає у визначенні кількості масла, відпресованого з мастила на приладі КСА.

РОЗДІЛ 7

Відновлення якості нафтопродуктів

1. *Відстоювання.*
2. *Центрифугування.*
3. *Фільтрація.*
4. *Змішування та добавлення недостатніх матеріалів.*
5. *Фізико-хімічні методи.*

1. ВІДСТОЮВАННЯ

1.1. Характеристика відстоювання
1.2. Відновлення якості нафтопродуктів відстоюванням
1.3. Основні методи збільшення швидкості відстоювання

Зміна якості палив і масел найчастіше відбувається при змішуванні, обводненні і забрудненні їх механічними домішками. Нафтопродукти, що відрізняються за якісними показниками від норм стандартів більше величини допустимих відхилень, не можуть застосовуватися в техніці, тому їх потрібно поправляти. Якість палив і масел відновлюється за такими показниками: фракційний склад, октанове (цетанове) число, вміст сірки і смол, в'язкість, кислотність, вміст присадок, коксівність, вміст води і механічних домішок.

Найчастіше зустрічаються випадки обводнення нафтопродуктів або забруднення їх механічними домішками. Найбільш доступний і простий метод збезводнювання палив і масел — це відстоювання. Цим методом можна видалити із ПММ більшу частину механічних домішок і води. Відстоювання застосовують як самостійний процес відновлення якості ПММ і як попередній перед фільтруванням.

Бензин відстоюють при звичайній температурі, а дизельне паливо для прискорення збезводнювання попередньо підігрівають до 50...60°С, потім відстоюють і фільтрують.

Масла збезводнюють, підігріваючи їх до 70...80°С протягом

кількох годин і відстоюють. Якщо вода в маслі залишалась і після цих операцій, його необхідно нагріти до 105...110°С і витримати при такій температурі до повного випаровування води. При цьому необхідно пам'ятати, що обводнене масло при нагріванні вище 100°С сильно піниться в результаті чого можливий його викид. Щоб запобігти цьому, воду видаляють у два етапи, як вказувалось раніше.

Механічні домішки із палива і масел видаляють шляхом відстоювання з наступним фільтруванням у чистий резервуар. Для прискорення відстоювання масла, його можна підігрівати до 60...80 °С (залежно від в'язкості). Поряд з фільтруванням на практиці широко застосовують відцентрову очистку з використанням установок ДержНДТІ (ГОСНІТІ) і сепараторів Найбільш перспективним способом очистки ПММ є використання пристроїв на основі електричного поля.

Поправлення (виправлення) палив і масел за такими показниками як в'язкість, густина, вміст сірки і фактичних смол, октанове (цетанове) число провадиться змішуванням з продуктом тієї ж марки, але що має запас якості за показником, який поправляється.

Для змішування нафтопродуктів необхідно: розрахувати кількість продуктів, що будуть змішуватися; перевірити правильність розрахунків шляхом аналізу спеціально виготовленого в невеликій кількості зразка суміші; підготувати необхідні для змішування резервуари (тару) і засоби перекачування. Для перемішування суміші її не менше трьох разів перекачують за схемою: резервуар-насос-резервуар. Змішування закінчують, коли суміш у різких шарах буде однорідною і аналіз підтвердить відповідність її вимогам стандарту або ТУ. Аналіз провадять через 3...4 год після змішування.

Масла змішують у змішувачах, попередньо їх підігріваючи до температури 60...80 °С і цю температуру витримують протягом всієї операції змішування. Після закінчення змішування суміш витримують при температурі 60...80 °С

протягом 2 год., після чого перевіряють її однорідність і відповідність вимогам стандарту і ТУ. Якщо суміш неоднорідна, змішування повторюють.

Виправлені нафтопродукти не можуть довго зберігатися, тому їх необхідно зразу ж використовувати.

1.1. Характеристика відстоювання

Відстоювання – найбільш простий спосіб відновлення якості нафтопродуктів. Відстоюванням можна видалити з палива та масел значну частину механічних домішок та води. Ефективність процесу збільшується зі зростанням різниці в щільності забруднень та нафтопродуктів, а також розмірів часток забруднень. Відстоювання передує, як правило, фільтрації, але не може бути самостійним процесом відновлення якості нафтопродуктів.

Теоретичні основи стійкості суспензій та емульсій в наш час розроблені достатньо повно. Нафтопродукти з домішками твердих часток забруднень є типовими малоконцентрованими суспензіями. Домішки диспергерованої води надають нафтопродуктам емульсійний характер. Присутність емульсійної води та твердих часток забруднень різної дисперсності обумовлюють складний характер фізичних процесів відстоювання.

Швидкість осідання залежить від положення частки в рідкому середовищі. Відхилення еквівалентних розмірів часток неправильної форми від розмірів таких самих кулеподібних часток в загальному випадку невеликі і великого практичного значення не мають на швидкість осідання. На швидкість осідання часток впливає їх внутрішня структура, наявність на поверхні розділу частка-середовище плівок сторонніх речовин або налиплих шарів, бульбашок повітря або інших часток з іншою щільністю, шорсткістю часток.

Значний та важко враховуємий вплив на швидкість осідання оказують різні плівки, що адсорбуються на поверхні часток.

В практиці відновлення нафтопродуктів часто проводять

відстоювання обводнених палив та масел, в яких вода знаходиться в емульгованому стані. Можна допустити, що всередині осідаючих рідких часток під час осідання виникають мікропотоки, які можуть змінити поверхню крапель та їх взаємодію із середовищем.

Для відновлення якості нафтопродуктів відстоюванням застосовують відстійники періодичної та безперервної дії. Найбільш раціональною конструкцією відстійників періодичної дії є вертикальні циліндричні резервуари з конічним дном, які зручні тим, що забруднення, яке осіло, концентрується в конусі, звідки легко видаляється через спускний кран. Для в'язких важких продуктів відстійники обладнують паровими змійовиками та електрообігрівачами.

На рис. 7.1 показані циліндричні відстійники різного типу. По мірі відстоювання через нижній зливний кран з відстійників видаляють забруднення, а продукт, що відстоявся, зливають. Важкі продукти заливають у відстійник та підігрівають до 80...90°С. Відстій ведуть при вимкнених підігрівачах, оскільки ввімкнені підігрівачі викликають конвекційні потоки в рідинах та ускладнюють відстій. Масла зазвичай відстоюють на протязі 24...28 год. Відомі й інші типи відстійників, принцип дії яких зрозумілий з рис. 7.2.

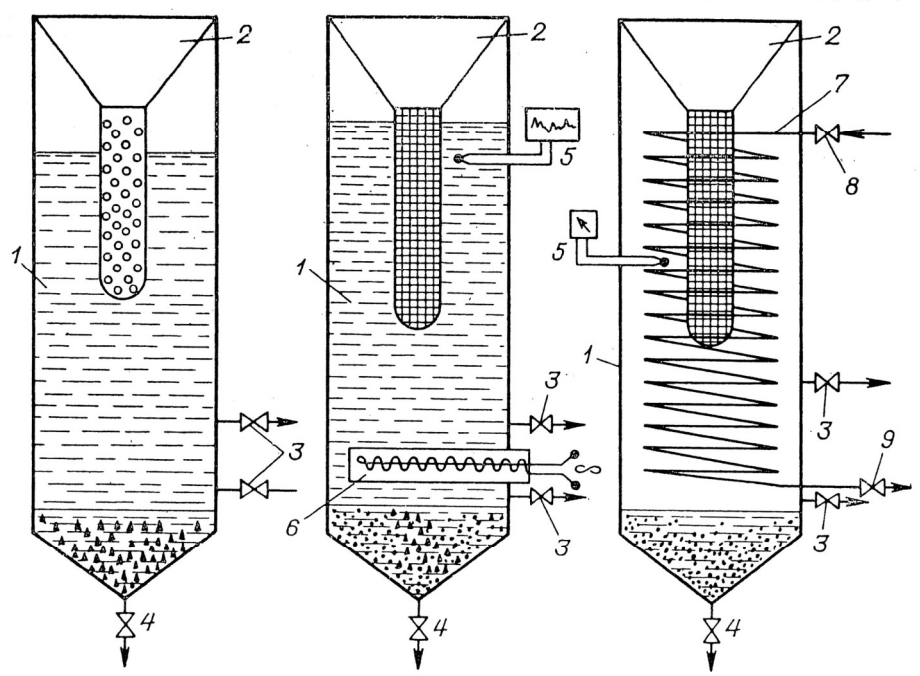

Рис. 7.1. Відстійники періодичної дії:
1 – корпус відстійника; 2 – лійка із сіткою; 3 – кран для зливу масла, що відстоялося; 4 – кран для видалення відстою; 5 – датчик температури; 6 – електрообігрів; 7 – паровий змійовик; 8, 9 – парові крани

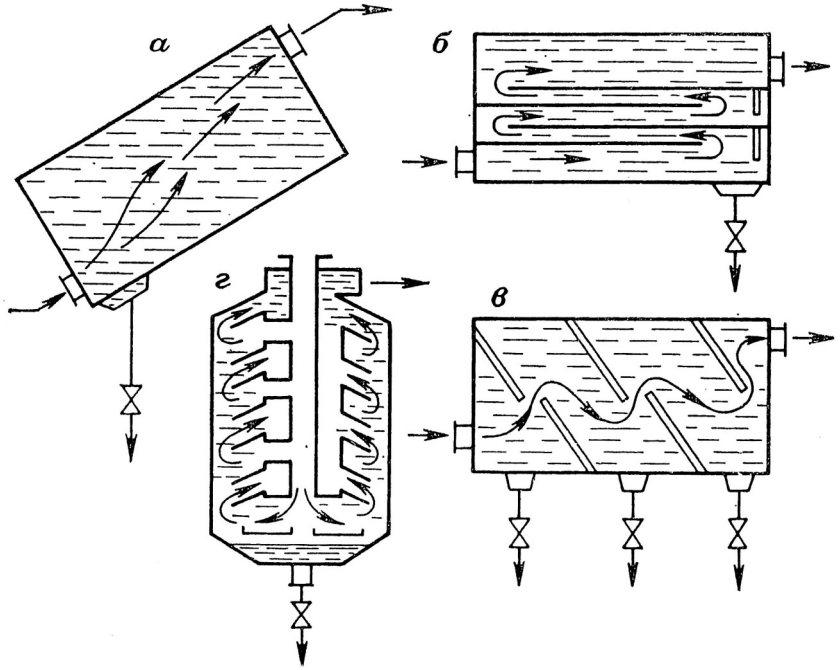

Рис. 7.2. Відстійники напівбезперервної дії:
а – горизонтальний; б – з проміжними ярусами; в – з похилими перегородками; г – вертикальний з конічними тарілками

В якості відстійних резервуарів періодичної дії часто застосовують звичайні резервуари. В цьому випадку продукт, що відстоявся, забирають з верхніх шарів за допомогою плаваючих пристроїв. Для відстоювання важких нафтопродуктів такі резервуари часто обладнують підігріваючими пристроями. Більшу продуктивність мають відстійники безперервної дії, які можуть бути горизонтальними та вертикальними.

Об'єм нафтопродукту, що пройшов крізь відстійники, залежить від швидкості осідання забруднень, діаметра та довжини горизонтального відстійника та квадрата діаметра вертикального відстійника.

Для більш ефективного видалення забруднень днища відстійників роблять конічними. Декілька таких конічних поверхонь, розташованих паралельно, підвищують ефективність відстоювання (рис. 7.3). Емульгована вода з нафтопродуктів може бути в значній ступені видалена за допомогою відстійників та паливозабірників з набором конічних тарілок. Розглянемо детальніше процес відокремлення води в тарілчастому конічному відстійнику (рис. 7.4). Припустимо, що крапля емульгованої води проходить між тарілками відстійника. На краплю діє сила потоку нафтопродукту $F_н$ та сила ваги F_g, складова якої F направлена проти сили потоку $F_н$. При $F_H > F$ крапля буде рухатись по кривій *1* в напрямку потоку і до нижньої поверхні тарілки; при $F_H = F$ - вертикально вниз по прямій *2*; при $F_H < F$ – по кривій *3* в напрямку до поверхні та протилежно руху потоку.

При торканні з поверхнею тарілки на краплю додатково діє сила зчеплення F_c, яка перешкоджає "зкатуючій" силі F. Сила $F_н$ зростає зі збільшенням швидкості потоку, а сила F – зі збільшенням маси крапель і зі зменшенням щільності нафтопродукту.

На поверхні тарілки краплі зазвичай укрупнюються і сила F зростає. При $F > F_н + F_C$ відбувається відокремлення води від нафтопродукту. Краплі, що рухаються по кривій 3, відокремлюються від нафтопродукту навіть при відсутності процесу

укрупнення на поверхні. Краплі, що рухаються по прямій 2, відокремлюються від нафтопродукту при умові їх асоціації в більш крупні. Отже, краплі, що рухаються по кривій 1, відокремлюються від нафтопродукту при умові, якщо вони встигають асоціюватись на поверхні тарілки в більш крупні краплі, у яких F більше $F_H + F_C$. Якщо процес укрупнення крапель не закінчиться до верхнього зрізу тарілки, краплі відносяться з потоком нафтопродукту. Сила F_H зростає при русі краплі вгору, оскільки швидкість потоку збільшується від нижнього до верхнього зрізу тарілок.

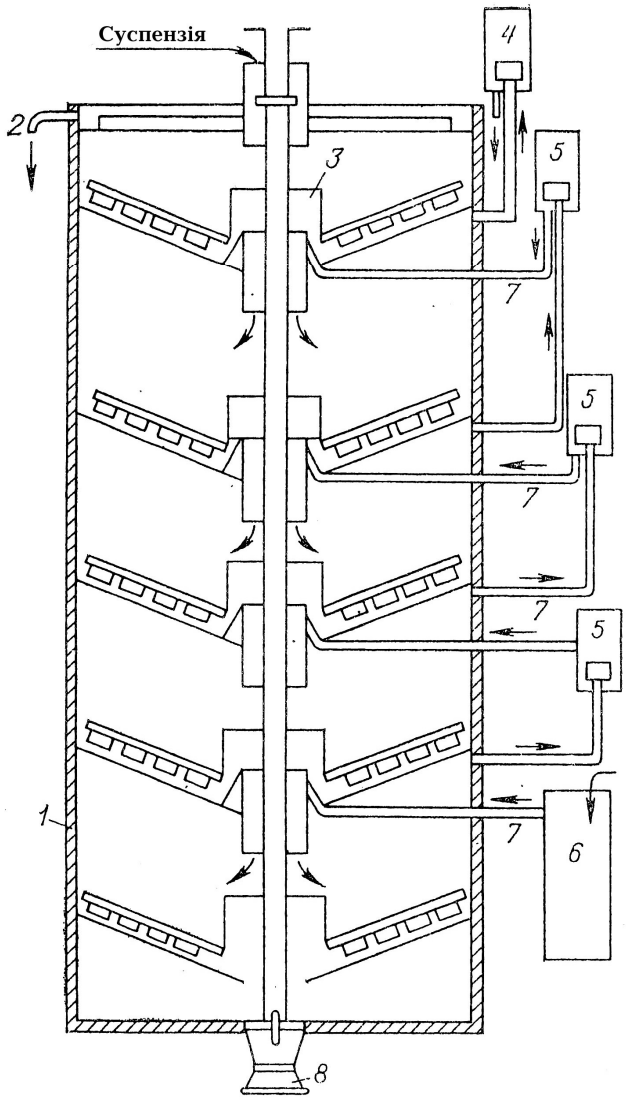

Рис. 7.3. Багатоярусний відстійник з промивкою осаду.

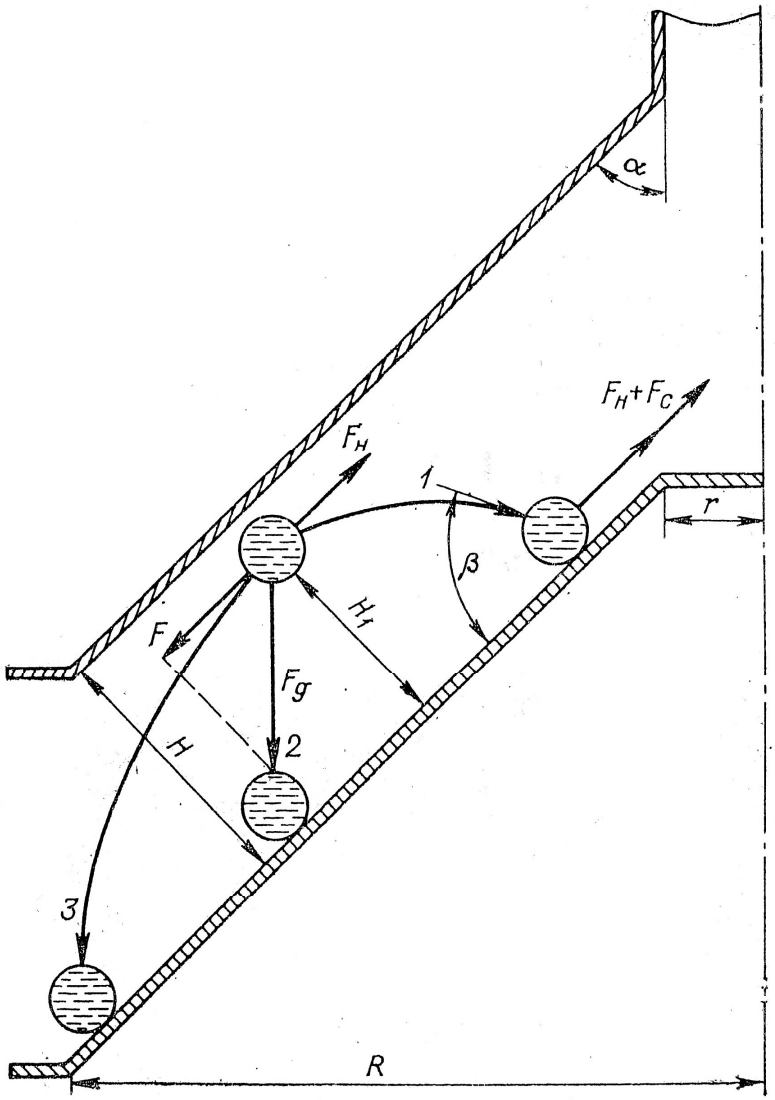

Рис. 7.4. Схема осідання крапель води в тарілчастому відстійнику.

Знайдемо пропускну здатність відстійника. Допустимо, що весь об'єм палива, що знаходиться в міжтарілчастому просторі, пройде його за час *t*. Допустимо також, що цей же час необхідний, щоб частки води осіли на поверхню тарілки та скотилися вниз. Цей час складається із часу осаджування, укрупнення та скочування:

$$t = t_{oc} + t_{к} + t_{ск} \tag{7.1}$$

Без урахування часу скочування

$$t_1 = t_{oc} + t_{к} \tag{7.2}$$

Час осаджування забруднень зі швидкістю $\omega_з$

$$t_{ос} = \frac{(H / \sin\beta - d)}{\omega_з} \tag{7.3}$$

Якщо знехтувати розміром крапель, то час скочування зі швидкістю ω_c

$$t_1 = \frac{H_1}{\omega_c \cdot \sin\beta} + t_к \tag{7.4}$$

Ясно, що t_1 буде зменшуватись зі збільшенням швидкості осаджування та зменшенням H_1. Таким чином, зменшення відстані H між тарілками буде зменшувати час t_1.

Пропускна властивість відстійника

$$G = \frac{V \cdot N}{t_1} \tag{7.5}$$

де N – число тарілок.

Оскільки

$$V = \frac{\pi \cdot L \cdot (R + r) \cdot H}{\sin\alpha} \tag{7.6}$$

$$G = \pi \cdot L \cdot (R + r) \cdot H \cdot n / \{\sin\alpha \cdot [H / (\sin\beta \cdot \omega) + t_к]\} \tag{7.7}$$

З виразу (7.7) видно, що пропускна властивість відстійника зростає зі збільшенням довжини тарілок, їх радіуса, числа, швидкості осаджування й зменшується зі збільшенням кута нахилу та часу коагуляції краплі. Пропускна здатність відстійника швидкості проходження нафтопродукту залежить від $\omega_н$.

Для запобігання й обмеження змішування відстояного нафтопродукту з відстоєм застосовують сифонні крани, плаваючі забірні пристрої, підйомні труби, автоматичні пристрої для видалення забруднень, що скопилися. Оригінальна схема автоматичного зливного пристрою показана на рис. 7.5.

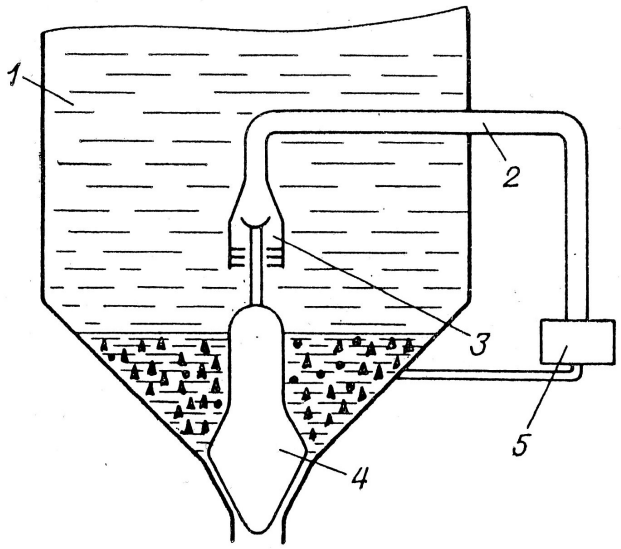

Рис. 7.5. Відстійник з автоматичним клапаном для зливу відстою:
1 –відстійник; 2 – повітряна трубка; 3 – камера з мембраною; 4 – клапан;
5 – автоматичний пристрій

Відстій, що накопичується на дні відстійника, має щільність більше щільності нафтопродукту. Після накопичення відстою вище допустимого, клапан піднімається, переборюючи опір мембрани, відстій зливається і клапан закривається. Роботою клапана можна керувати тиском через повітряну магістраль 2, пов'язану з автоматичним пристроєм 5, контролюючи кількість відстою.

1.2. Відновлення якості нафтопродуктів відстоюванням

Відстоюванням з палива можна видалити частки розміром більше 2...5 мкм. У маслах і мазутах частки такого розміру осідають дуже повільно, настільки повільно, що видалити їх шляхом відстоювання практично не вдається. Відстоюванням досить ефективно з масел і мазутів можна видалити частки розміром 50...100 мкм. Таким чином, зі збільшенням в'язкості нижня межа (по розмірах) часток, що видаляють, збільшується.

Частки менші за 1 мкм із нафтопродуктів видалити практично неможливо. Це пояснюється тим, що зі зменшенням розмірів часток їхня маса зменшується набагато швидше, ніж сила

тертя, оскільки сила ваги для сферичних часток пропорційна; третій ступені діаметра часток, а сила тертя – першої. Крім того, дрібні частки внаслідок броуновского руху легко переміщуються в нафтопродукті, у якому спостерігаються конвекційні потоки, обумовлені перепадом температур, вібрацією, поштовхами й іншими причинами. В результаті цього дрібні частки або осідають надзвичайно повільно, або зовсім не осідають. Зміна розмірів часток на один порядок призводить до зміни швидкості осадження часток на два порядки. Зі зменшенням діаметра часток вплив броуновского руху збільшується:

	Діаметр часток, мкм		
	0,1	1	10
Відстань (мкм), що проходить частка за 1 с в паливі в результаті:			
броунівського руху	10,0	3,1	1,0
осадження	0,0596	5,95	596,0

Швидкість осадження часток природних забруднень сильно залежить від властивостей палив і розмірів часток. Частки розміром 30...40 мкм осідають досить швидко. У бензині А-76 вони осідають повністю майже за 1 год., і в паливі ДЛ – через 8 год. Частки меншого розміру осідають зі значно меншою швидкістю. Наприклад, в бензині А-76 частки розміром 8...10 мкм осідають наполовину через 4...5 год. і повністю – лише через 18...20 год. Відстоювання таких же часток у дизельному паливі протікає багато десятків годин. Через 4 діб вони осідають лише на 25...30%. Частки розміром 5...7 мкм у дизельному паливі відстоюються протягом ще більшого часу. Їхня концентрація в паливі зменшується вдвічі лише через 25 діб.

У табл. 7.1 наведені дані ефективності відстоювання протягом 20 год палива у підземних резервуарах (палива злиті в резервуари із залізничних цистерн). Після відстоювання кількість забруднень у середній пробі палива зменшується в 2,3...2,5 рази. Частки крупніше 30...40 мкм осідають практично повністю Частки розміром 15...20 мкм осідають на 40...45 %. Значно повіль-

ніше осідають більш дрібні частки. Осад на дні резервуарів із часом укрупнюється. Згодом відносна кількість осідаючих на дно резервуарів дрібних часток зменшується, а кількість великих – зростає. Це свідчить про процеси коагуляції часток осаду, що протікають на дні резервуарів при зберіганні нафтопродуктів.

Таблиця 7.1

Ефективність відстоювання у дизельному паливі протягом 20 год при середній температурі 12ºС

Показники	Паливо ДЛ
Вміст забруднень, г/кН	0,43/0,17
Кількість часток (шт/мл) при дисперсності, мкм	
1...5	18 830/15 685
5...10	11 330/8 420
10...15	4 200/1 030
15...20	1 200/586
20...25	938/242
25...30	630/135
30...40	245/30
40...50	180/6
50...60	120/-
60...80	62/-
80...10	40/-

Примітка: Чисельник – до відстоювання, знаменник – після відстоювання.

Відстоювання забруднень із мастил та мазутів виявляється ефективним тільки при 70...90°С. Підвищення температури вище 90 °С не призводить до істотного збільшення швидкості осадження часток, що пояснюється незначною зміною в'язкості при температурі вище 90 °С. При нагріванні вище 100 °С можливе випаровування води, що перебуває в маслі. Цей процес буде перешкоджати осадженню часток. Тому оптимальною температурою нагрівання масла слід вважати 70...90ºС.

Повне осадження великих часток механічних домішок у маслі спостерігається після 18 год відстоювання (табл. 7.2). Зі

збільшенням висоти наливу час відстоювання збільшується. Однак з верхніх шарів нафтопродукту, що відстоюється, з високим рівнем наливу можна відбирати чистий продукт з більшою швидкістю.

Таблиця 7.2

Осадження часток механічних домішок з масла при 80ºС

Відстань до дна, мм	Вміст домішок (%) в залежності від тривалості відстоювання, год.				
	1	3	6	12	18
240	0,14	0,09	0,03	0,00	0,00
180	0,15	0,11	0,07	0,00	0,00
120	0,18	0,16	0,11	0,03	0,00
60	0,19	0,23	0,23	0,19	0,00
1	0,21	0,33	0,50	0,75	0,92

Відстоювання масел, особливо відпрацьованих, не завжди виявляється ефективним. Навіть при тривалому відстоюванні значна кількість забруднень залишається у зваженому стані. Це відноситься до масел з диспергируючими присадками, які перешкоджають відстоюванню дрібнодисперсних забруднень.

Найбільше ефективно вода видаляється з палив за допомогою відстійників тарілчастого типу. Зі зменшенням в'язкості палив ефективність відстоювання води збільшується. Зменшення продуктивності відстійника також сприяє збільшенню ефективності відстоювання. З важких в'язких палив за допомогою тарілчастих відстійників ефективно видалити воду не вдається. Дуже важко віддаляється дрібнодиспергирована вода з палив і мазутів. Видалення води з мазутів, особливо після перевезення водним транспортом, у процесі якої вони додатково обводнюються, являє собою в наш час складну технічну проблему. Через малу різницю в щільності води і мазуту та через його високу в'язкість вода відстоюється дуже повільно й не повністю. У мазутах із щільністю більше одиниці вода може накопичуватися у верхньому шарі. Для збільшення ефективності відстоювання

мазут і мастила нагрівають у спеціальних відстійниках з підігрівачами.

1.3. Основні методи збільшення швидкості відстоювання

Основними методами підвищення інтенсивності відстоювання забруднень із нафтопродуктів є: а) вибір оптимальної температури та проведення відстоювання в ізотермічних умовах; б) застосування коагулюючих присадок; в) конструктивні методи. За допомогою конструктивних методів можна значно підвищити швидкість відстоювання.

Зі збільшенням температури швидкість відстоювання зростає. Однак підвищувати температуру доцільно лише доти, поки в'язкість істотно зменшується та при цьому не виділяються бульбашки газу і не скипає розчинена в нафтопродукті вода. Підігрів, як вже відзначалося, звичайно застосовують для важких нафтопродуктів Однак температура істотно впливає на швидкість відстоювання легких палив (рис. 7.6). Зі зменшенням розмірів часток цей вплив проявляється сильніше. Дуже дрібні частки при низьких температурах у паливах з в'язкістю, що підвищилася, осідають дуже повільно.

На швидкість осадження часток впливають не тільки значення температури, але і їхнє коливання; зі зменшенням розмірів часток коливання температури на швидкості осадження позначаються більше.

Коливання температури сильніше всього впливають на швидкість осадження дрібних часток. На великі частки конвекційні потоки в рідині, обумовлені коливаннями температури, впливають мало. Зі зниженням температури швидкість осадження часток зменшується досить значно. Зниження температури на 10 °С зменшує кількість осідаючих часток у середньому на 4 % для часток 50...70 мкм та на 8...10 % для часток розміром 20...30 мкм. З наведеного матеріалу виходить практичний висновок: відстійні резервуари (відстійники) повинні перебувати в ізотермічних умовах. Найкраще цим умовам відповідають підземні резерву-

ари. Відстійні резервуари не повинні піддаватися трясці, вібраціям та іншим механічним впливам, що перешкоджають осадженню часток.

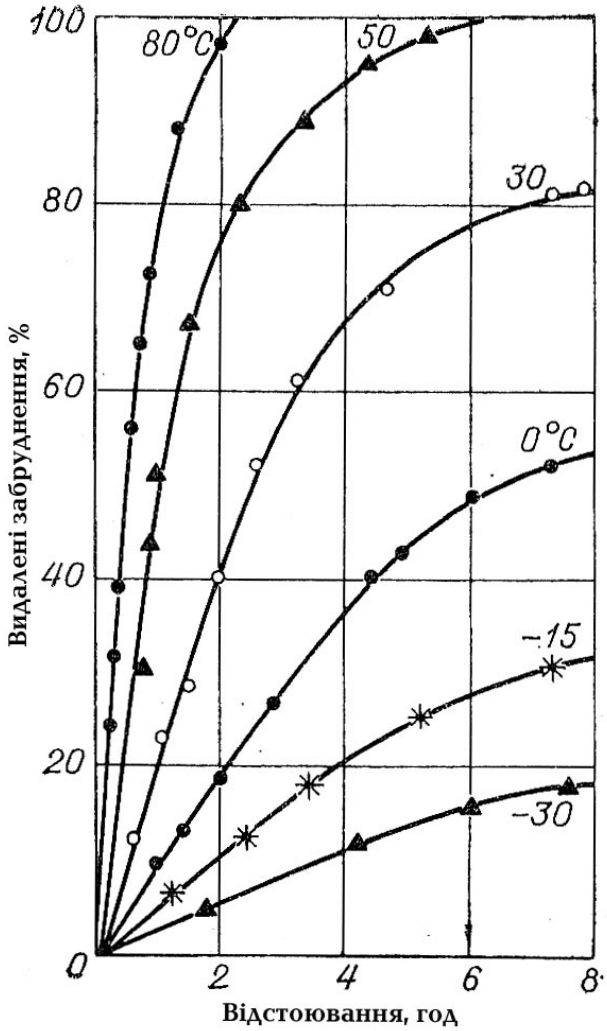

Рис. 7.6. Вплив температури на швидкість відстоювання забруднень в паливі

Ефективним засобом збільшення швидкості осадження є штучне збільшення розмірів часток за рахунок коагуляції. Процеси коагуляції можна викликати введенням у суспензію або емульсію поверхнево-активних речовин (ПАР), електролітів і неелектролітів; механічним впливом (вібрацією або перемішуванням); температурним впливом (охолодженням або нагріванням); пропущенням електричного струму і, нарешті, впливом

променистої енергії. В останні роки для первинного очищення нафти від солей, води й механічних домішок широко застосовують різні миючі речовини й препарати.

Повільна коагуляція спостерігається при зберіганні нафтопродуктів: дрібні частки коагулюють у більші, що накопичуються у вигляді смолистого осаду на дні резервуарів. Однак швидкість такої коагуляції низька. Процеси природної коагуляції не можуть бути використані в практиці, тому що одночасно з ними відбувається утворення дрібних нових часток забруднень за рахунок окислювання нафтопродуктів. Таким чином, чистота палив і масел із часом погіршується. Істотне збільшення чистоти нафтопродуктів може бути досягнуто тільки при швидкій коагуляції дрібних часток і відділенні зкоагульованої фази. В умовах застосування та зберігання нафтопродуктів введення коагулюючих присадок може виявитися одним з найефективніших і прийнятних методів збільшення чистоти палив шляхом прискорення відстоювання. Коагулююча присадка повинна відповідати певним вимогам: бути ліофільною до гетерогенних забруднень і ліофобною до гомогенного середовища нафтопродуктів. Коагулюючі присадки повинні вводитися в кількостях не більше 0,005 % та зберігати ефективність нафтопродукту протягом усього строку зберігання.

Механізм дії коагулюючих присадок пов'язаний з їхньою здатністю адсорбуватись на різних поверхнях розділу. Найтонші адсорбційні шари присадки різко змінюють молекулярну природу й властивості поверхонь. Дуже малі добавки змінюють протікання фізико-хімічних процесів та умови молекулярної взаємодії дотичних фаз. Для прискорення коагуляції застосовують: 1) неорганічні електроліти – кальциновану соду, тринатрійфосфат та ін.; 2) органічні електроліти – іоногенні ПАР з активним органічним катіоном або аніоном; 3) неелектроліти – неіоногенні ПАР; 4) гідрофільні високомолекулярні з'єднання та поверхнево-активні колоїди.

Механізм дії неорганічних електролітів заснований на зміні властивостей подвійного електричного шару на поверхні часток.

ПАР другого й третього типів в основному знижують поверхневу енергію при адсорбції на границі розділу фаз.

Велике поширення в якості коагулянта при регенерації моторних масел одержали електроліти типу Na_2CO_3, Na_3PO_4, Na_2SiO_3 та ін. Найбільш ефективним коагулянтом у відпрацьованих маслах є 96...98%-ва сірчана кислота при витраті не більше 0,5 %.

Неіоногенні ПАР являють собою полярні асиметричні органічні сполуки, до складу яких входить декілька гетерофункціональних груп. До таких з'єднань відносяться, наприклад, октадециламид γ-оксимасляної кислоти, діефір діетиленгліколя, глаутарової кислоти та алкилспиртів C_{10}-C_{12} та сульфенамідні похідні 2-бензотіазола. Коагулююча дія N-циклогексил-2-бензтіазолсульфенаміда досліджена більш глибоко. Застосування цієї присадки дозволяє одержати досить чисті палива. Загальним у будові неіоногенних ПАР є присутність гідрофобних і гідрофільних груп.

Для коагуляції дрібнодисперсних домішок в «нефільтрівних» маслах найбільше підходять іоногенні ПАР, з яких у свою чергу найбільш ефективні для коагуляції аніоногенні ПАР, алкілсульфонати й алкіларілсульфонати. Найпоширеніші із цієї групи ПАР сульфофеноли, наприклад алкілбензолсульфонат (сульфофенол Б) і алкілтолуолсульфонат (сульфонол Т). Випускаються ПАР трьох марок. Випробуваннями встановлена можливість застосування НП-5 в якості ефективного коагулянту дрібнодисперсних домішок у відпрацьованих маслах. Процес коагуляції завершується при 75...80 °С через 20...30 хв.

2. ЦЕНТРИФУГУВАННЯ

2.1. Теоретичні основи
2.2. Центрифуги для очищення нафтопродуктів
2.3. Очищення нафтопродуктів за допомогою центрифуг

За допомогою центрифуг (сепараторів) можна ефективно та швидко очистити нафтопродукти від забруднень. Центрифугування дозволяє відокремити від нафтопродуктів такі дрібні частки, які іншими методами очищення видалити неможливо. Сепаратори в наш час широко застосовують для періодичного очищення забруднених або відпрацьованих масел та очищення нафтопродуктів у паливних і масляних системах сухопутних машин, літальних апаратів, кораблів. Сепаратори досить часто включають у схему маслорегенераційних установок для попереднього очищення масел. Іноді сепаратори сполучають із фільтр-пресами. На нафтобазах і складах центрифуги поширені, на жаль, мало, хоча ефективність їхнього використання для очищення нафтопродуктів від забруднень і води може бути дуже високою. Слід зазначити також, що застосування центрифугування пов'язане з відносно великою витратою електроенергії й найбільше економічно вигідно для очищення в'язких нафтопродуктів з попереднім їхнім підігрівом в умовах нафтобаз і складів.

2.1 Теоретичні основи

Сутність очищення нафтопродуктів за допомогою центрифуг полягає у видаленні часток забруднень і води в силовому відцентровому полі. Умови осадження часток у відцентровому полі будуть іншими, ніж у полі земної гравітації На частку у відцентровому полі діють масові й поверхневі сили. До масових сил відносяться сили тяжіння F_1, Коріоліса $F_к$ та відцентрові сили інерції $F_ц$; до поверхневих – виштовхуюча $F_в$, Архімеда F_A, опору руху твердої частки в нафтопродукті $F_с$, тертя $F_{тр}$, ковзання $F_{ск}$ і піднімальна $F_п$, яка діє на частку в потоці нафтопродукту. Сили $F_{тр}$ і F_A значно менше сил $F_ц$, $F_в$, $F_с$, тому ними нехтують.

Приймемо, що нафтопродукт тече вздовж осі (рис. 7.7) через кільцевий переріз розміром R та r_0 зі швидкістю $\omega_н$. Ротор та нафтопродукт обертаються вздовж осі x з кутовою швидкістю ω. На нафтопродукт діє відцентрова сила, яка створює напір:

$$P_ц = 0{,}5 \cdot \rho_н \cdot \omega^2 (r^2 - r_0^2). \quad (7.8)$$

На частку діє виштовхуюча сила

$$dF_в = P_ц dS = -0{,}5 \cdot \rho_н \cdot \omega^2 (r^2 - r_0^2) dS. \quad (7.9)$$

Оскільки

$$dS = dy \cdot dri + dxdrj + dxdyk, \quad (7.10)$$

де i, j, k - одиничні вектори по осях x, y, та r, тоді

$$F_в = 0{,}5 \cdot \rho_н \cdot \omega^2 \left[i \iint\limits_S (r^2 - r_0^2) dydr + j \iint\limits_S (r^2 - r_0^2) dxdr + k \iint\limits_S (r^2 - r_0^2) dxdY \right]. \quad (7.11)$$

На частку діє відцентрова сила

$$F_ц = \iiint\limits_V dm\omega^2 rk = k\omega^2 \rho_ч \iiint\limits_V rdV = k\omega^2 \rho_ч V_ч r = k\omega^2 m_ч r. \quad (7.12)$$

Результуюча відцентрова сила, що діє на частку,

$$F_{ц.р} = F_ц + F_в = k\omega^2 r \left(V_ч \rho_ч - V_н \rho_н \right). \quad (7.13)$$

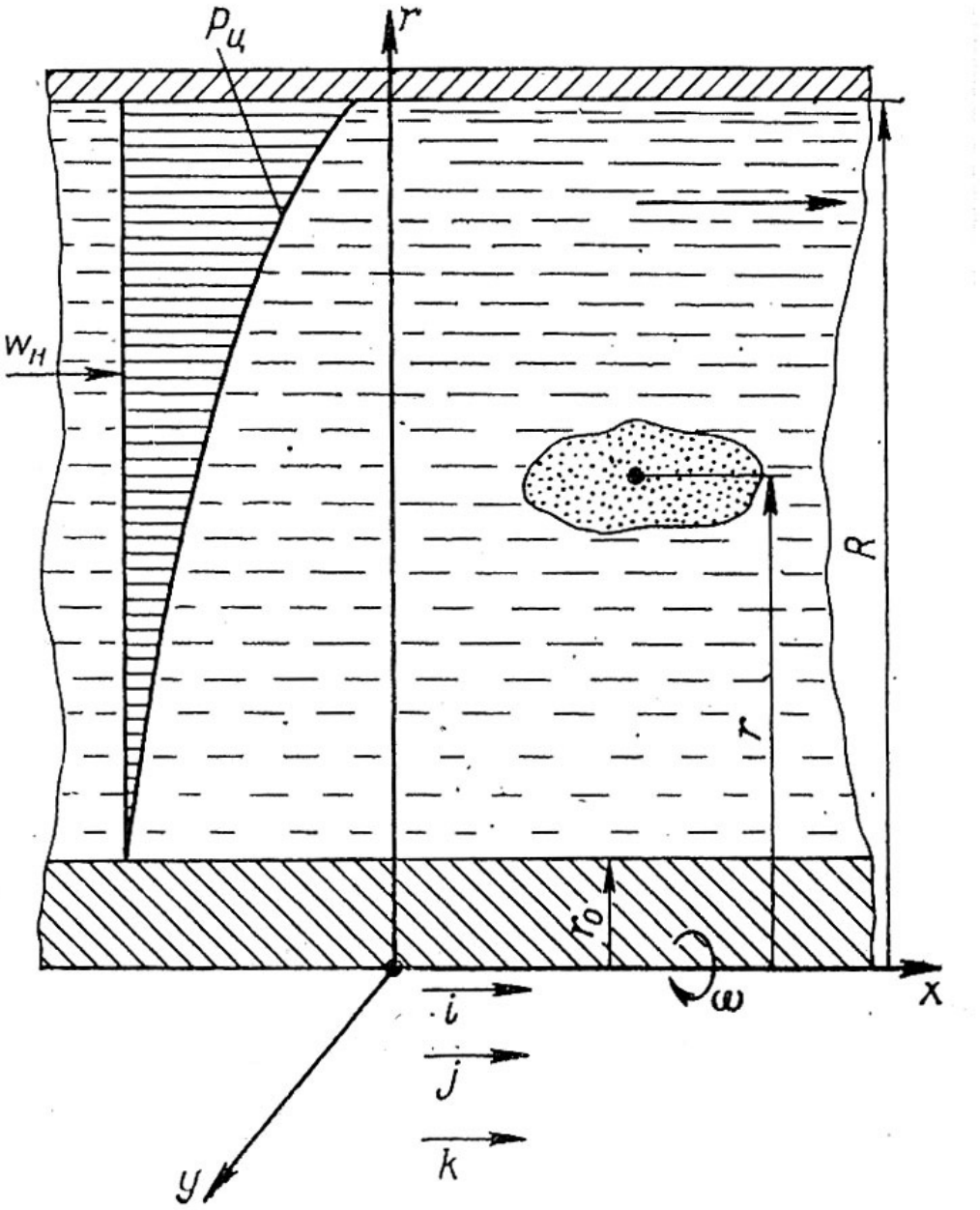

Рис. 7.7. Частка у відцентровому полі

Ефективність очищення зростає зі збільшенням діаметра та швидкості обертання центрифуг, різниці щільності, забруднень та нафтопродукту, зменшенням в’язкості середовища та збільшенням розмірів часток забруднень.

2.2 Центрифуги для очищення нафтопродуктів

По призначенню центрифуги бувають для розділення води та нафтопродуктів, відокремлення твердих забруднень від нафтопродуктів та комбіновані сепаратори для виконання двох та більше операцій обробки забруднених нафтопродуктів.

По будові основного вузла барабана розрізняють: тарілчасті та багатокамерні сепаратори з циліндричними вставками. В барабані тарілчастих сепараторів є набір конічних паралельних тарілок. Ці тарілки поділяють потік в роторі на тонкі шари. В тонких шарах забруднення осаджуються швидше, крім того, потік палива стає більш стаціонарним. Тарілки нахилені до осі сепаратора під кутом 30...40°. Нафтопродукт та забруднення під дією відцентрової сили подаються до периферії тарілок, при цьому вони розділяються (рис. 7.8) В тарілках з отворами нафтопродукт може переходити по каналам, утворених цими отворами. Барабан багатокамерного сепаратора обладнаний комплектом концентричних вставок, що розділяють його об’єм на кільцеві камери, по яким послідовно проходить центрифугований нафтопродукт. Забруднення та вода у відцентровому полі відкидаються до периферії, звідки вони виводяться. В центрі барабана збирається чистий продукт.

Існують багатокамерні та тарілчасті сепаратори з ручним та відцентровим вивантаженням. По характеру вивантаження розрізняють машини періодичної, безперервної та пульсуючої дії. Центрифуги також діляться на вакуумні та відкритого типу. Основні типи сепараторів випускаються в нашій промисловості. Найбільш розповсюджені сепаратори НСМ, СЦ, СЦС-3, ПСМ1-3000 та інші (табл. 7.3). Сепаратори НСМ-2, СЦ-1,5 та СЦ-3 є несамоочищуючимися, а СЦС-3, СЦС-5 – самоочищуючимися.

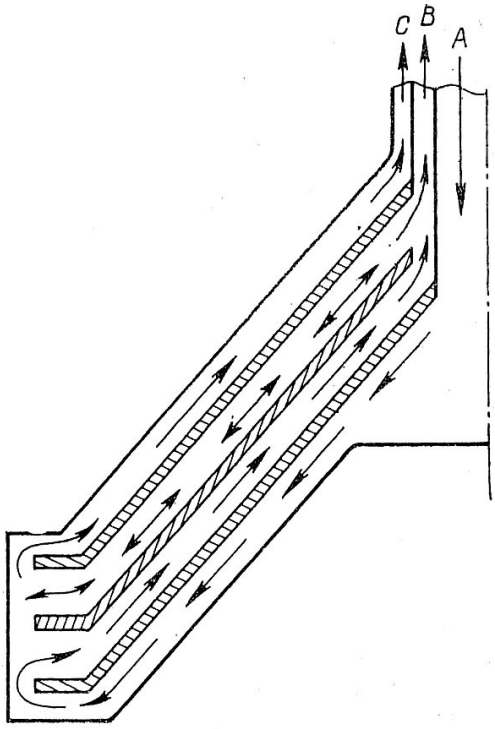

Рис. 7.8. Схема роботи тарілчастої центрифуги:
А – вихідний; В – очищений нафтопродукт; С – концентрат забруднень в нафтопродукті

Таблиця 7.3

Вітчизняні сепаратори

Марка	Продуктивність, $м^3$/год	Висота всмоктування, кПа	Тиск нагнітання, МПа	Частота обертання барабана, об/хв	Розміри, мм		
					Ширина	Довжина	Висота
1	2	3	4	5	6	7	8
НСМ-2	0,5	40	0,35	7125	500	1050	1190
НСМ-2/1	0,5	40	0,35	7125	500	1020	1100
НСМ-3	1,5	40	0,35	4520	600	1230	1350
НСМ-3М/1	2,0	40	0,35	4520	1150	1270	1410

Продовження табл. 7.3.

1	2	3	4	5	6	7	8
НСМ-4/1	3,0	45	0,35	4520	1190	1500	1530
СЦ-1,5	1,5	53	-	6925	500	1150	780
СЦ-3	3,0	53	-	4615	735	1110	980
СЦС-3	3,0	45	-	6000	1290	1310	1010
СЦС-5	5,0	-	-	5000	1670	2020	1756
ПСМ1-3000 (вакуум-ний)	3,0	-	-	6600	-	-	-

Марка	Маса сухого сепаратора, кН	Потужність двигуна, кВт	Число дисків, шт.	Відстань між дисками, мм	Об'єм простору барабана для бруду, $м^3$
1	2	3	4	5	6
НСМ-2	2,65	2,2...3	40	-	-
НСМ-2/1	2,65	-	40	-	-
НСМ-3	5,15	-	40	-	-
НСМ-3М/1	4,10	-	40	-	-
НСМ-4/1	6,38	-	40	-	-
СЦ-1,5	2,20...2,69	2,8...3,2	40	0,75	0,0017
СЦ-3	3,90	3,9...4,5	56	1,0	0,0054
СЦС-3	10,0	8	93±3	0,8	0,0060
СЦС-5	14,0	11	100±3	0,8	0,0090

Принципова різниця СЦС-3, СЦС-5 та СЦ-1,5 та СЦ-3 заключається в конструкції барабана. У сепараторів СЦС-3 та СЦС-5 є затвор для періодичного випуску шламу, що переміщується вертикально під тиском буферної води. Розвантаження відбувається через канали в корпусі. В процесі очищення нафтопродуктів ці канали закриті затвором. В лівій частині рис. 7.9 показано положення, коли затвор закриває канали,

в правій частині рис. 7.9 – коли відкриває. Затвор приводиться в рух за допомогою буферної води. Після того як барабан набере задану частоту обертання, подають воду через отвори *в* та *г* в порожнини *А* та *Б*. З порожнини А вода витікає через отвір *д*, а з порожнини *Б* – через отвір *б*. Своїм тиском вода переміщує затвор у верхнє положення, розвантажувальні канали при цьому перекривається. Потім у барабан надходить нафтопродукт на сепарацію.

Після нагромадження забруднень на стінках барабана їх видаляють таким чином. Подачу нафтопродукту в центрифугу припиняють та витісняють його водою. Потім подають буферну воду. Оскільки діаметр отвору *в* більше діаметра отвору *г* і число отворів *в* більше числа отворів *г*, то основна частина води попадає в порожнину *А* та над затвором розвивається більш високий тиск у порожнині *Б* ніж під ним. Затвор опускається і відкриває розвантажувальні канали, по яких видаляються забруднення. Після видалення забруднень подачу буферної води припиняють, вода з порожнини *А* витікає через отвір *д* і тиск над затвором зменшується. Затвор переміщується у верхнє положення, перекриваючи розвантажувальні канали, і рідину, яку сепарують, знову подають у центрифугу.

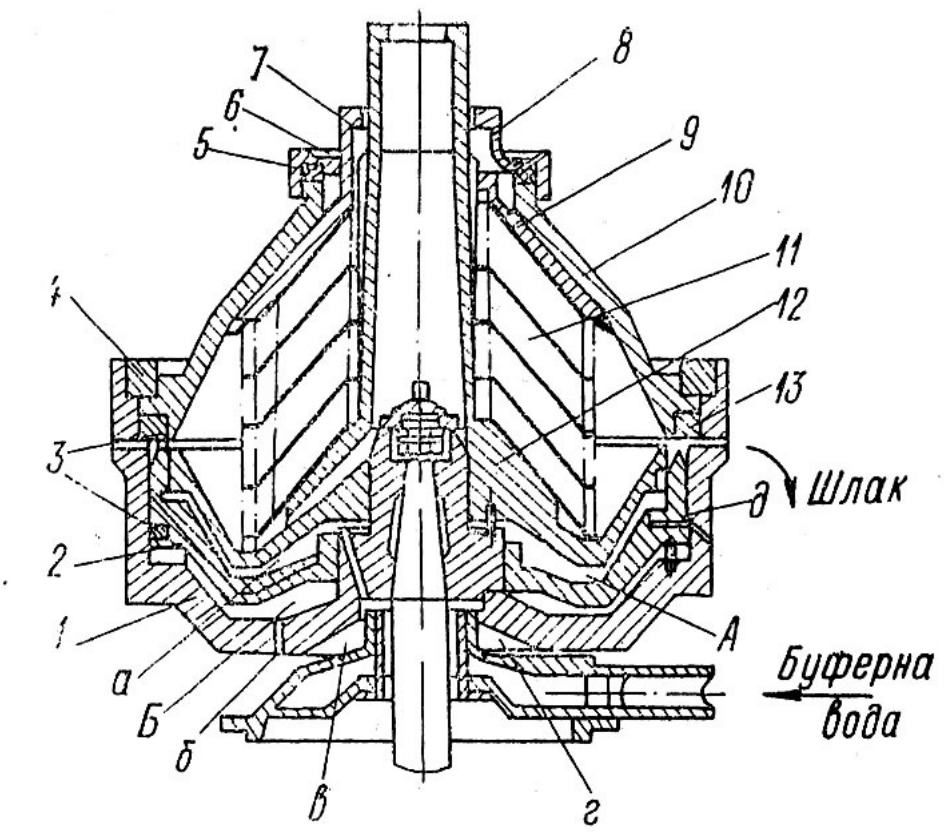

Рис. 7.9. Барабан сепаратора СЦС-3:
1 – корпус барабана; 2 – затвор; 3 – тарілкотримач; 4 – кільце ущільнююче; 5 – кришка барабана; 6 – гайка корпусу; 7 – гайка кришки; 8 – кільце регулююче; 9 – горловина водяна; 10 горловина грязьова; 11 – пакет тарілок; 12 – тарілка захисна; 13 – кільце. А, Б – кільцеві порожнини; а, б, в, г, д – канали.

У процесі сепарації нафтопродукти нагріваються. В комплект сепаратора входить сім регулюючих кілець для барабана. Установка того або іншого кільця залежить від щільності нафтопродукту:

Щільність, кН/м^3	Діаметр кільця, мм	Щільність, кН/м^3	Діаметр кільця, мм
8,40...8,60	114	9,20...9,40	98
8,60...8,80	110	9,40...9,60	96
8,80...9,0	106	9,60...9,80	94
9,0...9,20	100		

Сепаратори СЦС-3 і СЦС-5 призначені для очищення палив і мастил. Глибина очищення в сепараторі обводненого палива або масла з 10% води становить не більше 0,2 %; забрудненого палива або масла з 0,4 % механічних домішок – не більше 0,06 %. Нафтопродукт подається шестеренним насосом через паровий підігрівник у барабан сепаратора, після очищення у тарілчастому барабані паливо або масло другою секцією того ж насоса направляється в цільову ємність. Основна частина води відводиться самопливом. Забруднення й частина води гідравлічно виводяться в грязьову ємність. Якщо рівень нафтопродукту нижче рівня насоса на 1...2,5 м, то на кінці всмоктувальної магістралі рекомендують встановлювати зворотний клапан, що втримує нафтопродукт під час зупинки сепаратора.

Тарілчасті сепаратори типу НСМ і СЦ широко застосовуються для очищення турбінних і трансформаторних масел та інших нафтопродуктів. Вони працюють за наступною схемою. Забруднений нафтопродукт подається насосом по трубопроводу через електропідігрівач у верхню частину барабана, звідки направляється по центральному каналу в нижню його частину. Потім продукт ефективно розділяється на тонкі шари в конусних тарілках. Через малу товщину шарів між тарілками забруднення та вода швидко осідають на верхні тарілки й відкидаються в грязьові. Чистий нафтопродукт по стінці конуса, що лежить нижче, піднімається вгору та з середньої камери маслозбірника через трубопровід подається в резервуар чистого продукту. Забруднення зі стінок барабана періодично видаляють вручну. Продуктивність сепараторів залежить від в'язкості нафтопродукту (рис. 7.10).

Застосування звичайних центрифуг може виявитися неефективним при поділі стійких, високодисперсних систем. В цьому випадку застосовують надцентрифуги (табл. 7.4). Вони можуть бути безперервного, наприклад для емульсій, і періодичної дії, наприклад для суспензій.

Надцентрифуги мають зазвичай трубчастий ротор, підвішений на валу із плаваючою нижньою опорою ковзання. Трилопатева крильчатка передає рідині, що розділяється, швидкість обертання ротора. Нафтопродукт подається знизу й направляється вгору. Забруднення відкидаються на периферію, а чиста рідина виходить через вихідний отвір у головці в зливну камеру, а потім у ємність цільового продукту. Осад зі стінок ротора періодично видаляють вручну.

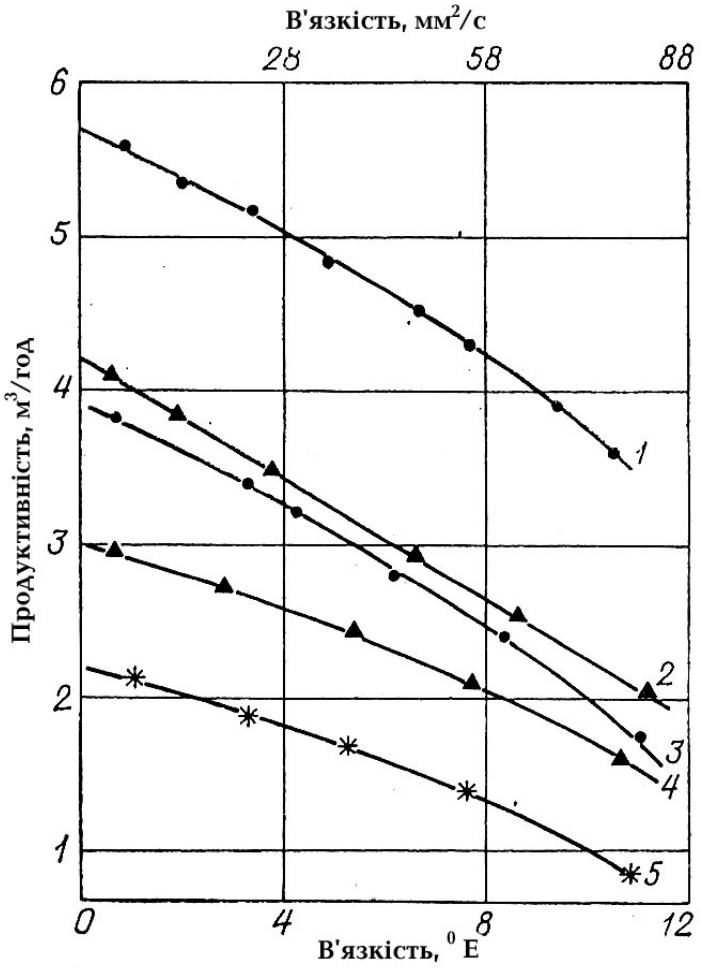

Рис. 7.10. Залежність продуктивності сепараторів від в'язкості нафтопродуктів на вході в сепаратор:
1 – СЦС-5; 2 – СЦС-3; 3 – СЦ-3; 4 – "Вестфалия SAOG" 4016; 5 – СЦ-1,5.

Із трубчастих надцентрифуг за кордоном досить широко застосовують сепаратори типу «Шарплес». Серед тарілчастих

сепараторів відомі сепаратори типу «Де Лаваль», «Вестфалия», «Крупп», «Титан», «Шарплес» та ін. Кожна фірма випускає сепаратори різних модифікацій. В країнах соціалістич-ної співдружності також випускаються високоякісні надцентри-фуги; наприклад, угорське підприємство «Хемокомплекс» випускає портативну надцентрифугу FC-100 та її модифікації для очищення трансформаторного масла.

Таблиця 7.4

Характеристика надцентрифуг типу СГС та СГО

Показники	СГС-100, СГО-100	СГС-150, СГО-150
Максимальна пропускна здатність по воді, $м^3$/год	До 750	До 2 000
Габаритні розміри, м: довжина ширина висота	 080 0,64 1,68	 1,125 0,65 1,96
Маса, кг	587	850
Внутрішній діаметр ротора, м	0,11	0,15
Висота ротора, м	0,72	0,75
Максимальний фактор розділення	13 000	15 000
Частота обертання, об/хв	15 000	13 500
Максимальне завантаження, Н	100	200

Ймовірно, на нафтобазах, складах, заправних станціях, особливо аеродромних складах, включення сепараторів у техно-логічну схему видачі дозволить значно збільшити чистоту наф-топродуктів, що видаються, і тим самим істотно підвищити надійність і довговічність роботи двигунів. Основною переш-кодою до широкого впровадження очищення нафтопродуктів за допомогою сепараторів є їхня мала продуктивність і додаткові економічні витрати. Однак прості підрахунки показують, що збі-льшення довговічності роботи двигунів за рахунок додаткового очищення палив навіть на 5 % у короткий строк окупить всі

витрати на установку центрифуг. Тому очищення нафтопродуктів за допомогою сепараторів необхідно широко впроваджувати.

2.3. Очищення нафтопродуктів за допомогою центрифуг

Ефективність очищення палив і масел від забруднень залежить від конструкції центрифуг. Зі збільшенням частоти обертання ротора й зменшенням в'язкості палива ефективність очищення збільшується (табл. 7.5, 7.6). Найбільш легко видаляються крупні частки (рис. 7.11).

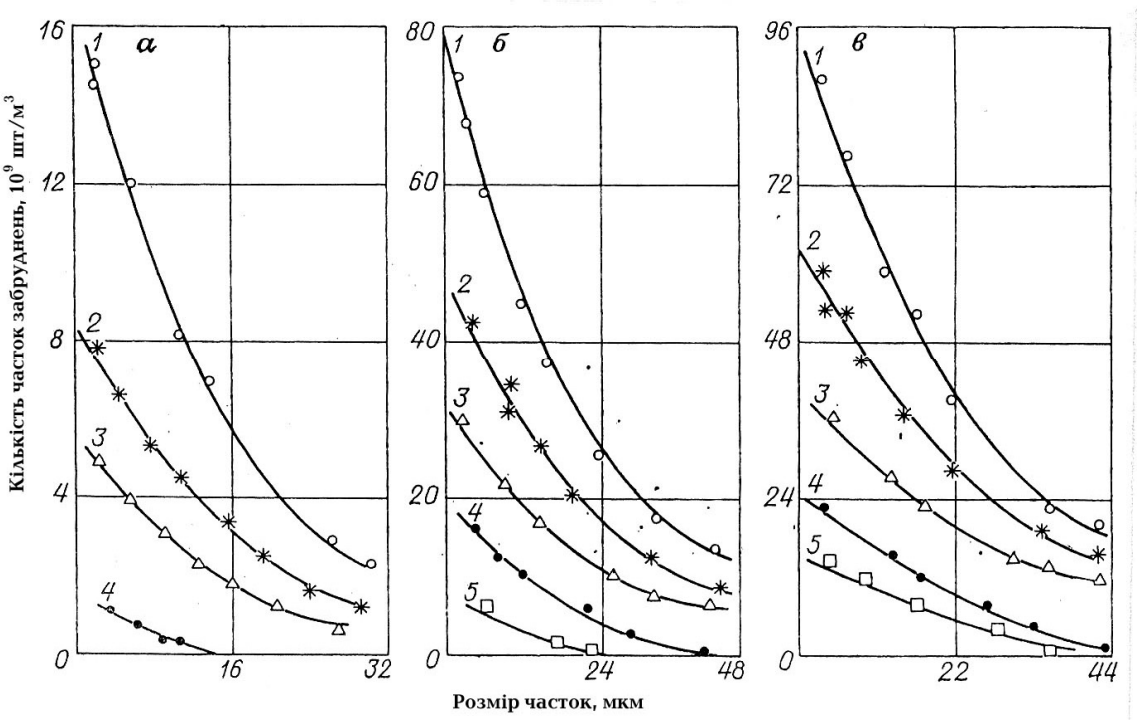

Рис. 7.11. Ефективність очищення нафтопродуктів центрифугуванням:
а – АИ-93; б – ДЛ; в – МК-8;
1 – вихідне паливо; паливо після очищення при частоті обертання ротора, об/хв: 2 – 3000; 3, 5 – 12000; 4 – 16000. Температура, ˚С: 2 – 4 – 20...25; 5 – 72.

Забруднення вихідного бензину АИ-93 становила 0,15, дизельного палива ДЛ – 0,35, масла МК-8 – 0,4 мг/кН. Після очищення при максимальній частоті обертання забрудненість всіх палив знизилася до 0,05...0,07 мг/кг.

Таблиця 7.5

Ефективність очищення дизельного палива трубчастим сепаратором з гідроприводом

Вміст забруднень, 10^{-4} %		Повнота очищення, %	Частота обертання, об/с
До сепарації	Після сепарації		
37	22	40,5	41,0
39	18	53,8	62,3
44	15	66,0	65,0
55	16	71,0	86,2
98	17	82,8	91,2

Таблиця 7.6

Ефективність очищення дизельного палива трубчастим сепаратором

Вміст забруднень		Повнота очищень, %	Частота обертання ротора, об/хв	Продуктивність сепаратора, 10^{-6}, $м^3/с$	Температура палива, ºС
до сепарації	після сепарації				
Алюмінієвий ротор					
0,0420	0,0084	80,0	11273	128	32
0,0535	0,0145	72,9	5507	114	32
0,0392	0,0149	62,0	5673	67	32
0,0275	0,0028	89,8	5907	20	32
0,0542	0,0210	61,3	4340	87	47
0,0404	0,0099	75,5	8655	88	47
0,0483	0,0116	76,0	10720	98	47
0,0213	0,0062	70,9	10307	43	47
Сталевий ротор					
0,3514	0,0204	94,2	5373	113	47
0,3184	0,0227	92,8	8026	127	47
0,2451	0,0168	93,1	11100	133	47
0,2270	0,0164	92,8	11100	138	47
0,1131	0,0093	91,8	8026	130	47
0,1981	0,0137	93,0	8026	128	47
0,1261	0,0061	95,2	7260	114	47
0,0198	0,0005	97,5	8026	53	47
0,0098	0,0014	85,7	15050	101	47
0,0049	0,0010	79,6	16100	115	47

Підвищення температури сприяє збільшенню ефективності очищення. Так, при очищенні дизельного палива та масла МК-8 підвищення температури з 22 до 72 °С збільшує ефективність очищення приблизно на 25...30 %. За допомогою сепараторів з нафтопродуктів відділяються найбільш шкідливі домішки – які не згорають та мають високу зольність. Наприклад, сепаратор фірми "Де Лаваль" видаляє з мазуту 0,018...0,055 % забруднень, 50 % з яких припадає на золу. Після видалення цих забруднень коксівність мазутів зменшується в 3 рази, зольність – в 2 рази. Покращуються і інші характеристики мазутів. У центрифугах можна відокремити частки, що відрізняються по щільності від основної рідини. Смолисті речовини та інші продукти окислення відокремлюються значно гірше, ніж на фільтрах. Осад на фільтрі складається в основному із забруднень органічного характеру: смол, оксикислот, карбенів та інших продуктів окислювання й термічного розкладання масла. Відкладення в сепараторі більш ніж наполовину складаються з мінеральних речовин: часток заліза, піску та ін. На фільтрі цих часток затримується близько 10 %.

Застосування центрифуг замість фільтрів для очищення масел значно зменшує вміст у них абразивних часток. Заміна фільтрації відцентровим очищенням масел зменшує зношування гільз двигунів приблизно на 30...50 %. Однак за допомогою центрифуг розчинні смоли та продукти окислювання видалити не можна. Тому найбільше доцільно спільне застосування для очищення нафтопродуктів сепараторів і фільтрів.

3. ФІЛЬТРАЦІЯ

3.1. Теоретичні основи
3.2. Фільтрувальні матеріали
3.3. Будова фільтрів
3.4. Очищення нафтопродуктів фільтрацією

Фільтрація є ефективним і доступним засобом відновлення якості нафтопродуктів. З її допомогою можна ефективно видалити тверді забруднення. Процеси фільтрації нафтопродуктів широко застосовують на нафтобазах, складах, АЗС, господарствах та ін. Незважаючи на розробку спеціальних фільтрів, видалення емульсійної води методами фільтрації не можна вважати вирішеною проблемою. Ступінь очищення нафтопродуктів від забруднень визначається технологічною схемою фільтрації і, особливо, типом застосовуваних фільтрів.

3.1. Теоретичні основи

При фільтрації тверді частки забруднень затримуються на поверхні фільтруючої перегородки й проникають у її пори. Це явище характерно для нафтопродуктів, які представляють собою малоконцентровані суспензії Можливі наступні види фільтрації (рис. 7.12): з повним закупорюванням пор, з поступовим закупорюванням кожної пори багатьма твердими частками, з утворенням осаду та проміжний.

Фільтрація з повним закупорюванням пор на практиці зустрічається рідко.

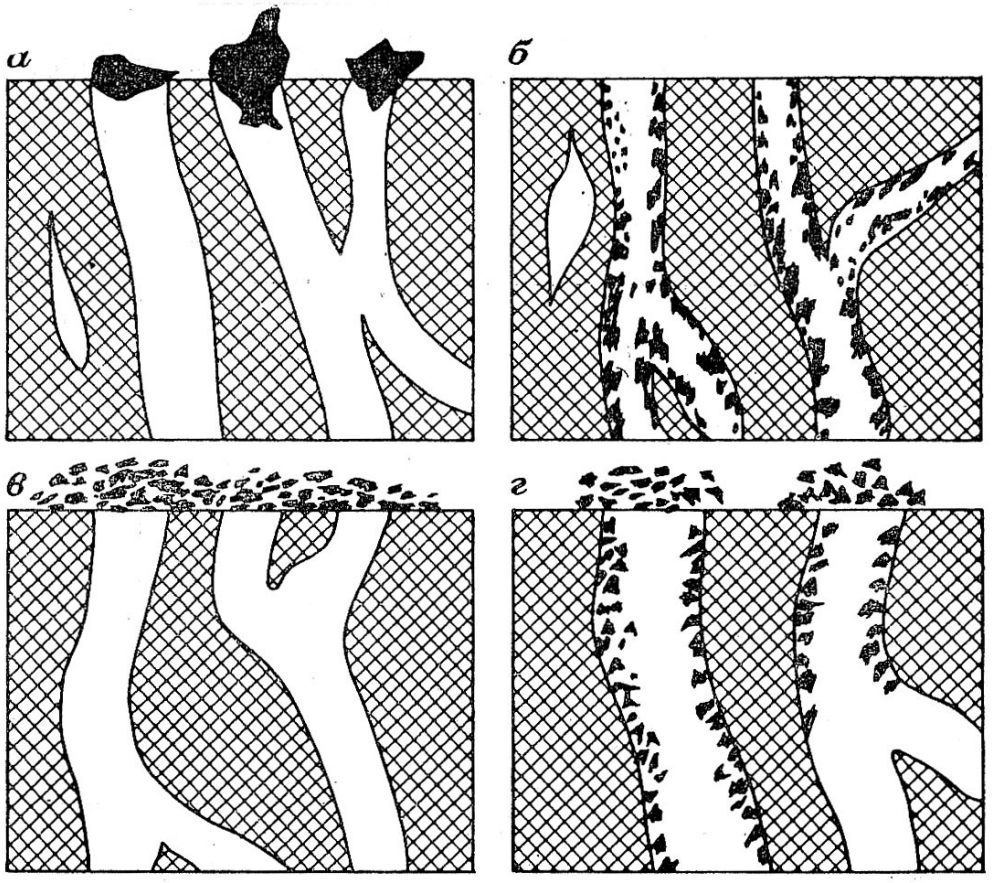

Рис. 7.12. Види фільтрації:
а – з повним закупорюванням пор; б - з поступовим закупорюванням кожної пори багатьма твердими частками; в - з утворенням осаду; г – проміжний.

Швидкість фільтрації нафтопродукту в початковий момент максимальна (ω_0). Якщо в одиниці об'єму нафтопродукту знаходиться N зважених часток, то після отримання фільтрату в кількості G число закупорених отворів буде $N \cdot G$. Отже, швидкість фільтрації нафтопродукту зменшується.

$$\omega = \omega_0 - K_1 \cdot G \qquad (7.14)$$

де K_1 – постійна величина, яка характеризує інтенсивність зменшення швидкості фільтрації зі збільшенням кількості фільтрату.

Загальний опір фільтрації Ω в даному випадку характеризується величиною, оберненою швидкості. Таким чином, при фільтрації з повним закупорюванням пор інтенсивність збільшення опору фільтра дуже велика.

В процесах фільтрації нафтопродуктів з поступовим закупорюванням пор, їх радіус постійно зменшується. Тому, при фільтрації нафтопродуктів з поступовим закупорюванням пор загальний опір фільтра менш інтенсивний, ніж в процесах фільтрації з повним закупорюванням пор.

В процесах фільтрації нафтопродуктів з утворенням осаду швидкість фільтрації залежить від опору шару осаду та фільтруючої перегородки. Дослідженнями встановлено, що при фільтрації нафтопродуктів з утворенням осаду підвищення загального опору при збільшенні кількості фільтрату залишається постійним.

На підставі проведених досліджень рядом вчених в нашій державі можна зробити висновок, що ріст інтенсивності загального опору із збільшенням кількості фільтрату зменшується при переході від фільтрації нафтопродуктів з повним закупорюванням пор до фільтрації з утворенням осаду. Найбільш вигідний з практичної точки зору процес фільтрації нафтопродуктів з утворенням осаду, найменш вигідний – з повним закупорюванням пор.

Проміжний вид фільтрації може наближатися до фільтрації із частковим закупорюванням пор або утворенням осаду. У відповідності до цього показник ступеня Ω буде наближатися до 1,5 або 0. В практиці зустрічається проміжний випадок між фільтрацією з повною та поступовою закупоркою пор фільтрів. Тоді показник ступеня Ω буде лежати між 1,5 та 2. Таким чином, всі види фільтрації характеризуються загальним рівнянням:

$$\frac{d\Omega}{dG} = k\Omega^{\alpha} \qquad (7.15)$$

де k – постійна величина, яка залежить від способу фільтрації;

α – показник ступеню опору фільтрації, α = 0...2.

Фільтрація з повним закупорюванням пор та утворенням осаду є граничними випадками, що не зустрічаються на практиці.

3.2. Фільтрувальні матеріали

Фільтрувальні матеріали (перегородки) є самою істотною частиною фільтрів. Від правильного вибору фільтрувальних матеріалів залежить продуктивність фільтрування і якість одержуваного фільтрату. Для надійного очищення нафтопродукти повинні фільтруватися через перегородки: фільтруючу, на якій затримуються тверді частки; коагулюючу, на якій краплі коалесціюють; водовідштовхувальну для відділення вільної води від палив і масел.

Фільтрувальні матеріали повинні задовольняти наступним вимогам:

— надійно затримувати можливо більшу кількість твердих часток і диспергированої води:

— мати невеликий гідравлічний опір при максимальній питомій пропускній здатності;

— легко і багаторазово регенеруватися від забруднень;

— не змінювати фізико-хімічних, механічних властивостей і геометричних розмірів при контакті з продуктами, які очищують, та при впливі ударних, теплових і вібраційних навантажень;

— мати високий ресурс роботи;

— не електризувати продукт, який очищається;

— після використання легко утилізуватися без забруднення зовнішнього середовища;

— мати добрі технологічні і конструктивні властивості: легко гофруватися, склеюватися та ін ;

— бути дешевими, з доступною сировинною базою.

Фільтруючі властивості перегородок оцінюються якісними і кількісними параметрами. До перших відносять максимальний або середній розмір пор фільтрувального матеріалу і максимальний розмір часток, що пройшли через фільтруючу перегородку; до других – коефіцієнт відфільтрування, коефіцієнт пропускання, номінальну тонкість фільтрації, тонкість відсіву, повноту відсіву, порову структуру матеріалу. Якісні критерії не дають досить повної оцінки фільтрувальних матеріалів, тому що вони не відображають ефективності відділення часток забруднень розміром менше розмірів пор. Зневага дрібними частками забруднень неприпустима через процеси коагуляції. Кількісні критерії оцінки також неоднаково відображають якість фільтрувальних матеріалів.

Повнота відсіву забруднень, що характеризується масовим або об'ємним коефіцієнтом відсіву, не має явно вираженої функціональної залежності між загальним змістом і розподілом часток по розмірах. Цей критерій не несе інформації про дисперсний склад забруднень.

Спроби зв'язати оцінку фільтруючих властивостей фільтрів з розподілом пор по розмірах поки не увінчалися успіхом. Це пояснюється відсутністю надійних методів визначення порової структури і тим, що процес фільтрації не однозначний чистому розсіюванню. Це добре ілюструється рис 7.13., де суміщені результати визначення порової структури матеріалів, дисперсний склад забруднень у фільтраті та ефективність відфільтрування часток забруднень фільтрувальними матеріалами. Інші кількісні критерії базуються на деяких конкретних значеннях коефіцієнтів відфільтрування φ та пропускання ξ, які пов'язані між собою залежністю:

$$\varphi = 1 - \xi \qquad (7.16)$$

Ці параметри характеризують здатність фільтра затримувати частки забруднень у всьому діапазоні їх розмірів, але ж точність одержуваних даних залежить від ступеня достовірності результатів аналізу дисперсного состава забруднень. Оскільки

помилка в підрахунку часток великих розмірів досить велика, то φ та ξ – малодостовірні і не можуть служити об'єктивною оцінкою фільтра в цій області розмірів часток.

Номінальна тонкість фільтрації і тонкість відсіву можуть бути оцінені коефіцієнтами відфільтровування або пропускання. При оцінці фільтрів по цих параметрам частки, за розмірами більші значень тонкості фільтрації, до уваги не беруть.

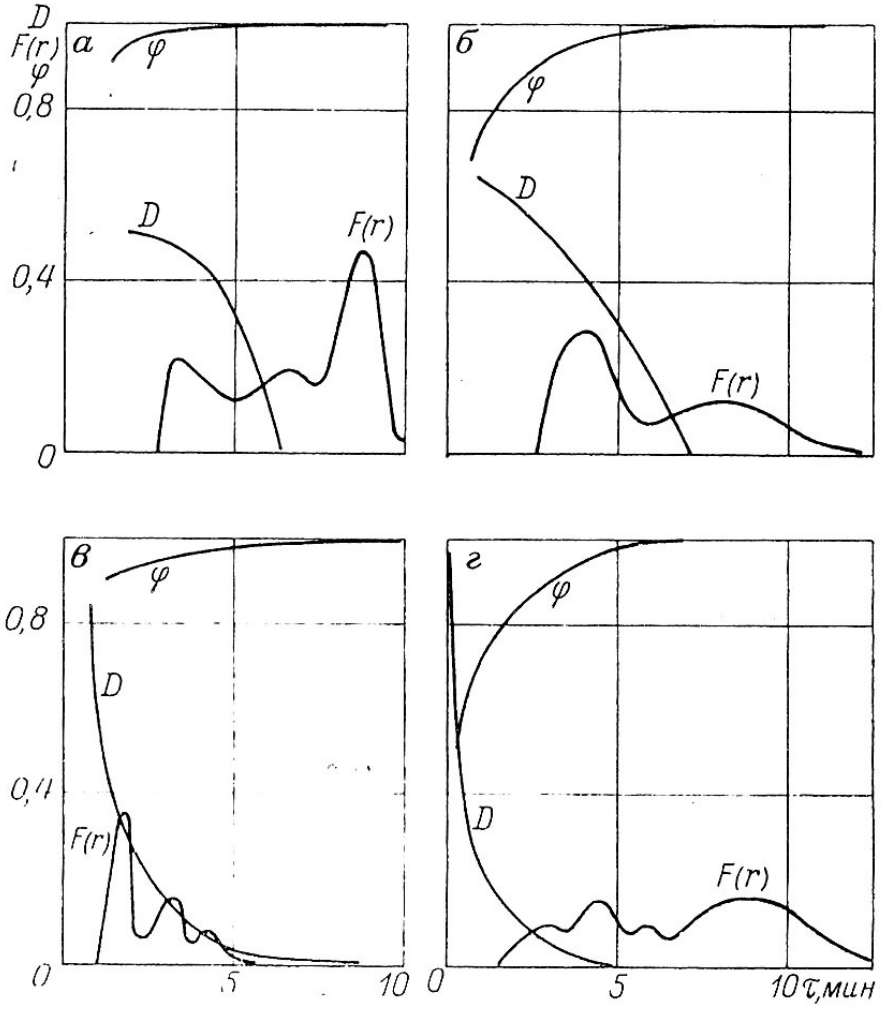

Рис. 7.13. Характеристики фільтрувальних матеріалів:
а – ФЕП-5; б – АФБ-5; в – ФНС – 5; г – нетканинний фабрики ім. Ногина (2 шари); r – радіус пор матеріалу та часток забруднень; F(r) – розподілення пор за розмірами; D – склад забруднень у фільтраті; φ – коефіцієнт відфільтрування часток забруднень.

Два фільтри з однаковою номінальною тонкістю фільтрації можуть мати різний склад кінцевих фракцій, зміст яких становить від 1 до 10 % до їхнього числа у суспензії, яку фільтрують. Серед неприйнятих до уваги часток можуть бути такі, розмір яких неприпустимий за умовами експлуатації прецизійних пар. І з цим необхідно рахуватись, оскільки в наш час відсутні якінебудь рекомендації та не досліджувалися припустимі норми забруднень у паливі понад номінальну тонкість фільтрації. Таким чином, характеристики фільтра тільки по номінальній тонкості фільтрації так само недостатньо, як і по величині найбільшої частки, що пройшла через фільтр. Більш правильною представляється оцінка фільтрів по двох критеріях: номінальної тонкості фільтрації та величині найбільшої частки, як це прийнято в стандартах США на фільтри для гідравлічних рідин. Значення коефіцієнта відфільтрування, по якому визначається номінальна тонкість фільтрації, повинно бути досить достовірним. Це може бути досягнуто у випадку достатнього об'єму статистичних даних.

Розрахунками встановлено, що для часток розміром від 1 до 10 мкм достовірні значення коефіцієнта не перевищують 0,97. Це значення може бути рекомендовано в якості критерію для визначення номінальної тонкості фільтрації палив сучасними фільтрувальними матеріалами.

В наш час відома велика кількість фільтрувальних матеріалів, які можна класифікувати за різними ознаками (рис 7.14). На поверхневих фільтрувальних перегородках (папір, повсть, тканини, металеві сітки та ін.) тверді частки затримуються на поверхні, практично не проникаючи в пори фільтруючого елемента. У глибинних фільтрувальних перегородках тверді частки затримуються в глибині фільтруючого елемента. Це явище спостерігається, коли частки домішок значно менше отворів фільтрувальних матеріалів, а концентрація забруднень не настільки висока, щоб утворити зводи над входами в пори. В практиці доводиться фільтрувати різні продукти з різним ступенем

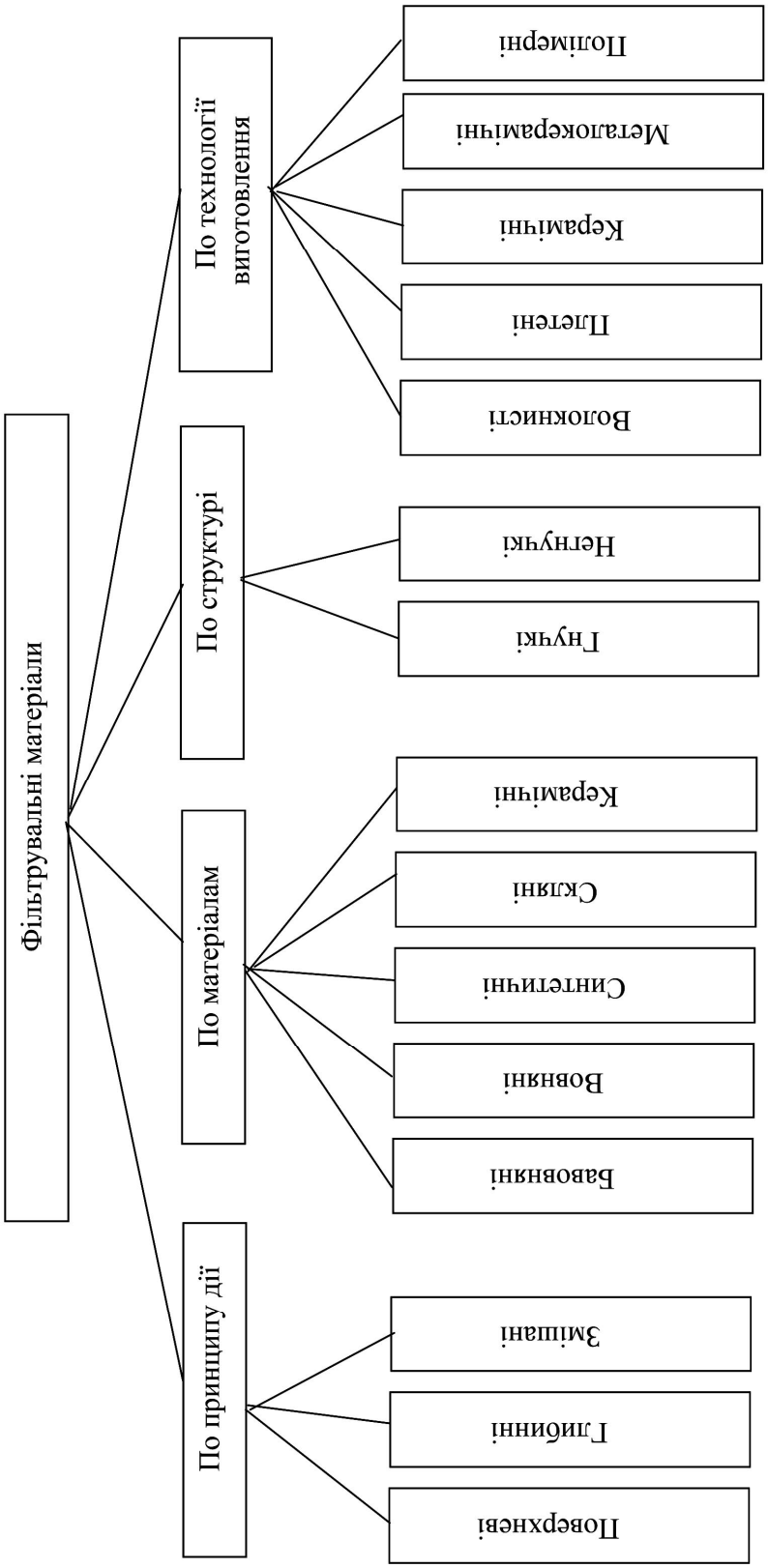

Рис. 7.14. Класифікація фільтрувальних матеріалів

забруднення. Вимоги до якості фільтрату теж не завжди однакові. Тому для виправлення якості нафтопродуктів застосовують різноманітні матеріали з різною фільтруючою здатністю.

Гнучкі фільтрувальні перегородки можуть бути виготовлені з різних матеріалів. Негнучкі перегородки можуть бути жорсткими і нежорсткими. Негнучкі жорсткі перегородки виготовляють у вигляді досить товстих дисків, плиток, циліндрів із часток твердих матеріалів спіканням, а іноді пресуванням. Негнучкі нежорсткі перегородки складаються з твердих часток, які жорстко не зв'язані між собою. Ці матеріали являють собою шари часток кам'яного, деревного, тваринного вугілля, коксу, глини, піску, деяких неорганічних солей, діатоміту. Їхнє застосування можливо, якщо є горизонтальна опорна перегородка. Перевагою цих фільтрувальних перегородок є можливість підтримки їх у чистому стані шляхом промивання, у результаті якого змінюється взаємне розташування твердих часток фільтруючого елемента.

Для відновлення якості нафтопродуктів найбільш широко застосовують металеві сітки, ткані і неткані натуральні та синтетичні матеріали, металокераміку і інші фільтрувальні перегородки. Застосування нетканих матеріалів і пористого фторопласта дозволяє підвищити тонкість фільтрації, зменшити масу фільтрувальних пакетів і їхню вартість у випадку застосування нетканих матеріалів. Однак пористий фторопласт досить дорогий, механічна міцність елементів ФЕП і нетканих матеріалів відносно невисока.

Фільтрувальні перегородки з металу можуть бути виготовлені у вигляді перфорованих аркушів, сіток і тканин. Сітки квадратного плетива виготовляють із латуні, фосфористої бронзи; сітки саржевого плетива – з маловуглецевої і нержавіючої сталей, міді, латуні, фосфористої бронзи, нікелю і монель-металу. Найбільше часто застосовувані сітки квадратного плетива мають розміри отворів 40...100 мкм. Розмір отворів сіток квадратного плетива 40 мкм є мінімальним, у той час як сітки сарже-

вого плетива часто застосовуються з розмірами отворів 20 мкм і менш. Наприклад, широко застосовують для фільтрування палив сітки саржевого плетива зі сталі Х18Н9Т з розмірами отворів 20 мкм, а також нікелеві сітки з розмірами отворів 12...16 мкм.

Металокерамічні фільтри виготовляють із металевих порошків пресуванням, прокаткою та спіканням. В якості металевих порошків зазвичай використовують бронзу, нержавіючі і маловуглецеві стали, які можуть бути хромовані для підвищення корозійної стійкості. Фізичні властивості, хімічний склад, структура, пористість і міцність металокерамічних фільтрів можуть бути досить різноманітними. Розмір отворів у таких перегородках може бути 1...75 мкм, а пористість досягати 50 %. Міцність на розтяг досягає 70 МПа/м^2.

Металокерамічні перегородки доцільно застосовувати в процесах фільтрації із закупорюванням пор та утворенням осаду. Установлено, що для металокерамічних фільтрів, виготовлених з металевих часток розміром 63 мкм, збільшення товщини перегородки з 1 до 3 мм на тонкість фільтрації істотного впливу не робить, однак гідравлічні характеристики фільтруючих елементів при цьому погіршуються.

Зі збільшенням тонкості фільтрації пропускна здатність фільтрів, природно, зменшується. Після 90 з фільтрування палива через фільтруючий елемент товщиною 0,03 м пропускна здатність перегородок з порошку із частками 600, 300, 200, 100 та 63 мкм зменшується відповідно на 50, 60, 80, 82 та 86 %.

Фільтри з порошків металів доцільно виготовляти двошаровими: верхній шар з більш крупних часток, а нижній – з більш дрібних Тонкість фільтрації в цьому випадку практично дорівнює тонкості фільтрації через фільтр, виготовлений із дрібних часток тієї ж товщини. У двошарових фільтрувальних перегородках, виготовлених з порошків металів відповідно 200, 63 та 300, 63 мкм, обидва шари працюють практично рівномірно. У двошарових металокерамічних фільтрах потік найкраще направляти убік зменшення отворів. У цьому випадку більш

висока пропускна здатність фільтруючих елементів зберігається протягом тривалішого часу. Зі збільшенням діаметра забруднень верхній шар фільтруючого елемента повинен бути виготовлений з більш крупних часток.

Для видалення забруднень із палив крім металевих фільтрів досить часто застосовують синтетичні і натуральні тканини. В порівнянні з іншими тканинами бавовняні використовують найбільш широко. Для фільтрування застосовують бязь, міткаль, діагональ, бельтинг. Наприклад, у фільтрах ФГТ у вигляді одношарових чохлів для фільтрування бензину і дизельного палива застосовують діагональ. Під тонкі тканини часто у вигляді підкладки використовують парусину. Характеристики тканин, ступінь крутіння ниток, число ниток на одиниці довжини, спосіб їхнього переплетення, товщина та ін. – визначають властивості тканин стосовно до процесів фільтрації. Дуже важливі також такі властивості тканин, як міцність на розтяг, здатність затримувати забруднення та відокремлюватись від осаду, схильність до закупорювання отворів твердими частками забруднень, проникність по відношенню до фільтрату, стійкість у середовищі нафтопродуктів. Оскільки всі тканини мають в тій чи іншій ступені шорстку поверхню, то здатність тканин можливо повніше відокремлюватися від осаду набуває важливе значення. Волокна, які виступають, та надають шорсткість тканинам, можуть бути вилучені обробкою аміачним розчином окису міді. Найбільш гладка поверхня виходить у тканин (мерсеризованих), які були короткочасно занурені в охолоджений концентрований розчин їдкого натру. Для фільтрування палив застосовують також вовняні тканини, які значно уступають по затримуючій здатності та міцності бавовняним. Однак вовняні тканини значно перевершують бавовняні по пружним властивостям. Вовняні тканини промивають холодними промивними рідинами, після чого фільтруючі елементи із цих тканин слід швидко висушити і повісити в сухому приміщенні.

Крім вовняних і бавовняних у якості фільтрувальних перегородок використовують шовкові тканини. Шовкові фільтрувальні тканини мають високу міцність, добре затримують тверді частки та мають достатню проникність по відношенню до рідкої фази. Однак шовкові тканини досить дорогі. Крім того, вони не затримують дрібні частки забруднень, оскільки поверхня тканин доволі гладка. Шовкової тканини в наш час замінюються синтетичними матеріалами. Тканини із синтетичних матеріалів по багатьом характеристикам перевершують тканини із природних волокон. Більшою перевагою синтетичних тканин є їх висока механічна міцність, термічна, хімічна і біологічна стійкість. У цих тканин немає усадки при контакті з рідинами. В якості синтетичних фільтрувальних перегородок використовуються поліхлорвінілові, полівінілхлоридні, віньонові, совіденові, нітронові, поліамідні, лавсанові, поліпропіленові, фторлонові та інші тканини. Майже всі синтетичні тканини стійкі до дії кислот і лугів. Однак при підвищених температурах працюють далеко не всі тканини. Високу температуру (вище 100 °С) витримують нітронові, поліамідні, лавсанові, фторлонові тканини. Полівінілхлоридні, перхлорвінілові, совіденові тканини мають невисоку теплостійкість (не вище 60...75 °С). Поліпропіленові тканини розчиняються в уайт-спириті, діхлоретані та деяких інших полярних розчинниках.

У всіх тканинних фільтрах забруднення палив затримуються в основному в отворах, утворених нитками. В переплетеннях волокон ниток затримується лише 5...15 % забруднень.

Фільтродіагональ і фільтросванбой – найпоширеніші бавовняні тканини для фільтрування – мають тонкість фільтрації 30...40 мкм в одному шарі і 10...20 мкм у трьох шарах. Пропускна здатність одношарових перегородок з фільтродіагоналі та фільтросванбою становить 0,101 та 0,1425 $м^3/(с·м^2)$. Для тришарових фільтрів пропускна здатність знижується відповідно до 0,036 та 0,05 $м^3/(с·м^2)$.

Пропускна здатність фторлоновых тканин різна і залежить від їхньої щільності та інших фізико-хімічних характеристик.

Наприклад, фторлон арт. 22391/1 при однаковій тонкості фільтрації має в 5 разів меншу пропускну здатність, ніж фторлон арт. 22152/2. Найбільшу пропускну здатність мають фторлон з ацетохлорином, капрон і нітрон. Однак тканина з фторлона з ацетохлорином може бути використана при температурі не вище 18 °С. При більше високій температурі відбувається руйнування ацетохлорина.

В якості фільтрувальних перегородок для очищення нафтопродуктів широко використають також неткані матеріали, які виготовляють у вигляді стрічок, аркушів із синтетичних, вовняних (фетр, повсть), лляних, бавовняних волокон, паперової маси та ін. Окремі волокна в нетканих перегородках зв'язані між собою в результаті механічної обробки або додавання деяких зв'язувальних речовин. В окремих випадках неткані перегородки захищаються рідкою тканиною. Наприклад, фільтрувальний нетканий матеріал для пального складається з волокон капрону і волокон бавовни, які склеюються синтетичним карбоксилвмістним латексом. Для підвищення водо- і термостійкості до латексу додають термореактивну смолу - метазин.

Фільтрувальний матеріал виготовлюють наступним чином. Спочатку аеродинамічним способом одержують шар волокнистої маси, потім його просочують латексом до приросту ваги 270...300 % по відношенню до маси вихідного волокнистого матеріалу. Потім матеріал сушать при 70 °С до вологості 15 % і термічно обробляють протягом 10...15 хв. при 120...l40 °С. Для ущільнення отриманий матеріал пропускають через вальці. Об'ємна пористість при зміні складу волокнистого шару міняється незначно і становить 53...79 %. Середній розмір пор залежить від складу волокнистого матеріалу та у цілому збільшується зі збільшенням вмісту капрону. Тонкість фільтрації в один шар становить 20...30 мкм, а в три шари фільтрувального матеріалу з бавовни і капрону № 4000 досягає 10 мкм. Неткані перегородки можуть бути виготовлені так, що розміри їхніх пор будуть зменшуватися в напрямку потоку рідини. Це знижує

гідравлічний опір перегородки і поліпшує її фільтраційні характеристики. Таку структуру фільтрувальної перегородки можна отримати нанесенням на сітку у вакуумі шарів послідовно дрібних, суміші дрібних та великих і, нарешті, великих волокон з подальшим пресуванням. Фільтрувальні неткані перегородки з механічно зв'язаних синтетичних волокон отримують проколюванням $(1,5...2)\cdot10^6$ отворів на 1 $м^2$ з наступною обробкою рідиною для їхнього зменшення.

Для фільтрування застосовують також фторлон, фторлон з ацетохлорином і фторопласт – в якості пористих перегородок. Фільтрувальний матеріал з пористого фторопласта (ФЕП - фільтроэлемент пористий) можна застосовувати для фільтрування не тільки нафтопродуктів, але й агресивних рідин. Пористий фторопласт виготовляють шляхом спікання порошку фторопласта-4 із хлористим натрієм у співвідношенні 1:3. Суміш пресується у два етапи: спочатку при тиску 10...20, а потім 80...90 МПа. Після цього суміш обробляють при 370...390 °С протягом 2 год із наступним охолодженням на повітрі. З метою одержання пористого матеріалу з елемента видаляють хлористий натрій кип'ятінням у дистильованій воді з наступним сушінням при 110...l40 °С. Розміри пор у ФЕП залежать від розміру часток NaCl. Зі зменшенням часток хлористого натрію розміри пор і їхня кількість на одиниці об'єму збільшуються.

Пористі елементи із фторопласта виготовляють постійної пористості. Механічні частки затримуються тільки верхнім шаром глибиною 0,02...0,04 м. Наступні шари практично в роботі не беруть участь, але в значній мірі знижують питому пропускну здатність. Виходячи з умов міцності, пористі елементи виготовляють товщиною не менше 0,06...0,08 м. Більше перспективним варто вважати ФЕП змінної пористості. Розміри пор в таких елементах повинні зменшуватися в напрямку потоку фільтрування. В цьому випадку в роботі беруть участь зовнішній і внутрішній шари. Експериментально встановлено, що при однаковій тонкості фільтрації пропускна здатність елемента

зі змінною пористістю майже на 40 % вище, ніж елемента з постійною пористістю.

У повнорозмірних фільтрах при початковому перепаді тиску 0,05 МПа елементи з ФЕП мають пропускну здатність, приведену в довідковій літературі. При випробуванні фільтруючих елементів у режимі постійного перепаду тиску 0,23 МПа встановлено, що після фільтрування 20 $м^3$ палива з 0,003 % забруднень пропускна здатність великого циліндра з композиції Г зменшується на 20 %, в режимі змінного тиску від 0,04 до 0,13 МПа – з 0,087 до 0,042 $м^3/(с·м^2)$, а тонкість фільтрації поліпшується приблизно на 10 мкм. Фільтрувальні елементи з пористого фторопласта мають максимальну пропускну здатність палива — близько 0,56 $м^3/(с·м^2)$. Ці перегородки допускають перепад тиску до 0,307 МПа. Фільтрувальні перегородки з пористого фторопласта можна промивати зворотним потоком чистого палива, що є їхньою важливою перевагою.

Відомі фільтрувальні перегородки, які виготовляють нанесенням металу на неткані матеріали. Ці перегородки стійкі до 200...250 °С и мають гарні фільтруючі властивості. Фільтрувальний папір застосовують у цей час в основному у фільтрах автопаливозаправників. Він представляє собою непроклеєний папір високого ступеня чистоти. Частіше всього в якості фільтрувальних перегородок застосовують папір АФБ-1, АФБ-5 та ін. Ці перегородки являють собою щільний картон товщиною 5 мм. Для поліпшення механічних властивостей папір просочують спиртовим розчином бакелітового лаку марки А з 23 % смоли. Потім папір сушать при 25...30 °С та нагрівають для полімеризації лаку протягом 30...90 хв при 60...200 °С. Фільтропакети з паперу характеризуються тонкістю фільтрації до 1,5...2 мкм і коефіцієнтом повноти очищення 0,98...0,99.

Для очищення палив застосовують також кераміку, елементи щілинного типу, каркасно-дротові і інші фільтрувальні матеріали. Керамічні фільтрувальні перегородки виготовляють з попередньо здрібненого кварцу або шамоту, які ретельно змі-

шують зі зв'язувальною речовиною, наприклад тонкодисперсним силікатним склом, і обпалюють. Перегородки у вигляді пластин або порожніх циліндрів виготовляють змішуванням кварцового порошку із сумішшю термореактивної смоли і розчинника та наступним гарячим пресуванням.

За допомогою фільтрувальних перегородок з нафтопродуктів можна видалити не тільки механічні домішки, але й воду. Найпоширеніші для очищення нафтових палив від води волокнисті суміші з гідрофобних і гідрофільних волокон, гідрофобних тканин, паперу. Неткані матеріали з однорідних волокон характеризуються невисокими коагуляційними властивостями. Лавсанові і поліпропіленові волокна мають набагато кращі водовідокремлюючі властивості. Ефективність відокремлення води залежить від товщини фільтрувальної перегородки. Для кожного матеріалу існує оптимальна товщина, перевищення якої призводить до повторного диспергирування.

Більша частина водозатримуючих тканин ефективно відокремлюють воду лише при невеликих швидкостях фільтрування – не більше 0,00267 $м^3/(с \cdot м^2)$. Водовідштовхувальні тканини ефективніше водовбірних. Швидкість відділення води з нафтопродуктів залежить від їхнього загального забруднення, хімічного складу, температури, режиму фільтрування, фізико-хімічних властивостей фільтрувального водовідокремлюючого матеріалу.

Найбільш ефективний є матеріал, що складається з 30 % хлоринових і 70 % віскозних волокон. Гідрофільні скловолокнисті матеріали з волокнами від 0,5 до 2 мкм мають майже однакову коагулюючу здатність. Зі збільшенням діаметра волокон гідравлічні характеристики фільтрів поліпшуються.

Гідрофобні властивості перегородкам можна додати обробкою фенолформальдегидною смолою або фенольними спиртами. Матеріали з волокон, оброблених такими методами, забезпечують повне відділення води. Ефективність відділення води скловолокнистими матеріалами залежить від товщини перегородки. По коагулюючим властивостям перегородки з декількох

шарів з волокнами різної товщини набагато ефективніше моноперегородок. На підставі цих даних розроблений уніфікований водовідокремлюючий елемент ФВЕ для фільтрів-сепараторів.

3.3. Будова фільтрів

Для очищення нафтопродуктів застосовують різноманітні фільтри. Відповідно до Держстандарту фільтри класифікують по номінальній пропускній здатності, номінальній тонкості фільтрації, виду нафтопродукту, що очищається, і типу фільтрувального матеріалу. Ці показники відбиті в умовній позначці фільтра. Наприклад, фільтр для пального із пропускною здатністю 120 м^3/год, з номінальною тонкістю фільтрації 20 мкм і фільтруючим елементом з нетканого матеріалу позначають ФГН-120-20. Фільтрувальні матеріали позначають: Б - папір; Н - нетканий матеріал; Т - тканина; К - кераміка; С - сітка; М – металокераміка. Відповідно до ГОСТ 19211-80 фільтри виготовляють трьох типів із пропускною здатністю 30, 60 та 120 м^3/год. Кожен тип фільтра може бути виготовлений з фільтруючими елементами з тонкістю фільтрації 5, 20 та 40 мкм (табл. 7.7). ГОСТ 19211-80 передбачена уніфікація (з коефіцієнтом не менше 80 %) конструкції корпусів і деталей кріплення фільтруючих елементів; регламентований обсяг приймально-здавальних, періодичних і типових випробувань фільтрів; визначені єдині методики визначення основних показників їхньої якості. ГОСТ передбачене визначення гідравлічних характеристик, повноти і тонкості фільтрації, брудоємкості, ресурсу роботи, герметичності, повітропроникності, якості ущільнення фільтруючих елементів, а також імовірності безвідмовної роботи фільтра B:

$$B = \frac{\tau_{ср} - \tau_{у}}{\tau_{ср}} \qquad (7.17)$$

де $\tau_{ср}$ - середній час роботи фільтра до гранично допустимого забруднення фільтруючих елементів;

$\tau_{у}$ - сумарний час усунення відмов фільтра.

Середнє значення часу напрацювання на відмову

$$\tau_{напр} = \frac{\tau_{ср}}{N} \qquad (7.18)$$

де N— число відмов за час випробувань.

В та $\tau_{напр}$ характеризують надійність роботи фільтра. Імовірність безвідмовної роботи фільтра в період гарантійного строку при довірчій імовірності 0,8 повинна бути не менш 0,96, а середнє значення часу наробітку на відмову - не менш 630 год.

Таблиця 7.7

Параметри фільтрів

Показники	Номінальна пропускна здатність, м^3/год								
	30			60			120		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номінальна тонкість фільтрації, мкм	5	20	40	5	20	40	5	20	40
Напрацювання до гранично допустимого забруднення, м^3, не менше	100	250	350	150	300	550	300	600	1100
Робочий тиск, МПа, не менше	0,6			0,8			1,6		
Перепад тиску, МПа: початковий, не більше гранично допустимий, не менше	0,05 0,15								

Продовження табл. 7.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Діаметр корпусу фільтра, м, не більше	0,35			0,400			400		
Маса, Н, не більше	-	400		-	700		-	1100	

Таблиця 7.8

Фільтри для масел

Показники	ФМС-8-70	ФМН-10-20	ФМН-50-20
Тип фільтра	Дисковий		
Пропускна здатність, $м^3$/год	8	10	50
Фільтрувальний матеріал	Сітка № 0063	Нетканий	
Тонкість фільтрації, мкм	70	15...20	
Робочий тиск, МПа	0,4	0,8	
Перепад тиску, МПа: початковий, не більше максимально допустимий	 0,35	 0,05 0,2	 0,2
Розміри, м: довжина висота діаметр корпуса	 - 0,475 0,276	 0,538 0,715 0,430	 0,550 1,090 0,475
Маса, Н	170	400	1050
Ресурс роботи, $м^3$	100	-	-

Незважаючи на різноманітність фільтрів в їхній конструкції є багато загального. Відмінність складається в основному в будові фільтруючого елемента та застосовуваних фільтрувальних матеріалів. Технічна характеристика застосовуваних фільтрів наведена в табл. 7.8. Фільтр складається з корпуса, фільтруючого елемента, приладів для виміру тиску та приєднувальних пристроїв. Корпус фільтра зазвичай представляє собою сталеву циліндричну посудина зварної конструкції. Зверху або збоку (в горизонтальних фільтрах) корпус закривається кришкою, яка кріпиться до нього через ущільнювальну прокладку за допомо-

гою відкидних болтів. Кришка деяких фільтрів, наприклад ФГН, являє собою кришку-ковпак. Сферична кришка приварюється до циліндричної обичайки. Вона закриває фільтруючий елемент зверху й збоку, що дозволяє оглядати його з цих боків. Зовні корпус фільтра має вхідний і вихідний патрубки. Фільтруючий елемент складається з каркаса та фільтрувального матеріалу Каркас є опорою фільтрувального матеріалу. Його конструкція повинна забезпечувати механічну міцність елемента і мінімально екранувати поверхню пористого матеріалу. По конструкції каркаса фільтри в основному бувають трьох типів: дискові, кошикові та спіральні. Дискові каркаси є у фільтрах ФГН і масляних, кошиковті - у паперових фільтрах ФГБ і спіральні - у тканинних фільтрах типу ФГТ.

Центральна труба фільтра служить в якості збірник фільтрату і його вихідної магістралі. Вона може конструктивно входити у фільтруючий елемент або корпус. В стінках труби є отвори різної конфігурації, через які надходить фільтрат. Для контролю за перепадом тиску на корпусі фільтра встановлюють диференціальний манометр. У фільтрах типу ФГТ нафтопродукт надходить через вхідний патрубок, далі через проміжні сітки йде до фільтруючого чохла і по дренажній сітці, розташованої між витками чохла, надходить у центральну трубу, по якій виходить із фільтра.

Фільтруючі чохли у фільтрах ФГТ установлюються в такий спосіб. Чохол надягають на внутрішні сітки, закріплені на колекторній трубі. Кінці сіток закріплюють за гачки, які пришиті всередині кишень чохла. Щільне з'єднання чохла досягається на нижньому кінці колекторної труби затягуванням конічної шайби спеціальною гайкою, а на верхньому - за допомогою шестигранної і круглої шайб, які затягуються гайкою. При затягуванні гайок складки чохла під шайбами утворюватися не повинні. Після цього укладають проміжні сітки між кишенями чохла і одну на верхню кишеню. Відкритий кінець чохла загинають по кутах, перегинають 1...2 рази вбік колекторної труби та притискають до неї в бік верхньої проміжної сітки.

Потім фільтрувальний пакет із сітками обертають навколо колекторної труби, обертаючи трубу убік верхньої проміжної сітки. При цьому потрібно стежити за тим, щоб проміжні сітки виступали рівномірно по торцях пакета. Згорнутий у спіраль пакет затягують стяжним ременем, опускають у корпус фільтра і закручують до відмови у вихідному патрубку фільтра. Після цього встановлюють кришку і закріплюють відкидними болтами в корпусі фільтра.

В процесі експлуатації фільтруючі чохли періодично промивають. Для цього зливають пальне з корпуса фільтра через зливний кран, виймають і розбирають фільтрувальний пакет, оглядають фільтруючий чохол Якщо чохол не має ушкоджень, то його промивають чистим бензином, при цьому бензин не повинен попадати усередину чохла. Потім сушать чохол на повітрі. Після цього складають фільтрувальний пакет і встановлюють його в корпус фільтра. Гідравлічні характе-ристики фільтрів типу ФГТ представлені на рис. 7.15.

Фільтри типу ТФ мають фільтрувальний пакет у вигляді кошика з перфорованої сталі, обтягнутою сіткою. На кошик установлюють чохол з фільтрувального матеріалу. Порядок установки чохлів наступний. Виймають каркаси з корпуса фільтра, встановлюють їх на торцеві поверхні стаканів і оглядають сітки каркасів. На поверхні каркасів не повинно бути механічних домішок або волокон, які можуть викликати забруднення палив. Потім виймають фільтруючі чохли з упакування і після зовнішнього огляду надягають їх на каркаси фільтрів у встановленій послідовності. Щільно обв'язують фільтруючі чохли шнуром* по внутрішньому відігнутому краю і зовнішньому жолобі каркаса фільтра; при обв'язці необхідно уникати утворення складок по колу каркаса. Чохли на каркасі повинні бути закріплені надійно і не мати забруднень.

* Для обвязування фільтруючих чохлів не можна застосовувати гуму, гумову тканину та інші матеріали, які розчиняються у нафтопродуктах.

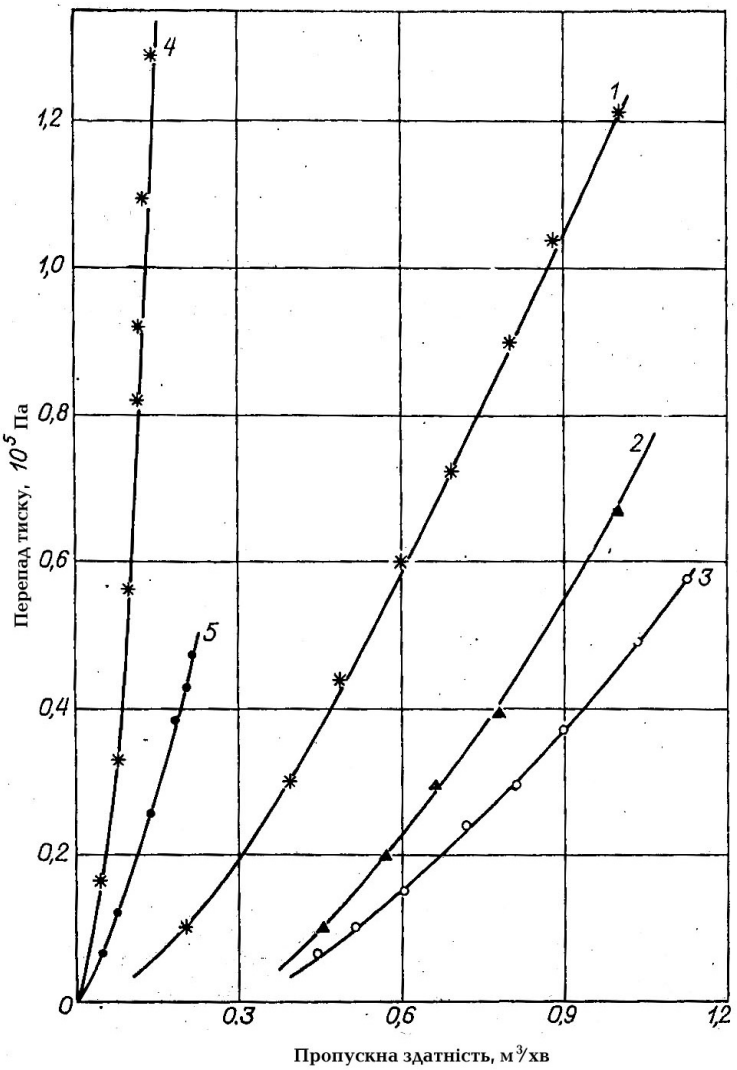

Рис. 7.15. Гідравлічні характеристики фільтрів ФГТ-30-40(1...4) та ФГТ-15-40 (5):
1 – дизельне паливо "Л"; 2 – паливо ТС-1; 3 – бензин А-76; 4, 5 – масло в'язкістю 230 мм^2/с.

Після цього промивають внутрішню поверхню корпуса фільтра, встановлюють каркаси з фільтруючими чохлами на центральну трубу фільтра, закріплюють їх притискною гайкою, установлюють і кріплять кришку на корпусі. При фільтруванні нафтопродукт надходить через фільтруючий чохол у корзину і далі по центральній трубі виходить із фільтра.

У масляному фільтрі ФМС-8-70 фільтрувальний пакет являє собою набір дискових фільтруючих елементів із бронзової сітки № 0063 з тонкістю фільтрації 60...70 мкм. Фільтр ФМС-8-70 застосовується для грубого очищення при прийомі і видачі масел. Більш тонке очищення масел можна здійснювати фільтрами ФГТ з чохлами з фільтродіагоналі та нетканого фільтрувального матеріалу. У цьому випадку пропускна здатність фільтрів зменшується в кілька разів. Наприклад, при фільтруванні трансформаторного масла при перепаді тиску 0,05 МПа фільтр ФГТ-15-40 має пропускну здатність 0,001 $м^3/с$, а фільтр ФГТ-30-40 - 0,00317 $м^3/с$.

Для очищення палив і масел широко застосовуються також більше перспективні фільтри типу ФГН (рис. 7.16).

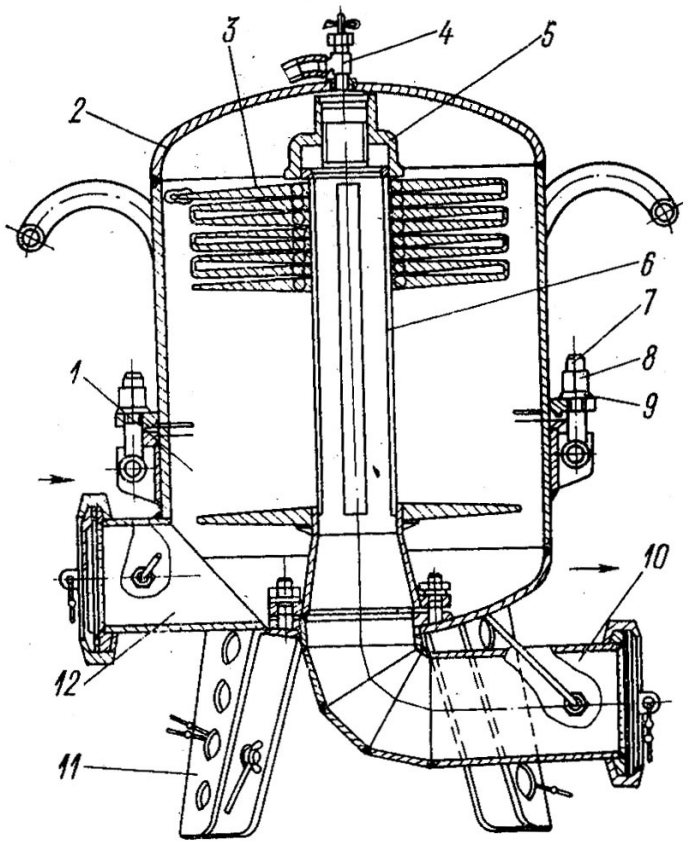

Рис. 7.16. Фільтр типу ФГН:
1 – корпус; 2 – кришка-колпак; 3 – фільтрувальний пакет; 4 – кран для випуску повітря;5 – затискна гайка; 6 – центральна труба; 7 – відкидний болт; 8 – гайка; 9 – шайба; 10 – вихідний патрубок; 11 – опори (3 шт.); 12 – вхідний патрубок

Ці фільтри аналогічні по будові, але розрізняються пропускною здатністю, розмірами і робочими характеристиками. Фільтр типу ФГН являє собою вертикальну циліндричну посудину з роз'ємом у нижній частині. Всередині корпуса на центральній трубі містяться фільтрувальні пакети — складені зиґзаґом двошарові чохли з нетканого матеріалу із вставленими усередину вісьма дисками. Чохол надівається на диски шляхом послідовного перегину на 180° при дотриманні умови збігу центральних отворів у дисках з отворами в чохлі. Чохол з вісьма дисками являє собою один фільтруючий елемент. У фільтр ФГН-30 установлюється по три таких елемента, у фільтри ФГН-60-по чотири та у фільтри ФГН-120 – по шість. Зібрані фільтруючі елементи надягають на центральну трубу і зверху затискають фігурною гайкою із компенсуючим пристроєм. Нафтопродукт, що фільтрується входить у порожнину фільтра через вхідний патрубок, проходить через два шари нетканого матеріалу, очищається від механічних домішок і надходить по дренажній системі через вихідний патрубок у напірний трубопровід. Фільтри ФГН-30 і ФГН-60 обладнані диференціальними манометрами МДФ-100МХ10, а фільтр ФГН - 120 - двома манометрами МТ -100-25. Фільтри типу ФГН здатні затримувати частки розміром більше 5...10 та 10...15 мкм. При цьому повнота фільтрації становить 0,72...0,89.

Дослідженнями встановлено, що фільтри типу ФГН можна успішно застосовувати для очищення масел. Фільтр ФГН-120 забезпечує пропускну здатність по маслу 50 м^3/год, а ФГН-30 – близько 10 м^3/год. Ці фільтри були названі відповідно ФМН-50 і ФМН-10. Фільтри покриті теплоізоляцією з пінополіуретану товщиною 10 см для зменшення охолодження масел у зимовий час при зупинці перекачування. Теплоізоляція значно зменшує швидкість охолодження масла:

Час, год	0	1	2	3	5
Температура масла в фільтрі, ˚С:					
без ізоляції	50	22	12	4	-2
з ізоляцією	50	38	32	27	18

Для фільтрування авіаційних палив застосовують фільтри типу ФГБ. Їх встановлюють в основному на засоби заправлення літальних апаратів. У циліндричний корпус фільтра паливозаправників установлюють фільтрувальний пакет (рис. 7.17), що представляє собою кришку-збірник із шістьома перфорованими трубами, на кожну з яких монтується по два паперових фільтруючих елементи. Елементи зовні закриваються перфорованим кожухом. Реактивне паливо, яке надходить у фільтр, проходить через перфорований каркас і два шари фільтрувального паперу. Очищене від механічних домішок паливо направляється по перфорованих трубах в кришку-збірник, потім у центральну трубу корпуса і через вихідний патрубок виходить із фільтра.

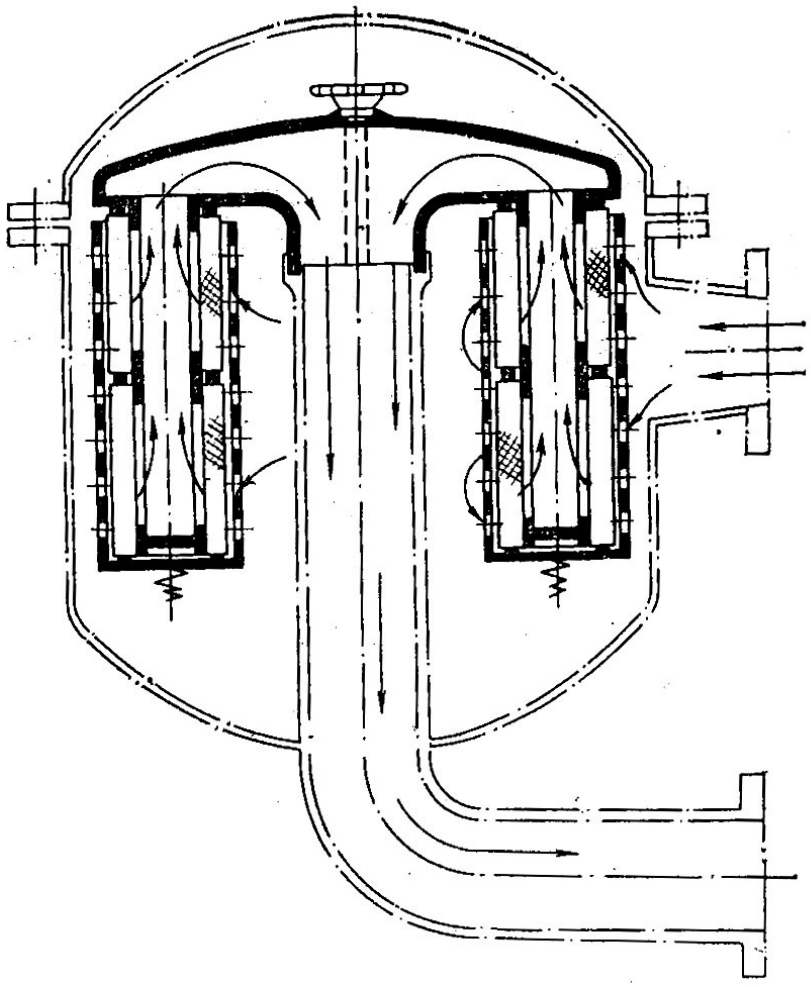

Рис. 7.17. Паперовий фільтрувальний пакет

Для очищення реактивних палив застосовують пакети 8Д2.966.063 з фільтруючими елементами 8Д2.966.055 з номінальною тонкістю фільтрації 5 мкм і абсолютною - 10 мкм. Елемент виготовлений із двох шарів паперу: зовнішнього з АФБ-1к та внутрішнього з АФБ-5, зміцнених із внутрішньої сторони просоченої бакелітовим лаком бавовняною канвою. Він має вигляд багатопроменевої зірки.

Фільтрувальні пакети складаються з 12 фільтруючих елементів, які укріплюють на кришці-збірнику. Пакет виконується у двох варіантах, що розрізняються конструкцією кріплення. Варіанти взаємозамінні і можуть встановлюватися у фільтри типу ТФ-2 замість пакетів ТФЧ-16К та ТФЧ-150-200К.

Розроблено перспективний елемент 8Д2.966.690 з номінальною тонкістю фільтрації 3 мкм і абсолютною — 6 мкм. Цей елемент взаємозамінний з елементом 8Д2.966.055. Перший шар елемента виготовляють із паперу АФБ-5, а другий — з картону КФТ-3. Фільтрувальний пакет з елементом 8Д2.966. 690 позначається індексом 8Д2.966.700 і має наступні технічні характеристики: пропускна здатність 36 $м^3$/год; початковий перепад тиску не більше 0,05 МПа, максимально припустимий — 0,15 МПа; номінальна тонкість фільтрації 3 мкм, абсолютна — 6 мкм; діапазон робочих температур ±50 °С; маса сухого пакету не більше 300Н.

Таким чином, розробка фільтрувального пакета 8Д2.966.700 дозволяє створити комплекс уніфікованих пакетів з різною тонкістю фільтрації, які встановлюють у корпусі фільтрів одного типу. Цими пакетами є: ТФЧ-16К (ТФЧ-150-200К) з тонкістю фільтрації 15...20 мкм для попереднього очищення палив, пакет 8Д2.966.063 з тонкістю фільтрації 5...10 мкм для першого ступеня фільтрування палив та 8Д2.966.700 з тонкістю фільтрації 3...6 мкм для остаточного очищення палив перед заправленням літальних апаратів.

Останнім часом усе ширше починають застосовувати фільтруючі елементи з пористого фторопласта. Типовий фільтр складається з корпуса, каркаса і циліндричних фільтруючому еле-

ментів ФЕП. Внутрішній діаметр ФЕП 0,05, зовнішній 0,075, висота 0,24 м, загальна поверхня фільтрування 0,88 м^2. На заправному агрегаті розміщається блок із двох фільтрів в корпусі кожного є циліндр ФЕП пропускною здатністю 30 м^3/год (рис. 7.18).

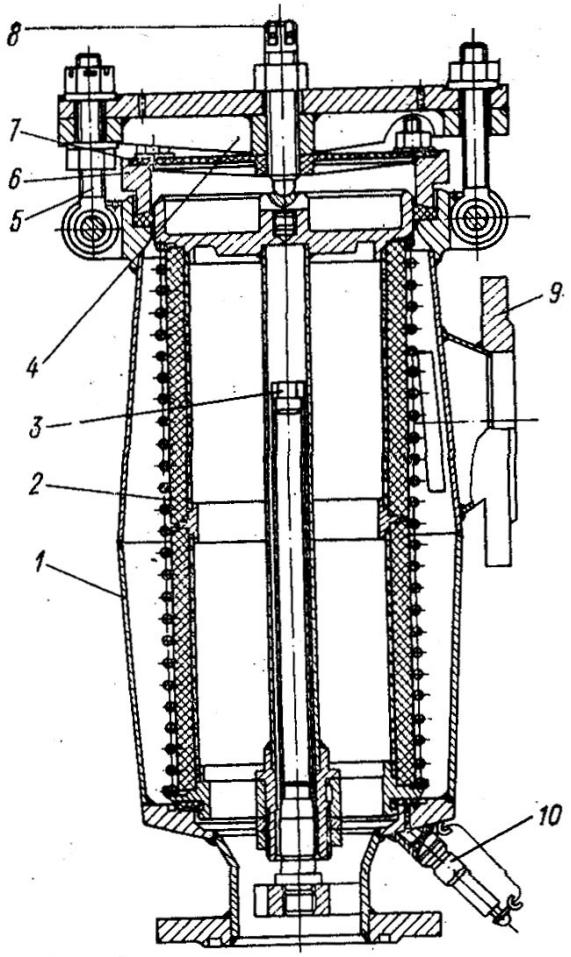

Рис. 7.18. Фільтр з елементом ФЕП:
1 – корпус; 2 – фільтрувальний пакет; 3 – шток; 4 – коромисло; 5 – відкидний болт; 6 – натискний фланець; 7 – кришка; 8 – гвинт; 9 – приєднувальний фланець; 10 - штуцер

Останнім часом починають досить широко застосовувати фільтри з фільтруючими елементами з металокераміки, як правило виконаними у вигляді циліндрів і сочевиць. Циліндри розташовуються у фільтрі концентрично. Металокерамічні елементи мають високу механічну міцність, що дозволяє створювати

фільтри напівбезперервної дії із протиточним промиванням фільтруючих елементів від забруднень за допомогою фільтрату. Однак зворотне промивання металокерамічних фільтрів не забезпечує повного відновлення проникності, хоча це відновлення в металокерамічних фільтрів вище, ніж у паперових:

	Пропускна здатність фільтра, %	
	металокерамічного	паперового
Новий фільтр	100	100
Після регенерації		
першої	95	85
другої	89	65
третьої	84	50

В процесі експлуатації час між очищеннями скорочується. Після зниження проникності до 70...80 % фільтр, як правило, заміняють новим. Установлено, що при зберіганні використаних фільтрів із залізного порошку на повітрі їх регенерованість погіршується.

За рубежем приділяється велика увага вдосконалюванню фільтрів. Запропонована конструкція паливного фільтра з рухливим фільтруючим стаканом, що виконує роль байпасного клапана. Для авіаційних фільтрів існує небезпека випадання часток води на сітці фільтра і їх замерзання, що може привести до зростання гідравлічного опору фільтра. Фільтруючий елемент глухим кінцем опирається на пружину, а відкритим притискається до вхідної кришки. При малому опорі фільтра реактивне паливо проходить через сітку. При збільшенні опору фільтруючий елемент переміщується в осьовому напрямку, стискаючи пружину і відкриваючи кільцеву щілину для перепуску палива повз фільтр. Коли лід розтане, відновляється звичайний плин рідини через фільтр.

Розроблений паливний фільтр із двома ступенями фільтрування — грубої і тонкої (рис. 7.19).Через фільтр грубої очистки паливо проходить по каналу 2. Частина палива очищується більш глибоко через фільтр тонкого очищення. Таким чином,

можна отримати після фільтра два потоки палива різного ступеня чистоти. Запропонований двоступінчастий фільтр, кожна ступінь якого виконана з фільтруючого паперового аркуша. Аркуші гофровані і згорнуті в циліндр. Наповнювачем першого аркуша є волокнисте скло, просочене гумою; наповнювачем другого аркуша - волокнистий целулоїд, також просочений гумою. Другий аркуш має більшу фільтруючу можливість, чим перший. Обидва аркуші накладаються один на одного і нагріваються. При цьому гума вулканізується, обидва аркуші склеюються і робляться твердими. Виконаний у такий спосіб циліндр із зовнішньої і внутрішньої сторони обкладається металевою сіткою. Зовнішня сітка має менші осередки, ніж внутрішня; зверху і знизу фільтр скріплюється пластиковими (поліуретановими) обоймами, які надіваються на фільтр у нагрітому виді.

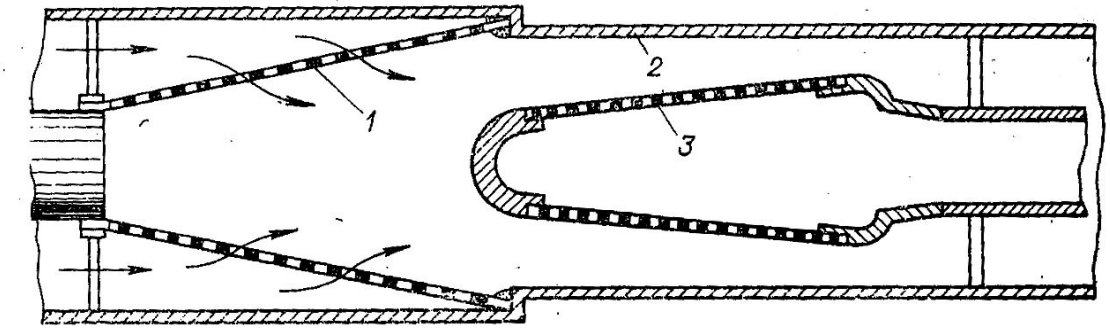

Рис. 7.19. Паливний фільтр з двома ступенями фільтрування:
1 – фільтр грубої очистки; 2 – канал для очищеного палива; 3 – фільтр тонкої очистки

Відомі пульсуючі фільтри. Такий фільтр складається із трубопроводу з двома симетрично розташованими гілками, паралельними посередині і збіжними на кінцях. На початку розгалуження в трубопровід вмонтовано дефлекторне пристосування, виконане у вигляді заокругленої труби. Воно забезпечує почергове відбиття струменя рідини в гілці трубопроводу з використанням ефекту Коанда. На паралельних ділянках гілок трубопроводу встановлені фільтруючі сітки циліндричної форми, і з зовнішньої сторони мають камери для прийому відфільтрованої рідини. Ці камери з'єднані одна з одною і з відвідною частиною

трубопроводу системою трубок, що мають місцеві звуження, а також розширення на вході очищеної рідини в зливну трубу.

При роботі пристрою вихідна рідина надходить в одну з гілок трубопроводу, частково фільтрується через сітку і виводиться назовні пристрою. При цьому частина відфільтрованої рідини надходить через систему трубок у зливну трубу, а частина - у прийомну камеру іншої гілки і, проходячи через іншу сітку у зворотному напрямку, забезпечує її очищення від домішок, що відклалися. Почергове фільтрування і регенерація сіток у кожній з гілок забезпечують безперервну роботу фільтра.

Основним недоліком фільтрів тонкого очищення є не поверхневе засмічення, а потрапляння часток у пори фільтра. При такому виді засмічення звичайне промивання не дає ефекту.

Фірма «Lucas» (Англія) розробила фільтр тонкого очищення з автоматичним промиванням пульсуючим потоком змінного напрямку. Через внутрішні порожнини двох паралельних циліндричних фільтруючих елементів вздовж осі проходить основний потік палива, що надходить далі на дозатор. Фільтрування цього палива здійснюється звичайним фільтром. Частина палива, пройшовши через мікронні фільтруючі елементи із внутрішніх порожнин назовні, надходить по каналу на живлення вузлів регулятора. За допомогою струминного елемента, вбудованого у вузол фільтра, потік, що проходить через тонкі фільтруючі елементи, реверсується із заданою частотою, обумовленою розмірами струминного елемента. Фільтр перевірявся при частотах від 320 до 1000 Гц. Завдяки реверсуванню частки вимивалися з пор фільтрів і неслися основним потоком. Гасіння пульсацій вихідного потоку забезпечується розмірами жиклерів у порожнині на вході.

Для запобігання неприпустимого перепаду тиску палива на фільтрі при засміченні і своєчасній сигналізації про регламентні роботи по заміні або очищенню розроблений фільтр з автоматичною системою переміщення фільтруючого елемента. В корпусі фільтра (рис. 7.20) встановлений патрон із двома котушками. Фільтруючий елемент поміщений на шляху палива, коту-

шка 5 може повертатися під дією пружини, при цьому відбувається перемотування фільтруючого елемента с котушки 4 на котушку 5. Переміщенню фільтруючого елемента перешкоджає стопор 2, що входить у його перфорацію. Перепад тиску на фільтрі діє на клапан перепаду (на рис. 7.20 не показаний). При досягненні граничного Δp клапан звільняє стопор 2, фільтруючий елемент перемотується на котушку 5 і на шляху палива встановлюється незасмічена ділянка. Після зменшення Δp до заданого значення фільтруючий елемент знову стопориться. Число обертів котушки 5 передається на покажчик, по якому контролюється ресурс фільтра і своєчасна заміна фільтрувального патрона.

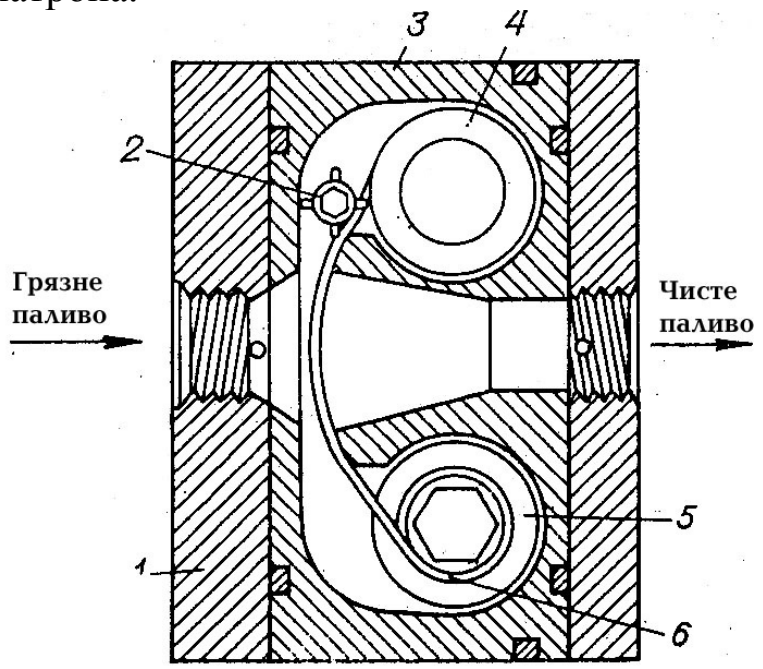

Рис. 7.20. Фільтр з фільтруючим елементом, який переміщується:
1 – корпус фільтра; 2 – стопор; 3 – фільтрувальний патрон; 4, 5 – котушки;
6 – фільтруючий елемент

Для очищення фільтрів крім механічних способів можна застосовувати ультразвук, що найбільше перспективно для очищення металокерамічних фільтрів. Очищення проводять у збу-

дженій ультразвуком рідини. У цьому випадку очищаються навіть найдрібніші пори.

Застосування магнітних фільтрів для видалення забруднень, що містять метали, є досить перспективним. Магнітні фільтри відокремлюють сталеві і чавунні частки розмірами 0,002...0,025 мм і розділяють суміші, що складаються з магнітних і немагнітних часток при співвідношенні не менш 20:1. При цьому ступінь очищення становить 70 %. Втрата напору у фільтрах при забрудненні, як правило, не перевищує 0,025 МПа. Магнітний фільтр являє собою антимагнітний корпус із кришкою, у який поміщений фільтруючий елемент. Останній складається з антимагнітного стрижня, на який надітий постійний магніт в антимагнітному кожусі. Магніт затиснутий двома сталевими башмаками. Фільтруючий елемент представляє собою набір сталевих кілець, і з'єднаних латунними смугами і надітими на кожух магніту. Частки металу затримуються в елементі магнітним полем. Застосування магнітних фільтрів виправдано тільки тоді, коли забруднення в нафтопродуктах (наприклад, у відпрацьованих маслах) містять значну кількість металу. За рубежем для очищення масел і мастильно-охолоджувальних рідин досить широко застосовують магнітні фільтри в комбінації з фільтрами грубого і тонкого очищення.

Для відділення вільної води з нафтових палив застосовуються сепаратори. Відомо застосування сепараторів СТ500-2, СТ500-3, СТ500-2М, СТ2000. Сепаратор СТ500-2 складається зі сталевого циліндричного корпуса з кришкою і водовідокремлюючого пакету. На кришці розташовані вхідний патрубок і манометр. Нижня частина корпуса є відстійником зі зливальним пристроєм. Водовідокремлюючий пакет складається з каркаса і чохла, каркас - з концентрично розташованих конічних корзин і зовнішнього кожуха Чохол має фільтруючий і водовідокремлюючий елементи. В якості фільтруючого елемента застосовується фільтросванбой, що очищає паливо від механічних домішок і захищає водовідокремлюючий елемент від зайвого засмічення. Водовідокремлюючий елемент складається із суміші гідрофіль-

них і гідрофобних волокон: 70 % бавовни і 30 % капрону, розділених на дві частини, кожна з яких укладена в тканину перкаль «П». З однієї сторони кожної частини накладають тканину АСТ-100 і прошивають поздовжніми швами. Обидві частини з'єднують разом. Чохол у складеному виді утворить концентричні ланки, кожну з яких надягають на відповідну корзину. Нижні кінці ланок переходять у шлейфи, які є начебто продовженням водовідокремлюючого чохла і служать для відводу у відстійник води.

Сепаратор працює таким чином. Паливо через патрубок на кришці подається в розсікач потоку сепаратора. Рівномірно розподіляючись по поверхні чохла, паливо з дрібнодисперсною водою проходить через чохол, фільтрується від механічних домішок, а краплі води осідають на водовідокремлюючому елементі. За рахунок сил поверхневого натягу дрібні краплі води з'єднуються в більші і поступово стікають у нижню частину чохлу, продавлюються потоком палива крізь товщу чохла і осідають у нижній частині сепаратора. Відстій періодично зливають. У фільтрі-сепараторі СТ500-2М ефективність водовідокремлення і фільтрування підвищена шляхом розміщення між фільтруючими та водовідокремлюючими чохлами проміжного коагулюючого шару ФПП-ДС, облицьованого по обидва боки нетканим матеріалом.

Сепаратор СТ2000 (рис. 7.21) являє собою горизонтальний резервуар, розділений на три сполучені відсіки. Кожний відсік має зверху горловину, а знизу – відстійник з вентилем. У кожному відсіку встановлено 35 циліндричних елементів, які утворюють ідентичні по конструкції пакети. В першому відсікі паливо очищається від механічних домішок на двошарових гофрованих елементах з АФБ-1К и АФБ-5. Великі краплі води в першому відсіку осідають у відстійник. У другому відсіку паливо додатково фільтрується в коагулюючому пакеті, через матеріал ФПА-15, папір АФБ-5, тканину АТМ-1. Мікрокраплі води коагулюють і осідають у відстійник. Мікрокраплі, які не встигли

зкоагулювати і осісти, відносяться на третю ступінь, де на гофрованих водовідштовхувальних елементах з капрону, просоченого кремнійорганичною рідиною, відбувається укрупнення крапель і їх скочування у відстійник. Паливо, пройшовши капрон, додатково очищається від забруднень папером АФБ-5 та через вихідний патрубок третьої ступені виходить у магістральний трубопровід. Ресурс роботи сепараторів, залежить від забруднень палива і становить для СТ500-2 – 15 тис м^3, а для СТ2000 — від 15 до 25 тис м^3.

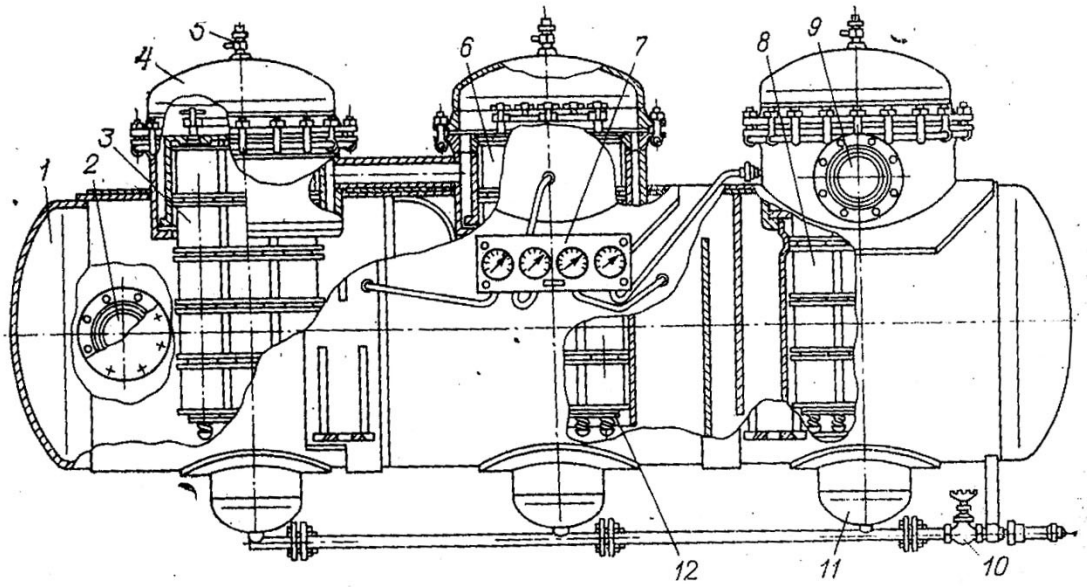

Рис. 7.21. Паливний сепаратор СТ 2000:
1 – днище корпусу; 2 – вхідний патрубок; 3 – фільтруючий елемент;
4 – кришка; 5 – кран для випуску повітря; 6 – коагулюючий елемент;
7 – щиток приладів; 8 – водовідбиваючий елемент; 9 – вихідний патрубок;
10 – вентиль для зливу відстою; 11 – відстійник; 12 – затискний пристрій

Крім розглянутих використовують уніфіковані сепаратори, що включають дві ступені. Перші ступені (рис. 7.22) представляють собою стандартний фільтруючий елемент, що коагулює, який складається із шарів скловолокна, азбестових і органічних волокнистих речовин, бакелитизованого паперу. Елемент поміщений між алюмінієвими циліндрами з перфорацією і має тонкість фільтрації 5 мкм. Максимально допустимий перепад тиску становить 0,14 МПа.

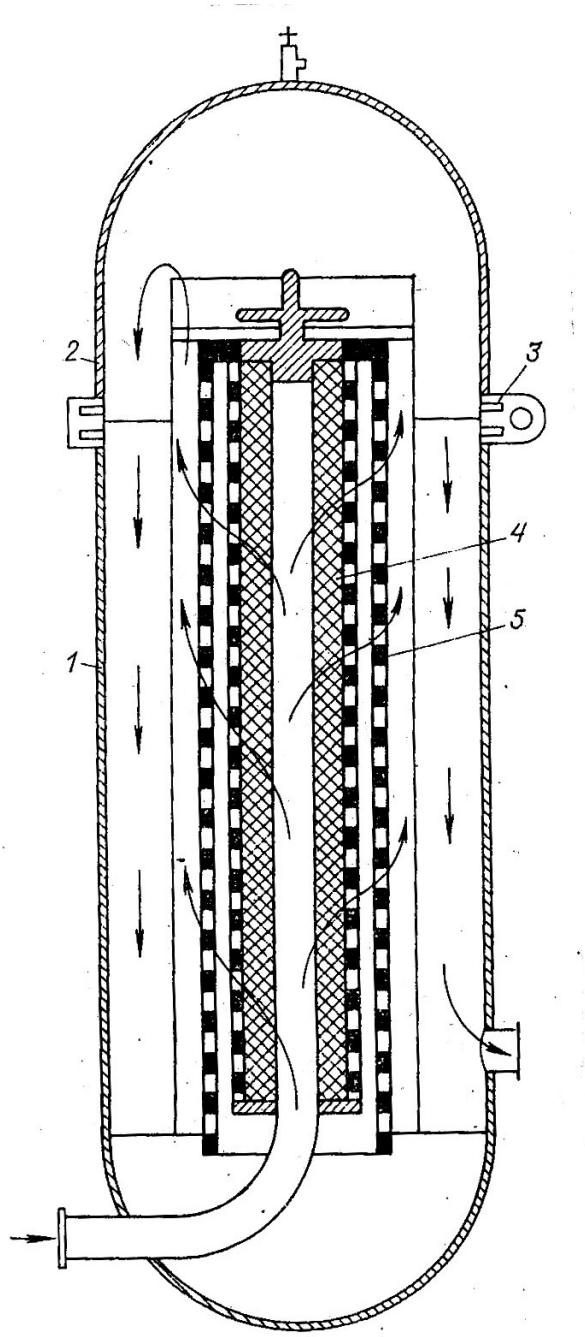

Рис. 7.22. Уніфікований двосупінчастий фільтр-сепаратор пропускною здатністю 3,4 м^3/год:
1 – корпус; 2 – кришка; 3 – стяжний хомут; 4 – фільтруючий коагулюючий елемент; 5 – водовідталкуючий патрон

Друга ступінь уніфікованих сепараторів – не змінюваний патрон, виконаний із сітки монель-металу, що надягають на пер-

шу ступінь – коагулюючий елемент. Сітка покрита фторопластом з яскраво вираженими гідрофобними властивостями. Уніфіковані фільтри-сепаратори аналогічні за будовою і мають різну продуктивність:

Пропускна здатність, $м^3$/год	3,42	11,34	22,68	79,38	136,08
Маса, Н	260	260	320	1530	2880
Розміри, м:					
діаметр	0,203	0,305	0,381	0,686	0,914
висота	0,787	0,813	0,914	0,940	1,143

Сепаратори встановлюють перед фільтрами тонкого очищення в напірних лініях трубопроводів.

Для змішування, фільтрування і зневоднювання масел можна використати установку УСФОМ, принципова схема якої представлена на рис. 7.23.

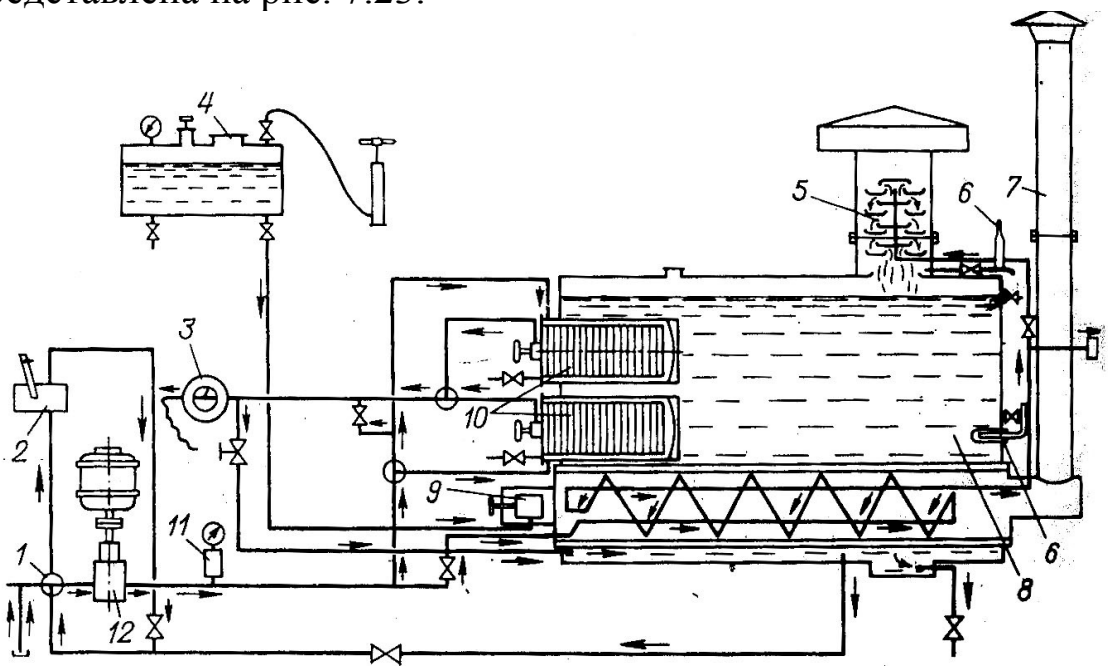

Рис. 7.23. Принципова схема установки для змішування, фільтрації та зневоднення масел:

1 – чотириходовий кран; 2 – ручний насос; 3 – лічильник; 4 – паливний бак; 5 – випаровувач; 6 – термометр; 7 – димова труба; 8 – ємність з маслом; 9 – форсунка; 10 – фільтри тонкої очистки; 11 – манометр; 12 – насос

3.4. Очищення нафтопродуктів фільтрацією

На всіх етапах зберігання і застосування нафтопродуктів очищенню фільтрацією повинна приділятися сама серйозна увага. На нафтобазі, складі, заправному пункті і т.д. повинен бути розроблений комплекс заходів, що запобігають забрудненню палив і масел.

В технологічних схемах нафтобаз і складів повинні бути установлені прилади, що реєструють і регулюють ступінь очищення нафтопродуктів і перекачування палив. Наприклад, для безперервного контролю за вмістом води в паливах встановлюють прилади з автоматичним відключенням насоса у випадку подачі обводненого палива. Забруднення, які не вдається відокремити відстоюванням, видаляють фільтрацією. В наш час фільтрацією видаляються частки крупніше 5 мкм. З розвитком фільтрувальних перегородок тонкість фільтрації досягне 2...3 мкм.

Палива і масла доцільно очищати на всіх ступенях зберігання і застосування уніфікованими фільтрами з різною тонкістю фільтрації. Число ступенів очищення і параметри фільтрів вибирають відповідно до ГОСТ 17216-71 «Промислова чистота. Класи чистоти рідин», яким передбачений розподіл робочих рідин на 19 класів.

На склади і нафтобази нафтопродукти надходять, як правило, залізничним транспортом. При зливі нафтопродукти фільтрують: масла – через фільтри з тонкістю фільтрації 70 мкм; а палива – через фільтри 15...20 мкм. З нафтобаз і складів нафтопродукти видають в автоцистерни та паливозаправники. При цьому їх фільтрують через фільтри з тонкістю фильтрації 15...20 мкм. Надалі після кожного етапу зберігання і транспортування палива фільтрують із тонкістю фільтрації 15...20 мкм. При заправленні техніки тонкість фільтрації автомобільних і дизельних палив доцільно підвищити до 10...15 мкм.

При зливі мастил із залізничних цистерн їх доцільно фільтрувати через фільтри грубого очищення. При видачі зі складу і заправленні техніки масла фільтрують через фільтри з тонкістю фільтрації 15...20 мкм.

У всіх випадках при зберіганні нафтопродуктів на складах необхідно виділяти групу відстійних резервуарів.

На практиці ця схема фільтрування виконується далеко не завжди. Часто, паливо, що прибуває, зливається в основні резервуари без фільтрування. На багатьох нафтобазах і складах відстійні резервуари відсутні. Відсутність відстійних резервуарів і недостатнє фільтрування нафтопродуктів при прийомі і видачі варто вважати недоліком у роботі нафтобаз і складів по забезпеченню необхідної чистоти палив. Особливо важливо ретельне фільтрування дизельних палив, від чистоти яких у значній мірі залежить надійність і довговічність роботи двигунів. Таким чином, багатоступінчаста система фільтрування в поєднанні з відстоюванням і центрифугуванням, а також застосування комплексу організаційно-технічних заходів щодо запобігання забруднення забезпечить необхідну чистоту нафтопродуктів, що істотно підвищите надійність і довговічність роботи техніки.

Для зменшення забруднення нафтопродуктів продуктами корозії всі резервуари, трубопроводи і арматури складів і баз повинні бути виготовлені з корозійностійких матеріалів або мати антикорозійне покриття. Для збільшення ефективності фільтрування і зменшення забруднення палив і масел всі резервуари повинні бути обладнані повітряними фільтрами на дихальних пристроях, відстійниками і пристроями для зливу води та бруду, плаваючими паливозабірниками та іншою допоміжною арматурою. Палива доцільно видавати з видаткових резервуарів закритим способом через сепаратори для відділення нерозчиненої води і через фільтри з тонкістю фільтрації 5 мкм. Дихальні клапани автопаливозаправщиків повинні бути обладнані повітряними фільтрами. Техніку заправляти необхідно закритим способом через фільтри з тонкістю фільтрації 5 мкм.

За допомогою сучасних фільтрів можна видалити з палив значну частину забруднень. При фільтруванні палива через фільтр ФГН-30-20 кількість часток забруднень розміром до 10 мкм знижується на 40...70 %, вміст часток 10...20 мкм зменшується у 8...10 разів, а забруднення крупніше 20 мкм видаляються повністю. Аналогічний ефект очищення спостерігається і при фільтрації через фільтри ФГН-60-20, ФГН-120-20, ФГТ-30-20, ФГТ-60-40, ТФ-2М. За допомогою фільтрів з палив можна видалити забруднення розміром більше 5...10 мкм при фільтруванні через металокерамічні елементи, виготовлені з порошку 50...63 мкм Якщо розміри часток порошку, з якого виготовлений фільтр, збільшити до 100...150 мкм, то тонкість фільтрації погіршиться. У цьому випадку з палив можна видалити частки розміром більше 10...150 мкм.

4. ЗМІШУВАННЯ І ДОДАВАННЯ ВІДСУТНІХ КОМПОНЕНТІВ

4.1. Показники, по яких відновлюють якість нафтопродуктів змішуванням
4.2. Відновлення якості нафтопродуктів змішуванням

4.1 Показники, по яких відновлюють якість нафтопродуктів змішуванням

Відновлення якості нафтопродуктів змішуванням широко застосовують на нафтобазах, складах та ін. Цей метод не вимагає великих економічних витрат і може бути виконаний за допомогою звичайного складського устаткування. Якість палив відновлюють по октановому числу, фракційному складу, щільності, коксівності, кислотності, іодному числу, в'язкості, температурі спалаху, змісту ТЕС, фактичних смол, ароматичних вуглеводнів, сірки, золи, механічних домішок і води; якість масел – по в'язкості, температурі спалаху, коксівності, кислотному числу, зольності, щільності, змісту механічних домішок і води. Якість спеціальних рідин відновлюють по змісту присадок, механічних домішок і компонентів, що входять у їхній склад. Якість некондиційних нафтопродуктів відновлюють шляхом їхнього змішання з нафтопродуктами, що мають запас якості по відповідним показникам, а також додаванням відсутніх компонентів.

4.2. Відновлення якості нафтопродуктів змішуванням

Перед відновленням проводять повний аналіз некондиційного продукту та продукту, що має запас якості, потім розраховують кількість продуктів, що змішують, перевіряють правильність розрахунків аналізом приготовленого в лабораторії зразка суміші і, нарешті, готовлять необхідні для змішування резервуари, засоби перекачування та інше устаткування. При змішуванні в резервуар спочатку подають паливо з більшою щільністю, а потім у нижню частину резервуара перекачують необхідну кількість палива з меншою щільністю, що поліпшує умови змішування. Після цього отриману суміш перемішують перекачуванням «на кільце» за схемою резервуар-насос-резервуар до тих пор, поки суміш не буде однорідною. Однорідність суміші визначають лабораторним аналізом після відстоювання протягом 3...4 год. Операцію відновлення вважають закінченою, якщо щільність суміші в нижньому, середньому та верхньому шарах однакова і результати лабораторного аналізу підтвердять відповідність якості нафтопродукту вимогам Держстандарту або ТУ.

Високов'язкі нафтопродукти змішують у резервуарах, обладнаних підігрівниками. Масла можна змішувати також на установці для змішування, фільтрування та зневоднювання масел (УЗФЗМ), у водомаслогрійках, автомаслозаправниках, автоводомаслозаправниках. Вихідні продукти перед змішуванням нагрівають до 60...80 °С і змішування проводять при безперервному підігріві масел при цій же температурі. Високов'язкі нафтопродукти перекачують «на кільце» до однорідної суміші; після цього суміш витримують 2...4 год. при 60...80 °С і визначають лабораторним аналізом якість відновленого продукту. Якщо суміш неоднорідна по складу, то продовжують її перемішування при підігріві до одержання однорідної суміші.

Зміст ТЕС, фактичних смол, сірки, ароматичних вуглеводнів, щільність, коксівність, кислотність, фракційний состав,

зольність, кислотне, іодне та октановое числа – величини адитивні.

В практиці приходиться відновлювати якість спеціальних рідин. Якість охолоджуючих рідин відновлюють таким чином. Спочатку видаляють механічні домішки відстоюванням та фільтрацією. Потім відновлюють склад. Для цього застосовують концентрований етиленгліколь та воду з жорсткістю не більше 25°, краще дистильовану.

Воду або етиленгліколь змішують відновлюваною рідиною до одержання однорідної суміші. Повноту змішування контролюють гідрометром у пробах з нижнього, середнього та верхнього шарів. Перемішування припиняють після того, як розбіжність вмісту етиленгліколю в пробах не буде перевищувати 1 %, а температури замерзання – 3 °С. При недостатньому вмісті в охолоджуваній рідині антикорозійних присадок недостатню кількість декстрину та динатрійфосфату додають. Присадки слід вводити не в чистий етиленгліколь, а в приготовлену рідину. У цьому випадку розчинення присадок відбувається швидше. При додаванні динатрійфосфата потрібно врахувати, що одна його молекула містить 12 молекул кристалізаційної води. Тому кількість технічного динатрійфосфата, необхідного для відновлення якості рідини об'ємом V_1

$$G_{техн} = \frac{G_{бзв} \cdot V_1 \cdot 100}{C} \qquad (7.19)$$

де $G_{бзв}$ — кількість безводного динатрійфосфата для додавання у відновлювану рідину;

C — вміст безводного динатрійфосфата в технічному динатрійфосфаті, % (по масі).

Спочатку готують концентрат динатрійфосфата з розрахунку 100 кг/м^3 рідини. Концентрат додають у рідину при постійному перемішуванні. Для прискорення розчинення присадок рідину підігрівають до 60...70 °С. Після розчинення присадок концентрат перекачують у резервуар з відновлюваною охоло-

джуючою рідиною. Резервуар, у якому готувався концентрат, промивають відновлюваною рідиною для того, щоб не було втрат концентрату. Потім рідину перемішують 2...3 рази перекачуванням "на кільце". Після відновлення охолоджуючої рідини аналізують її якість у повному обсязі.

Спиртоводогліцеринові рідини відновлюють по вмісту окремих компонентів. Для цього необхідно мати етиловий спирт, кип'ячену воду (краще дистильовану), дистильований гліцерин. Ці продукти повинні мати якість, що задовольняє вимогам Держстандарту.

5. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ

5.1. Адсорбційні методи
5.1.1. Структура адсорбентів і механізм адсорбції
5.1.2. Відновлення якості нафтопродуктів за допомогою адсорбентів
5.2. Хімічні методи
5.3. Видалення води в ультразвуковому полі
5.4. Видалення газів і води термічним методом
5.5. Масообмінні способи видалення забруднень

Крім класичних методів відновлення якості нафтопродуктів - відстоюванням, фільтрацією, центрифугуванням, змішуванням - усе ширше обговорюється можливість застосування фізико-хімічних методів: адсорбційних, хімічних, відновлення якості в магнітному та електричному полі і ін.

5.1. Адсорбційні методи

Відомі речовини, які вибірково поглинають певні молекули із суміші органічних і неорганічних з'єднань різноманітної структури. Поглинаючі речовини можуть бути твердими та рідкими, однак більше поширення одержали тверді речовини (адсорбенти). В наш час найбільш реальним, імовірно, є впровадження для очищення цеолітів і силікагелів. Найбільш реальна область

застосування цеолітів - видалення води, хоча цеоліти з успіхом можуть бути використані для розділення і будь-яких сумішей, що складаються з молекул прийнятних розмірів і структури. Силікагелі адсорбують не тільки воду, але й продукти окислювання вуглеводнів – смоли, кисневі й інші гетероорганічні з'єднання.

5.1.1. Структура адсорбентів і механізм адсорбції

Структура адсорбентів. Цеоліти являють собою кристалічні речовини. Кристалічна структура обумовлює їх незвичайні адсорбційні властивості. На відміну від алюмо- або силікагелів пори в кристалічній решітці цеолітів мають ідеальну однорідність розмірів. Ці розміри відповідають розмірам молекул, що часто зустрічаються. Оскільки пори мають однакові розміри, можна кількісно відокремлювати дрібні молекули від великих. Завдяки цим властивостям цеоліти (на відміну від силікагелів) назвали "молекулярними ситами", тому що адсорбція на них являє собою "просівання" сумішей молекул з їхнім сортуванням по розмірах.

Відомі штучні й природні цеоліти. Природні цеоліти утворилися в результаті складних геохімічних процесів і являють собою гідратовані алюмосилікати кальцію, натрію та інших металів. У їхній склад входять також алюміній, кремній і рідше інші метали. Природні цеоліти можуть взаємодіяти із солями, розчиненими в підземних водах, в результаті чого протікає іонний обмін. Тому в цеолітах присутні аніони кремінних кислот, іони різних металів, кристалізаційна вода. Відомі три групи природних цеолітів: $CaNa_2Al_2Si_4O_{12}\cdot 6H_2O$ - шабазит, $Na_2Al_2Si_3O_{10}\cdot 2\ H_2O$ - натролит, $CaNa_2Al_2Si_6O_{16}\cdot 4H_2O$ - гейландит.

Синтетичні цеоліти мають, ідеальну однорідність розмірів пор. В Україні одержують синтетичні цеоліти CaA, NaA, NaX. За кордоном випускають цеоліти 4A, 5A, 13X та ін. Синтетичні цеоліти мають високу вибірну здатність, підвищену спорідне-

ність до полярних з'єднань (через яскраво виражений гетероіонний характер внутрішньої поверхні), більшу адсорбційну ємність та стійку здатність повністю вилучати адсорбат з поділюваної системи.

Основою теорії будови силікатів є уявлення про кислотні радикали, тетраедричні агрегати типу $(SiO_2)^{4--}$ та $(AlO_4)^{5-}$. Основні елементи структури сполучаються з утворенням структурних кістяків, з якими з'єднані позитивні іони натрію, калію, магнію, кальцію і ін. Вісім тетраедрів утворять куб, 12 тетраедрів - гексагональну призму, а 24 тетраедра - кубооктаедр. Впровадження цих великих структурних груп у кристалічну решітку призводить до утворення структур з дуже великим об'ємом пор молекулярних розмірів; навіть при введенні додаткових іонів металів залишається багато місця для поглинання значної кількості молекул. Від хімічного складу цеоліту і залежить об'єм внутрішніх пор, наприклад, 1 м шабазиту має $3 \cdot 10^{20}$ порожнин. Найбільша довжина поперечного перерізу порожнини становить 1,14 нм, а діаметр вікна - близько 0,5 нм. Кожна внутрішня порожнина збезводненого шабазиту може поглинути 24 молекули води. Молекули і іони речовини, яка поглинається, здатні до обміну, знаходяться всередині пор цеолітів. Структура цеолітів забезпечує протікання оборотних процесів гідратації, дегідратації та іонного обміну. Видалення води підвищує активність цеоліту, але змінює його кристалічну решітку. Втрачену воду цеоліт адсорбує; замість води цеоліт може поглинути інші, підходящі по розмірах молекули. Зміна основних характеристик цеолітів досягається зміною структури кістяка та іонів металів. Наприклад, ефективний діаметр пор у ситах типу 5А на 0,1 нм більше, ніж в цеолітах 4А. При заміні натрію на калій розміри пор зменшуються. І в інших цеолітах розмір пор можна міняти за допомогою іонного обміну. Так, у цеоліті 13Х заміною натрію на кальцій можна одержати пори діаметром 0,9 нм замість 1 нм.

Зниження температури приводить до зменшення ефективного розміру пор. Наприклад, адсорбція аргону на цеоліті 4А

збільшується зі зниженням температури до – 150 °С, а при подальшому зниженні температури – істотно зменшується. Адсорбція полярних речовин також зменшує ефективний розмір пор. Наприклад, попереднє насичення цеоліту 4А 5 % води зменшує його адсорбційну ємність до етилену в 35 разів.

Істотною перевагою цеолітів є їх ненабряклість у рідких середовищах. Цеоліти проявляють каталітичні властивості, обумовлені кислотними центрами та глиною, що додають в цеоліти як сполучний матеріал при виготовленні.

В пори цеолітів можуть проникнути молекули, що перевищують їх по діаметру. Так, у пори діаметром 0,35 нм можуть проникнути молекули розміром до 0,4 нм. Вільний діаметр пор у цеоліті 5А становить 0,42 нм, однак у ці пори легко проникають молекули нормальних алканів діаметром 0,49 нм. Цеоліти з різними розмірами пор неоднаково відносяться до молекул різної природи. Так, вода адсорбується цеолітами з розмірами пор від 0,35 до 1 нм, однак бутен і вищі *н*-алкени не адсорбуються на цеолітах з розмірами пор 0,35 нм. Ізоалкани, арени, цикланы адсорбируются цеолітами з розмірами пор близько 1 нм і не адсорбируются цеолітами з розмірами пор 0,6 нм. Таким чином, ефективно осушити нафтопродукти можна за допомогою цеолітів з розмірами пор від 0,35 до 0,4 нм. Ці цеоліти затримувати вуглеводи практично не будуть.

Адсорбція на цеолітах протікає при відсутності капілярної конденсації. Цеоліти мають високу адсорбційну ємність в області низьких тисків, вона швидко досягає максимуму навіть у цій області. Криві поглинання води цеолітами відповідають ізотермам Ленгмюра. Ізотерми такого типу свідчать про більші адсорбційні сили, які обумовлюють високу адсорбційну ємність і здатність повністю витягати адсорбат із суміші або розчину.

Силікагель являє собою гідратовану форму окислів кремнію $SiO_2 \cdot n H_2O$. Його застосовують у вигляді часток кулеподібної форми або у вигляді гранул. Залежно від розмірів пор і форми зерен випускають крупно- і дрібнопористий силікагель марок

АСК, КСК, МСК, ШСМ та ін. Силікагелі мають надзвичайно розвинену поверхню адсорбції. Питома поверхня силікагелів досягає сотень квадратних метрів на грам. Механізм адсорбції на силікагелі досить складний. Крім суто фізичних процесів адсорбції протікають процеси хімічної взаємодії між різними гетероорганічними сполуками нафтопродуктів та адсорбентом.

Окис алюмінію (активна) являє собою γ-модифікацію з радіусом пор від 2,5 до 5,5 нм. Кожен грам активного окису алюмінію має близько 370 $м^2$ поглинаючої поверхні. Найбільшу механічну міцність має активний окис алюмінію, виготовлений у вигляді стрижнів діаметром 3...6 і довжиною 10...25 мм або у вигляді зерен.

Відбілюючі глини. У порівнянні з іншими адсорбентами відбілюючі глини є найбільш дешевими. Адсорбційні властивості мають природні глини різноманітного хімічного складу, що представляють собою гідросилікати алюмінію з невеликими домішками окисів і закисів лужноземельних елементів і лугів. Присутня в глинах зв'язана й гігроскопічна вода підвищує їхню активність. Адсорбційні властивості глин залежать від їх пористості і менше від хімічного складу. Відбілюючі глини застосовують в основному для регенерації відпрацьованих масел. Найбільш поширені опоки з порами різного діаметра, однак пори великого діаметра переважають. Це обумовлює їх високу обезсмолюючу здатність. Механізм адсорбції на глинах носить не тільки фізичний характер. В процесі адсорбції протікає хімічна взаємодія між гетероорганічними з'єднаннями та активними центрами адсорбенту з утворенням координаційних структур. Утворення комплексних зв'язків призводить до зміни енергетичного стану з'єднань, що адсорбують, це викликає їхню міцну адсорбцію на поверхні адсорбенту. Для підвищення активності відбілюючих глин і силікагелів їх активують газоподібним аміаком, кальцинованою содою, кислотами й термічною обробкою.

5.1.2. Відновлення якості нафтопродуктів за допомогою адсорбентів

Технологічні схеми. Найпоширеніша в наш час схема відновлення якості нафтопродуктів зі стаціонарним шаром адсорбенту. При цьому використовується звичайна схема і апаратура для адсорбції на стаціонарному адсорбенті. Адсорбент періодично регенерують шляхом нагрівання й продувки гарячим газом, наприклад повітрям. Якщо відновлюють якість важких нафтопродуктів, наприклад, видаляють воду з масел, то регенерацію адсорбенту проводять й іншими способами – обдуванням водяною парою, відмиванням розчинниками. У майбутньому можуть знайти застосування й нові варіанти процесу, засновані на інших методах регенерації, наприклад шляхом зміни тиску в системі. Адсорбційні процеси з рухливим адсорбентом в наш час не застосовуються, хоча по інтенсифікації відновлення вони більш перспективні.

Звичайна технологічна схема відновлення якості нафтопродуктів за допомогою цеолітів або силікагелів має два і більше адсорбери, один із яких включають у робочий цикл відновлення, а другий - у цикл регенерації адсорбенту. Якщо в системі кілька адсорберів, то для збільшення продуктивності вони можуть працювати паралельно. Регенерацію проводять гарячим газом, що нагрівають у виносних нагрівачах. Можливе застосування нагрівальних пристроїв, розташованих у шарі адсорбенту. Процес відновлення якості на адсорбентах включає:

1) активацію адсорбенту перед використанням, наприклад шляхом нагрівання при 300...400 °С (цеоліти) і 130...180 °С (силікагелі) протягом 3...5 год.;

2) відновлення якості нафтопродуктів. Ця стадія заключається в пропусканні нафтопродукту через шар адсорбенту, поміщеного в адсорбер. З метою кращого контакту нафтопродукту з адсорбентом адсорбери повинні мати відношення висоти до діаметра не менш 3. Зазвичай це відношення становить від 3:1 до 4:1;

3) регенерацію використаного адсорбенту; її проводять у цьому ж адсорбенті при умовах, що відповідають режиму активації адсорбенту. У процесі регенерації адсорбційні властивості цеолітів відновлюються. Число циклів регенерації, що можуть витримати цеоліти, становить 500...700.

Вихідний нафтопродукт подають через фільтр в адсорбер, включений у робочий цикл очищення (рис. 7.24). Швидкість подачі регулюють скиданням частини нафтопродукту у вихідний резервуар. Проходячи через активований адсорбент, нафтопродукт відновлює якість, при цьому небажані компоненти залишаються на адсорбенті. Після адсорбера нафтопродукт проходить фільтр тонкого очищення й направляється в резервуар відновленого продукту.

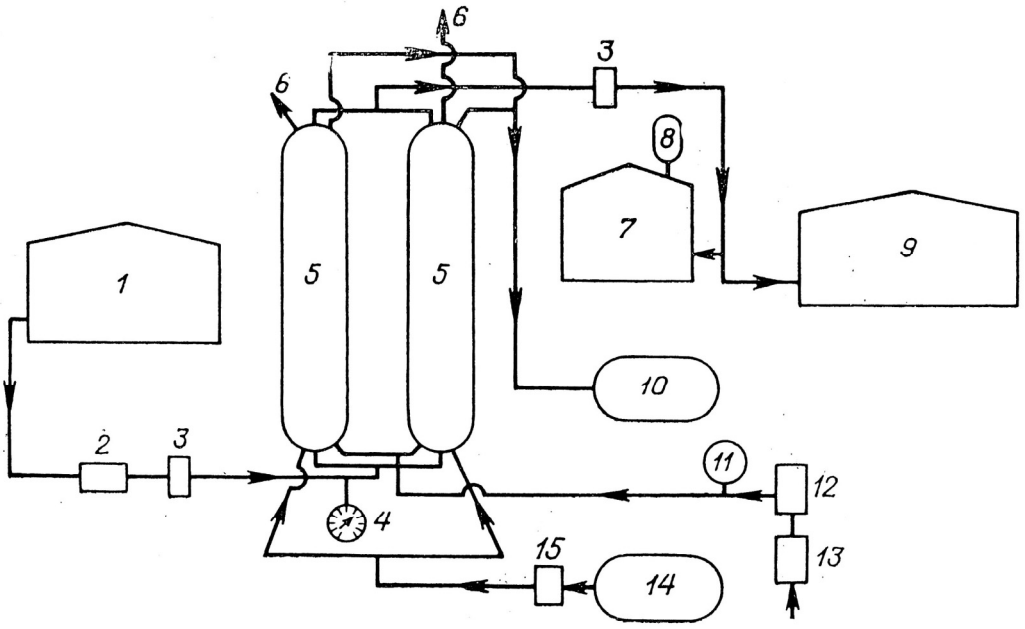

Рис. 7.24. Принципова схема установки для адсорбційного відновлення якості нафтопродуктів:
1 — резервуар з вихідним нафтопродуктом; 2 — насос; 3 — фільтр; 4 — манометр; 5 – адсорбери; 6 — газохід; 7 — резервуар із сухим нафтопродуктом; 8 — поглинач вологи; 9 — резервуар з відновленим нафтопродуктом; 10 — резервуар з відпрацьованим нафтопродуктом; 11 — апаратури для виміру параметрів нагрітого повітря; 12 — піч для нагрівання повітря; 13 — повітродувка; 14 — резервуар з вихідним розчинником; 15 — насос для розчинника

Паралельно в другому адсорбері здійснюється цикл регенерації відпрацьованого адсорбенту. Регенерація може виконуватися продувкою повітрям, нагрітим до відповідної температури. Для цеолітів ця температура становить 300...400 °С. При необхідності перед продувкою гарячим повітрям застосовують розчинники-десорбенти, які видаляють із поверхні адсорбентів небажані речовини. Подане компресором повітря нагрівають у нагрівальній печі. Заданий режим нагрівання підтримується автоматично. Після відновлення та регенерації адсорбенту адсорбер бажано заповнити сухим кондиційним продуктом з метою запобігання поглинання вологи і зниження активності адсорбенту в період між циклами відновлення. Конструктивно адсорбційні установки можуть бути виконані порізному - стосовно до продуктивності і характеру відновлю-ваних показників.

Ефективність відновлення якості адсорбентами. За допомогою адсорбентів можна значно зменшити вміст смолистих речовин та інших гетероорганічних з'єднань – кисневих, сірчаних, азотистих, металоорганічних, видалити з нафтопродуктів розчинену і емульговану воду, а також окремі групи вуглеводнів і таким способом змінити груповий вуглеводневий склад нафтопродуктів.

Для видалення емульгованої дрібнодисперсної води найбільш ефективне застосування цеолітів. З їхньою допомогою нафтопродукти можуть бути осушені практично повністю. Зі зменшенням швидкості проходження нафтопродуктів через адсорбент глибина очищення зростає. Оптимальними умовами для очищення палив слід вважати 15...30 °С та об'ємну швидкість до 30 1/год.

За допомогою силікагелів з палив ефективно віддаляються смолисті речовини, органічні кислоти, сірчаноорганічні з'єднання. Смолисті речовини, кислоти й меркаптани при досить великій об'ємній швидкості подачі палива видаляються практично повністю. Більша частина сірчаноорганічних з'єднань у нафтопродуктах представлена сульфідами й тіофенами. Ці з'єднання

мають адсорбційні властивості, близькі до властивостей аренів, тобто сірчисті з'єднання можна видалити зі складу палив тільки разом з ароматичними вуглеводнями. Треба, однак, відзначити, що повне видалення сірчаноорганічних з'єднань недоцільно, оскільки воно призводить до погіршення якості палив. Серед сірчаноорганічних з'єднань у першу чергу видаляються меркаптани, які найбільшою мірою погіршують якість нафтопродуктів.

За допомогою адсорбентів ефективно відновлюють якість не тільки палив, але й масел. Експериментально перевірена ефективність цеолітів, силікагелю КСК, відбілюючої глини Зикеєвского родовища та іонообмінних смол (іонітів) для відновлення якості масел. По спадаючій здатності видаляти кислоти адсорбенти розташовуються в послідовності: силікагель КСК, алюмосилікатний каталізатор, іоніти АВ-16Г та АВ-17, цеоліти NaX, відбілююча глина і цеоліти CaA та NaA. Таким чином, некондиційні по вмісту води і кислот нафтопродукти можна ефективно відновлювати, пропускаючи послідовно через цеоліти NaA та NaX (або силікагель). По здатності видаляти кислі продукти цеоліти типу NaX ефективніше відбілюючої глини; багаторазове використання цеолітів шляхом їхньої регенерації дозволяє підвищити економічність процесу. Іоніти типу АВ-16Г и АВ-17 видаляють лише кислі продукти, їхня регенерація досить складна, тому для відновлення якості нафтопродуктів їхня перевага поки не настільки очевидна.

Після відновлення якості трансформаторних масел значно зменшується кислотне число, зольність; водорозчинні кислоти й луги видаляються; тангенс кута діелектричних втрат цілком прийнятний. Після додавання іонолу стабільність масла збільшується і відповідає нормам Держстандарту. Зі збільшенням витрати адсорбенту якість відновлених масел поліпшується.

Для регенерації трансформаторних масел найбільш доцільно застосовувати активовані аміаком грубозернисті адсорбенти. При активації адсорбентів аміаком потрібне доочищення масла неактивованим адсорбентом. В цьому випадку виходить нейтральне масло. Доочищення масла неактивованим адсорбентом,

імовірно, не є необхідним. Присутність аміаку якість масел не погіршує. При старінні масла утворюються кислі продукти і аміак їх нейтралізує. Крім того, аміак проявляє й невеликі інгибуючі властивості.

Видаленням певної групи вуглеводнів можна значно поліпшити якість нафтопродуктів. Так, при видаленні нормальних алканів підвищується октановое число бензинів, знижується температура замерзання нафтопродуктів. Видаливши арени, можна підвищити термоокислювальну стабільність палив. Запропонований процес та описана установка продуктивністю 44 $м^3$/год для видалення нормальних алканів з бензинових фракцій на стаціонарному шарі цеолітів в адсорбері діаметром 2,44 і висотою 17,3 м. Адсорбцію *н*-алканів здійснюють 20 хв. при 260 °С та 0,8 МПа. Після цього їх десорбують ізопентаном при 0,24 МПа та 305 °С. Вихідний потік розганяють та ізопентан повертають у систему. Після обробки цеолітами октановое число бензинів зростає. Слід зазначити, що поліпшення якості нафтопродуктів видаленням певних груп вуглеводнів на нафтобазах і складах у сучасних умовах навряд чи буде реалізовано. Ці процеси легше реалізувати в промислових і заводських умовах.

При адсорбційних методах відновлення якості нафтопродуктів з присадками більшість їх губиться в результаті адсорбції. Необхідна кількість присадок повинна бути додана в нафтопродукти після відновлення якості.

5.2. Хімічні методи

Хімічні методи засновані на взаємодії реагентів з небажаними компонентами нафтопродуктів: водою, продуктами окислювання, гетероорганічними сполуками. Всі кисневі сполуки, в тому числі й вода, є продуктами окислення, тому відновленням кисневі сполуки можна перетворити у вуглеводні, а воду – у водень. Ефективними відновниками є гідриди металів. Воду мож-

на видалити також за допомогою карбідів та окислів деяких легких металів.

До хімічних реагентів пред'являються специфічні вимоги. Необхідно, щоб ці речовини були дешеві і продукти їхньої реакції з видаленими сполуками не розчиниялися в нафтопродуктах. Найбільше підходять для цієї мети нерозчинні у вуглеводнях з'єднання кальцію, алюмінію, літію. Гідроокис кальцію практично нерозчинна у вуглеводнях, тому сполуки кальцію, що утворять її в результаті реакції з водою, можуть бути використані для осушування палив і масел. З таких з'єднань найбільш придатні окис, карбід і гідрид кальцію, які практично нерозчинні в нафтопродуктах.

Хімічний спосіб відновлення якості може бути реалізований шляхом завантаження осушувача в резервуар з нафтопродуктом, або при засипанні осушувача безпосередньо в нафтопродукт, або при зануренні його в спеціальному патроні, що забезпечує контакт із нафтопродуктом. Нафтопродукт перемішують перекачуванням по замкненому циклу. На процес відновлення впливають природа осушувача, температура, інтенсивність перемішування, надлишок осушувача, його агрегатний стан і дисперсність.

Гідрид кальцію видаляє воду з нафтопродуктів швидше, ніж карбід. З підвищенням температури та інтенсивності перемішування швидкість видалення води росте. Карбонові кислоти та меркаптани ефективно віддаляються з палив гідридами протягом 5...6 хв.

При безпосередньому засипанні хімічних реагентів в палива та масла виникає необхідність у наступному їхньому очищенні від продуктів реакції. Більше зручною і технологічною представляється динамічна схема відновлення при перекачуванні нафтопродуктів через осушувач і фільтри. Якість нафтопродуктів у динамічних умовах відновлюється ефективно. Таким чином, хімічними реагентами можна ефективно відновити якість нафтопродуктів.

5.3. Видалення забруднень в електричному полі

Очищення нафтопродуктів в електричному полі застосовуються недостатньо широко, хоча висока ефективність цього методу доведена. Розвиток теорії очищення рідких середовищ від забруднень явно відстає від практики: в наш час створені електроочищувачі різноманітних конструкцій. Механізм видалення часток забруднень в електричному полі обумовлений, найімовірніше, наявністю подвійного електричного шару на поверхні часток, що складаються, як відомо, з високополярних молекул та їх асоціатів. В електричному полі такі частки неминуче рухаються до електродів. Механізм коалесценції води в електричному полі пояснюється перерозподілом нейтральних зарядів емульгованих крапель води в диполі, які орієнтуються уздовж силових ліній поля, притягуються одне до одного та агрегатуються. Досить великі краплі води випадають у відстійну зону. Процесу коагуляції мікрозабруднень і коалесценції води сприяє міжмолекулярне притягування, сили якого збільшуються при зближенні крапель води і часток забруднень:

$$F_м = \frac{6 \cdot \varepsilon_п \cdot r^6}{l_1^4} \qquad (7.20)$$

де l_1 — відстань між електродами.

При відстані між частками та краплями $(2...2{,}2) \cdot r$ сила притягання стає настільки великою, що відбувається практично миттєва агрегація крапель і часток. У полідисперсних емульсіях і колоїдах по мірі укрупнення краплі та часток їхня концентрація зменшується та при визначеному мінімально критичному її значенні подальшої коагуляції не відбувається. Крім індукованих зарядів краплі і частки при зіткненні з електродами можуть здобувати власні заряди, під впливом яких відбувається інтенсивна міграція часток забруднень від електрода до елек-

трода. Цей процес призводить до подальшої коагуляції часток забруднень.

Частки забруднень у неоднорідному електричному полі переміщуються під дією сили, що виникає при різній діелектричній проникності рідкого середовища та часток забруднень. Ця сила спрямована вбік збільшення напруженості електричного поля.

До теперішнього часу в Україні та за кордоном розроблена значна кількість електроочищувачів нафтопродуктів від води і механічних домішок. Розроблені для очищення дизельних палив електроочищувачі складаються з корпуса з патрубками підведення та відведення нафтопродукту, набору осаджувальних ізольованих електродів і системи електроживлення. Характеристики електроочищувачів палив наведені табл. 7.9, а принципова схема – на рис. 7.25. При роботі електроочищувачів між сусідніми електродами створюється різниця потенціалів, під дією якої частки забруднень виключаються з потоку нафтопродукту і осаджуються на електродах.

Таблиця 7.9

Електроочищувачі авіаційних (А) та дизельних (Б) палив

Показники	А	Б
Продуктивність, $м^3$/год	7,2	0,08
Коефіцієнт відсіву, %	96	97
Напруження на електродах, кВ	5	6
Брудоємкість, $м^3$	0,0048	$15 \cdot 10^{-6}$
Час регенерації, хв.	2	-
Маса, Н	600	-

Для очищення нафтопродуктів у неоднорідному електричному полі використовують очисники, принципова схема одного з яких наведена на рис. 7.26. Нафтопродукт проходить по каналу, який має форму сполучених циліндрів. В каналі розміщені електроди: один горизонтально по дну каналу, а інший вертикально в місці сполучення циліндрів. Горизонтальний електрод захищений діелектриком.

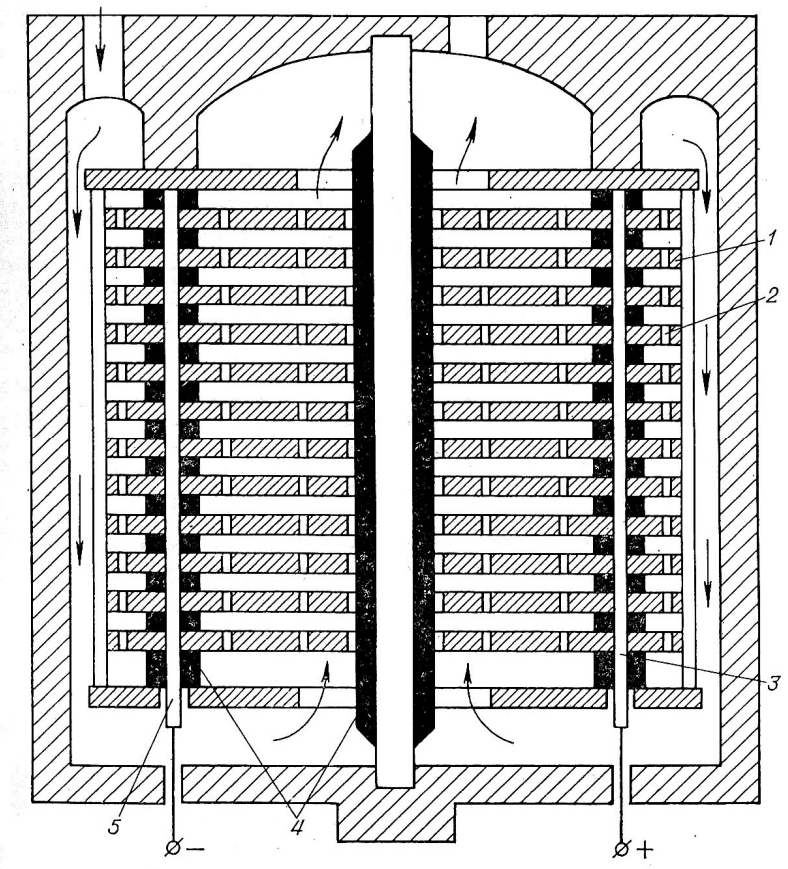

Рис7.25. Принципова схема електроочищувача:
1 – осаджувальні електроди; 2 – отвори для проходу палива; 3, 5 – отвори для електропроводів; 4 – діелектричні прокладки

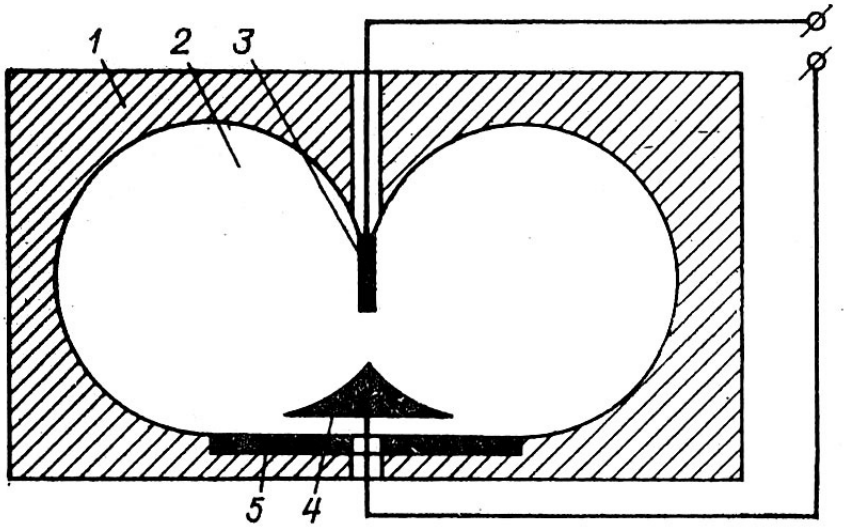

Рис. 7.26. Електроочищувач з неоднорідним електричним полем:
1 – корпус; 2 – камера; 3, 5 – електроди; 4 – проставка

Досить часто ефекти електроочищення сполучаються із гравітаційними (рис. 7.27) та відцентровими (7.28) силами. Це дозволяє інтенсифікувати процеси очищення. Сили гравітації використовують практично у всіх конструкціях електрогідраторів. Більшість електрогідраторів обладнують збірниками відстою. Пристрій, що сполучає електричне і відцентрове силове поле, являє собою центрифугу безперервної дії. Ротор центрифуги виготовлений з діелектрика. При терті ротора об накладки, виготовлених зі склотканини, повсті, виникає потенціал, що створює електричне поле. Це поле діє разом з відцентровим і ефективно очищує нафтопродукти від забруднень. В роторі є внутрішня склянка для тонкошарового центрифугування. Неоднорідність електричного поля створюється кільцевими виступами та пазами на внутрішній поверхні ротора.

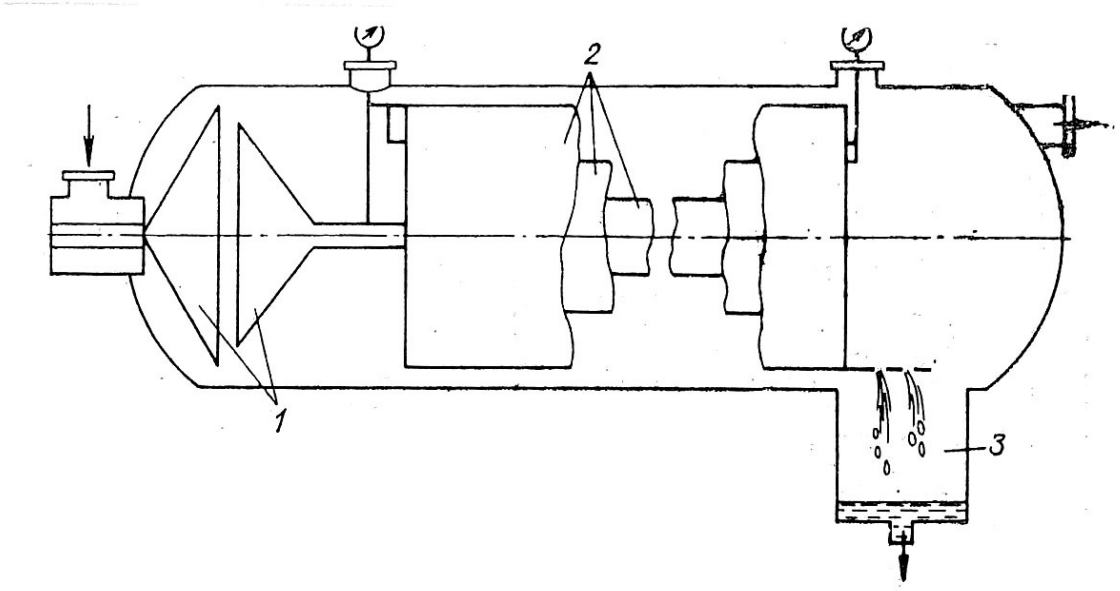

Рис. 7.27. Електрогідратор з концентричними циліндричними електродами:
1 – електроди попереднього очищення; 2 – концентричні електроди; 3 – збірник відстою

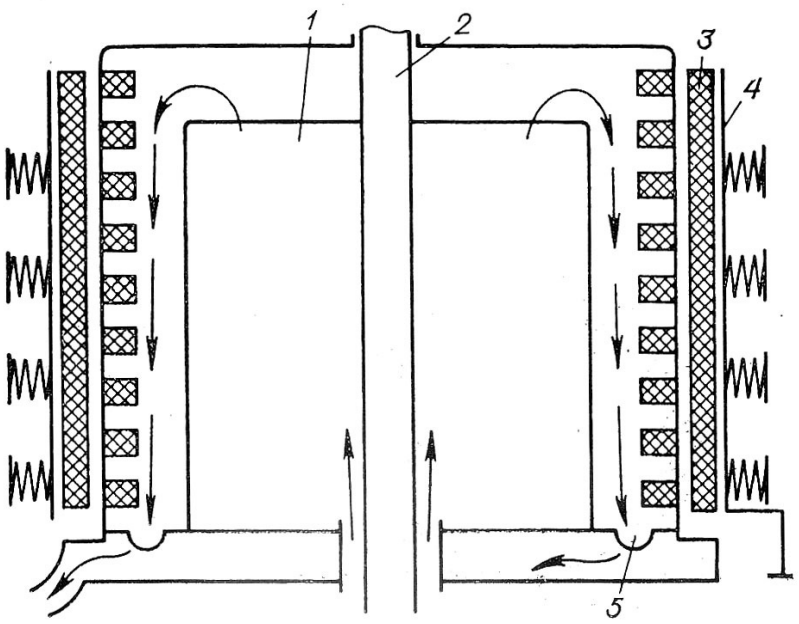

Рис. 7.28. Відцентровий електрогідратор:
1 – стакан; 2 – вісь; 3 – електризуюча обкладка; 4 – натискний пристрій;
5 – реактивне сопло

Конструкцію електроочищувачів можна оптимізувати. Коефіцієнт відсіву Y повинен бути, як відомо, максимальним:

$$Y = \left[\frac{(C_з^{/} - C_з^{//})}{C_з^{//}} \right] \cdot 100 \qquad (7.21)$$

де $C_з^{/}$ та $C_з^{//}$ – концентрація забруднень після і до очисника.

Коефіцієнт відсіву залежить від основних параметрів очисника: зазору між комірками-накопичувачами x_1, глибини і ширини комірок x_2, і x_3, часу перебування одиниці об'єму нафтопродукту в елементарній комірці τ_x, температури t_x і кількості елементарних осередків N_x. Параметри електроочищувача можна оптимізувати за коефіцієнтом відсіву Y та питомою об'ємною подачею палива $q_{уд}^{V}$, що представляє собою об'єм нафтопродукту, який подається в одиницю часу через одиницю об'єму електроочищувача при заданому Y. Питома об'ємна подача палива в розглянутому випадку

$$q_{уд}^{V} = \frac{x_1}{\left[\tau_x \cdot N_x (x_1 + 3x_3)\right]} \qquad (7.22)$$

Завдання оптимізації параметрів очисника зводиться до одержання максимального значення коефіцієнта відсіву при заданій питомій об'ємній подачі нафтопродукту. Стосовно до нафтопродуктів з в'язкістю 10 мм^2/с при 50ºС і коефіцієнті відсіву 100% значення $q_{уд}^{V}$ повинно бути 2,2·10^{-2} с$^{-1}$.

Ефективність очищення нафтопродуктів в електричному полі залежить від напруги на електродах, швидкості подачі і температури. Зі збільшенням напруги на електродах до 5 В ефективність очищення підвищується. Подальший ріст напруги мало впливає на ефективність очищення. Значно менший вплив робить швидкість подачі. Це пояснюється тим, що швидкість осадження часток механічних домішок значно вище швидкості плину рідини в каналах електроочищувачів і тому час перебування рідини в зоні обробки до 2 с при подачі палива 0,1 м^3/хв достатній для повного осадження часток рідини на електроди.

В неоднорідному електричному полі інтенсивність руху мікрокрапель води по траекторіям ліній поля підвищується зі збільшенням градієнта його напруженості. Для необхідного градієнта потрібно досить високе напруження на електродах (більше 3 кВ), яке залежить від відстані між електродами. Необхідно враховувати, що зі зменшенням міжелектродної відстані градієнт напруженості збільшується, однак зростає небезпека пробою.

5.4. Видалення води в ультразвуковому полі

Стійкість емульсій зменшується в ультразвуковому полі. Краплі води коалесцують у поле високочастотних коливань. Вібраційний дегідратор представляє собою камеру з ультразвуковим генератором При впливі ультразвукових коливань із частотою до 30 кГц час відстоювання емульсійної води зменшується у 6...8 разів. Слід зазначити, що ефекти коалесценції мікрокраплі води спостерігаються тільки при відносно невисокій потужності ультразвукового поля – не більше 10 кВт/м^2.

При занадто великій потужності ультразвукового поля відбувається диспергирування краплі води в нафтопродуктах. Коалесценція спостерігається тільки в тому випадку, якщо коливання крапель мають амплітуду, достатню для їхнього зіткнення. Амплітуда повинна збільшуватися зі зменшенням концентрації крапель води. Тому застосування ультразвукового методу обмежується оптимальними умовами.

5.5. Видалення газів і води термічним методом

Як відомо, розчинність газів у нафтопродуктах падає з підвищенням температури. Тому нагріванням палив і масел можна легко видалити розчинене повітря та інші гази.

Термічний метод застосовується також для видалення емульсійної води. Метод можна застосовувати для відносно важких нафтопродуктів, температура початку кипіння яких істотно вище 100 °С. Нафтопродукти нагрівають до 80...90° С. При цій температурі частина емульсійної води випаровується, а частина – переходить у розчинений стан, оскільки з підвищенням температури розчинність води в нафтопродуктах збільшується. Тому нагріванням нафтопродуктів при атмосферному тиску видалити розчинену воду повністю не вдається. При зниженні зовнішнього тиску процес видалення води зсувається вправо. При досить низьких тисках і температурі 80...90 °С воду з важких нафтопродуктів можна видалити практично повністю. Необхідно при цьому враховувати, що температура початку кипіння нафтопродукту повинна бути вище температури нагрівання на 30...50 °С з метою запобігання втрат головних фракцій. Термічне зневоднювання під вакуумом застосовується головним чином для масел. Процес реалізується у вакуумній вертикальній циліндричній колоні з конусним дном. Масло в колоні нагрівають будь-яким відомим способом, найчастіше паровими підігрівачами (рис 7.29). Крім стаціонарних розроблені пересувні установки для осушування масла, зокрема для зневоднювання трансформаторних масел. Установка має продуктивність 0,5 $м^3$/год і працює при залишковому тиску 160...200 мм рт. ст. і температурі 60 °С.

Установки для відновлення якості нафтопродуктів термічним способом під вакуумом досить складні, тому широкого поширення не одержали.

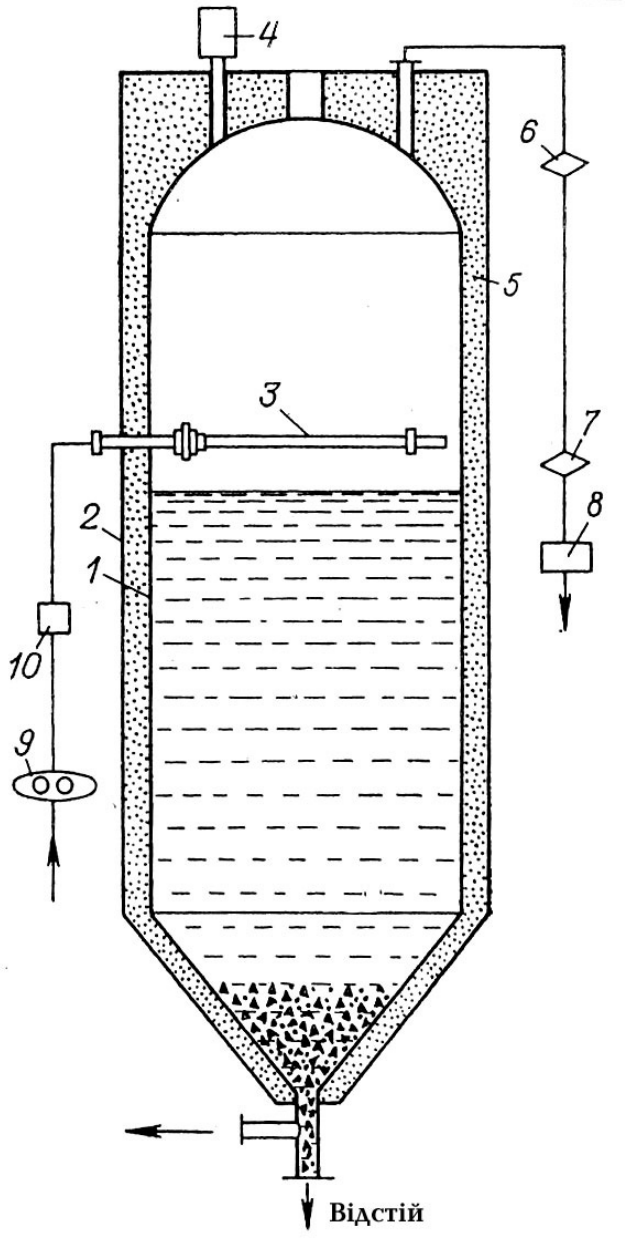

Рис. 7.29. Принципова схема установки для відновлення якості масел по вмісту води:
1 – вакуумна колона; 2 – теплоізоляція; 3 – розподілювач масла; 4 – запобіжний клапан; 5 – парова рубашка; 6 – охолоджувач; 7 – визначник води; 8 – вакуумний насос; 9 – насос; 10 – фільтр

5.6. Масообмінні способи видалення забруднень

Видалити воду з нафтопродуктів можна, створивши в зовнішньому середовищі вологість, меншу в порівнянні зі змістом вологи у паливах і маслах. Емульгована вода переходить із нафтопродукту в газову фазу, якщо її вологість менше вологості, що виникає в результаті динамічної рівноваги між нафтопродуктом і газовим середовищем. Таким чином, нафтопродукт в цих умовах начебто "висихає". Процес інтенсифікується при продуванні газу. Продування можна вести повітрям, але краще інертним газом, з метою запобігання окислювання. Продування повітрям (інертним газом) дозволяє істотно зменшити вміст води в паливах. Ефективність видалення води зростає при використанні попередньо осушеного повітря. Повітря можна осушити будь-якими відомими способами: охолодженням, поглинанням адсорбентами і хімічними осушувачами. Доцільно також фільтрувати повітря перед продувкою.

При використанні повітря процеси окислювання в нафтопродуктах значно інтенсифікуються. Тому замість повітря краще застосовувати інертні гази, найдешевшим з яких є азот. Видалення води можна значно прискорити підігрівом нафтопродукту з одночасною барботажною продувкою газу. Це процес може бути реалізований у пристрої, що показаний на рис 7.30. Зневоднювання масла ведуть при 70...80 °С. Вище температуру піднімати не можна, оскільки зростає можливість спінювання масла. Цим способом можна зменшити вміст води в маслі до 0,0025 %.

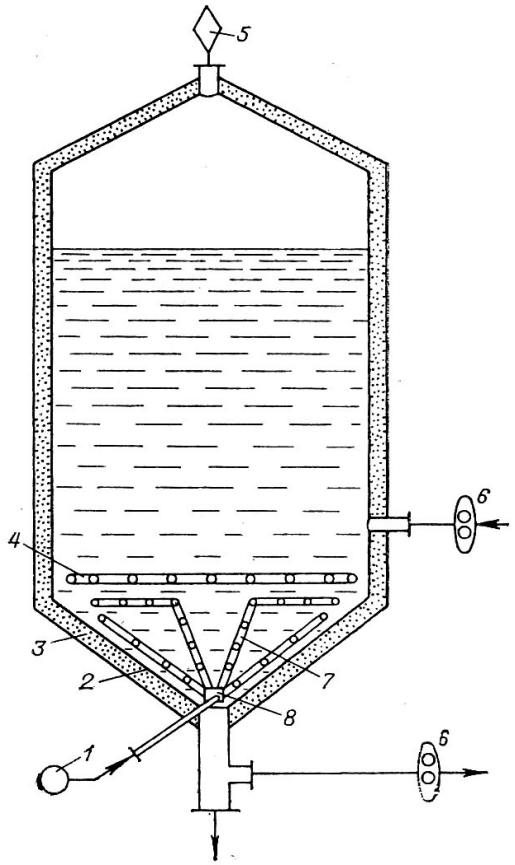

Рис. 7.30. Принципова схема установки для термічного зневоднювання масел продувкою повітрям:
1 – компресор; 2 – резервуар; 3 – теплоізоляція; 4 – підігрівник;
5 – вентиляційний патрубок; 6 – насос; 7 – труба для подачі повітря;
8 – повітророзподільник

РОЗДІЛ 8

Техніка безпеки і охорона праці при роботі з паливо-мастильними матеріалами

1. *Токсичність палив, мастильних та інших експлуатаційних матеріалів.*
2. *Заходи безпеки при використанні паливо-мастильних матеріалів.*
3. *Вплив палива і масла на навколишнє середовище і людину.*
4. *Правила пожежо- і вибухобезпеки.*
5. *Охорона навколишнього середовища.*
6. *Локалізація і запобігання забруднень грунту.*
7. *Очищення стічних вод.*

1. ТОКСИЧНІСТЬ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ ТА ІНШИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Всі сорти палив, змащувальних матеріалів і спеціальних рідин в тій або іншій степені отруйні (токсичні) і вогненебезпечні (пожежонебезпечні). Палива, крім того, ще і вибухонебезпечні. Тому необхідно знати основні екологічні властивості експлуатаційних матеріалів, які виявляються при контакті з людиною і навколишнім середовищем. Найбільш важливими з цих властивостей є токсичність, пожежонебезпека, вибухонебезпека і здатність електризуватися.

Автомобільні бензини, як токсичні матеріали, здатні проникати в організм через органи дихання, шкіру і травний тракт. Концентрація пари бензину в повітрі не повинна перевищувати 0,3 м^2/л. При нетривалому вдиханні повітря, що містить бензин в кількості 5...10 м^2/л, настає гостре отруєння, характерними ознаками якого є головна біль, неприємні відчуття в горлі, кашель, роздратування слизистої оболонки носа і очей, нестійкість ходи, запаморочення, збудження. При видаленні потерпілих з отруєної атмосфери через деякий час більшість цих явищ минають.

Концентрація пари бензину 35...40 м^2/л небезпечна для здоров'я людини при їх вдиханні протягом 5...10 хв. При вищих концентраціях пари бензину можуть наставати швидка втрата свідомості і смерть.

Найбільшу небезпеку гострого отруєння парами бензину представляють роботи, що проводяться в закритих приміщеннях при очищенні резервуарів і тари від залишків бензину, в ремонтних цехах. При поганій вентиляції таких приміщень повітря швидко насичується парами бензину до небезпечних концентрацій, тому при проведенні зазначених робіт потрібно ретельно дотримуватись правил техніки безпеки.

Серйозне отруєння може статися і при попаданні бензину всередину організму при його засмоктуванні ротом через шланг або при продуванні ротом деталей паливної апаратури. У цих випадках може розвинутися важка пневмонія.

В етилованих бензинах як антидетонатор міститься тетраетилсвинець (ТЕС). Етилова рідина, так само як і чистий ТЕС, є стійкою отрутою, що сильно діє на організм людини.

Всі операції з етиловою рідиною, особливо додавання її до бензинів (етилування), можуть викликати отруєння, тому вони повинні виконуватися з ретельним дотриманням всіх профілактичних правил. У зв'язку з цим бензини етилюють тільки на заводах, де є спеціальне змішувальне устаткування. Етилування або доетилування бензинів без спеціального устаткування загрожує отруєнням і тому категорично заборонено.

У етилованих автомобільних бензинах кількість ТЕС дуже мала, і отруйність таких бензинів у багато разів менше, ніж отруйність етилової рідини, але все таки з ними треба поводитися обережно. При дотриманні мір обережності і встановлених правил поводження з етилованими бензинами застосування їх так само нешкідливо, як і неетилованих бензинів.

Досвід більш ніж 60-річного застосування етилованого автомобільного бензину у всьому світі показує, що при дотриманні елементарних мір обережності можна повністю уникнути шкідливої дії ТЕС на організм людини. Для запобігання отруєнням ТЕС при поводженні з етилованими автомобільними бензинами необхідно ретельно дотримуватися наступних правил.

Етилований автомобільний бензин можна використовувати тільки як пальне для двигунів. У жодному випадку не можна застосовувати етилований бензин для освітлювальних ламп, гасниць, примусів, паяльних ламп, запальничок, бензорізів і так далі, для технічних цілей як розчинник, промивання деталей, миття рук і тому подібне. Відомі випадки отруєнь при використанні етилованого бензину не за призначенням, наприклад, для чищення одягу.

Отруйлива дія етилованого бензину найсильніше виявляється при попаданні бензину всередину організму через травний тракт. У зв'язку з цим засмоктування бензину, а також продування бензопроводів і жиклерів ротом щоб уникнути випадкового попадання в рот етилованого бензину категорично забороняється. Для цих цілей потрібно застосовувати спеціальні пристосування (насоси і ін.).

У жодному випадку не можна зберігати і перевозити етилований бензин спільно з харчовими продуктами. М'ясо, хліб, мука, жири легко поглинають ТЕС. Випадковий розлив бензину може привести згодом до отруєння зараженими харчовими продуктами. При кип'ячені заражених продуктів їх токсичні властивості не пропадають.

Тару з-під етилованого бензину застосовувати для перевезення і зберігання харчових продуктів не можна, оскільки вона завжди міститиме деяку кількість ТЕС.

Особлива увага в профілактиці отруєнь етилованим бензином через харчовий тракт слід приділити особистій гігієні водія. Не можна вживати їжу або брати в рот цигарку, не вимивши заздалегідь руки теплою водою з милом. Виконувати роботи, пов'язані з етилованим бензином, можна тільки в спеціальному одязі.

Небезпека отруєння етилованим бензином посилюється внаслідок здатності ТЕС накопичуватися на предметах, що оточують нас (стінах і підлогах будівель, одязі, бетоні, штукатурці, деревинних та інших пористих матеріалах і так далі). Для знешкодження ґрунту, підлоги, устаткування, тари і інших пред-

метів в разі забруднення їх етилованим бензином застосовуються дегазатори.

Пари етилованого автомобільного бензину по отруйності практично мало відрізняються від неетилованого бензину. Проте, якщо розлити значну кількість етилованого бензину, то може створитися небезпека отруєння ТЕС, яка особливо велика в маленьких невентильованих гаражах індивідуальних власників автомобілів. У цих умовах місце, на якому був розлитий етилований бензин, має бути дегазоване. Якщо етилований бензин у великій кількості розіллється на цементному або асфальтовому підлогу, то залите місце треба ретельно витерти сухою ганчіркою або кінцями і потім обмити чистим гасом. Ганчірку або кінці після цього спалити.

При ремонті двигуна, що працює на етилованому бензині, необхідно приймати запобіжні засоби. Після того, як етилований бензин ретельно злити, всі деталі, що стикалися з ним і з продуктами його згоряння, потрібно промити чистим гасом. До таких деталей відносяться: бензонасос, відстійник, бензофільтри; карбюратор, бензопроводи, головка поршня, свічки, клапани і клапанні гнізда, випускні трубопроводи і так далі. При дрібному ремонті двигуна всі деталі, з якими доведеться стикатися, необхідно обмити кистю, змоченою в гасі. При ретельному дотриманні всіх мір обережності поводження з етилованими бензинами не представляє ніякої небезпеки. Досвід застосування етилований бензинів це підтверджує. Якщо етилований бензин потрапив на шкіру, треба негайно зняти його дрантям, змоченим гасом, прагнучи не втирати рідину в шкіру, і потім обмити це місце гарячою водою з милом. Якщо етилованим бензином облита значна частка тіла, необхідно негайно зняти одяг, злегка обтерти уражену частку тіла ватою, змоченою гасом, а після цього вимитися з милом, прийняти теплий душ і надіти чисту білизну.

При попаданні етилованого бензину в очі негайно промити очі чистою водою. При випадковому попаданні етилованого

бензину в шлунок необхідно викликати блювоту і промити шлунок содовим розчином.

Токсичність пари дизельного палива зазвичай вище, ніж бензину, але із-за меншої випаровуваності концентрація цієї пари в повітрі буває значно менше. Гранично допустима концентрація пари дизельного палива 0,3 $м^2$/л повітря. Заходи профілактики і перша допомога такі ж, як і при поводженні з бензинами.

Отруйність вихлопних газів, особливо при використанні етилований бензинів, загальновідома. З інших складових найбільш небезпечний оксид вуглецю СО, його ГДК 0,02 $м^2$/л повітря. Профілактика отруєння оксидом вуглецю полягає в систематичному контролі за його змістом в повітрі на робочих місцях і на стоянках автомобілів, в забезпеченні хорошої вентиляції. Для попередження надходження вихлопних газів необхідні герметизація трубопроводів вихлопних систем і надійна робота вентиляції.

Категорично забороняється обігріватися в кабіні автомобіля, якщо двигун працює в режимі холостого ходу (тобто на багатій суміші), тому що в кабіну поступово проникають відпрацьовані гази, створюючи небезпечну концентрацію. Оскільки отруєння оксидом вуглецю відбувається непомітно, такого роду обігрів часто приводить до смертельного результату. При наданні першої допомоги (до прибуття лікаря) постраждалого необхідно терміново винести на свіже повітря, укрити чимнебудь теплим і спробувати напоїти гарячим чаєм або кавою. Якщо дихання зупинилося, то треба робити штучне дихання до появи ознак життя.

Мастильні масла (моторні, трансмісійні, індустріальні і ін.) і гідравлічні рідини на мінеральній основі також є токсичними речовинами. До масел, які містять присадки, потрібно відноситися з більшою обережністю, чим до масел без присадок, оскільки токсичні речовини для присадок, до складу яких входять сірка, хлор, фосфор, цинк, свинець і інші елементи, вивчені ще недостатньо. При порушенні правил поводження з маслами і

невиконанні правил особистої гігієни вони можуть викликати екзему, фолікулярні ураження шкіри, дерматити, пігментацію шкіри і інші захворювання.

Етиленгліколь і його водні розчини – антифризи також вельми токсичні. При попаданні всередину організму вони вражують центральну нервову систему і нирки. Аналогічною токсичною дією володіють гальмівні рідини на гліколевій основі “Нева”, “Томь”, “Роса” і ін. Смертельна доза етиленгліколя складає всього 50 г (близько 100 г антифризу). Після роботи з антифризами і гальмівними рідинами слід вимити руки водою з милом.

При попаданні в шлунок етиленгліколя постраждалому слід негайно надати допомогу: ретельно промити шлунок водою або 2%-ним розчином питної соди, штучно викликати блювоту, укрити, зігріти постраждалого і негайно викликати лікарку.

Для попередження отруєнь рідинами, що охолоджують і гальмівними, необхідно строго контролювати їх зберігання, перевезення і використання. На тарі, де зберігаються рідини, обов'язково має бути чіткий напис “Отрута”.

2. ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Для експлуатації техніки, а також для забезпечення всіх видів її ТО і ремонту застосовують великий асортимент палив і мастильних матеріалів.

При критичних концентраціях пара нафтопродуктів у поєднанні з повітрям утворюються пожежонебезпечні суміші. Рідкі палива горять та вибухають при порівняно невисоких концентраціях пари у повітря. Для бензинів, газу і дизельного палива пожежонебезпечними є суміші, коли вміст у повітрі за об'ємом становить від 1,1 до 6%.

Пожежонебезпечність палива та мастильних матеріалів характеризується температурою спалаху. Залежно від температури спалаху, нафтопродукти поділяють на легкозаймисті (температура спалаху нижче 40°С) і горючі (температура спалаху вище 40°С). Бензин і гас належать до легкозаймистих рідин, дизельне паливо до горючих рідин.

Загальні вимоги техніки безпеки такі.

Усі працівники перед зарахуванням на роботу, пов'язану з нафтопродуктами, проходять медичний огляд. Вони повинні вивчити і мати у своєму розпорядженні інструкції з технічної, особистої та пожежної безпеки. Багато робіт необхідно виконувати у спеціальному одязі і взутті. Необхідно мати захисні пристосування: рукавички, окуляри, маски, протигази та ін. У місцях, де можливе інтенсивне виділення пари нафтопродуктів,

не можна знаходитися у взутті чи одязі зі сталевими підківками, набівками, пряжками, а також користуватися сталевим інструментом, щоб уникнути утворення іскри, яка може спричинити пожежу або вибух. Інструмент повинен бути виготовлений з кольорового металу або обміднений.

Вантаж масою більше 200 кг переміщають тільки підйомно-транспортними засобами. Заповненні або порожні бочки піднімають і транспортують спеціальними підйомниками. При відсутності механізованих засобів бочку завантажують у ручний спосіб тільки перекачуванням. Перенесення бочок (скляної тари) на спині і перед собою незалежно від їхньої маси забороняється. Категорично забороняється відкривати чи закривати пробки, ударяючи по них молотком чи іншим інструментом.

Перед початком будь-яких робіт необхідно переконатися у справності електроустаткування і освітлювальної мережі на робочому місці. Не можна працювати у закритих приміщеннях, де зберігаються нафтопродукти, при відсутності або несправності приточно-витяжної вентиляції.

Етилований бензин застосовують тільки як моторне паливо. Особливо обережно слід поводитися з етилованим бензином при його прийомі і видачі, не допускаючи розливань, підтікань і переповнення баків.

Працювати з етилованим бензином рекомендується у спецодязі та інших засобах індивідуального захисту, у тому числі прогумованих фартухах, гумових рукавичках, змінному взутті, нарукавниках і протигазах марки А (коричнева коробка).

Якщо етилований бензин потрапив на шкіру чи одяг, його видаляють ватою, змоченою у газі, потім ретельно промивають шкіру гарячою водою з милом, а одяг провітрюють на відкритому повітрі. На ємкостях, де зберігається бензин (автоцистерни, бочки, каністри, заправні апарати), фарбою повинні бути зроблені написи: "Етилований бензин. Отрута". Забороняється засмоктувати бензин і дизельне паливо ротом з метою створення сифона для їхнього переливання, тому що вони можуть

потрапити у шлунок і викликати отруєння, а їхня пара – опіки легень.

Місця, забруднені етилованим бензином знешкоджують хлораміном (3% водний розчин) або хлорним вапном у вигляді кашки, яку готують перед застосуванням (1 частина сухого вапна на 3...5 частин води). Металеві частини машин і устаткування обробляють 1,5% розчином дихлораміна у бензин або 3% розчином хлораміну в газі.

Перевозити етилований бензин у легкових автомобілях і автобусах, а також у кабінах вантажних автомобілів забороняється. Не можна його перевозити у автомобілях разом з людьми, а також з харчовими продуктами і промисловими товарами, упакування яких не гарантує захисту від забруднення етилованим бензином.

На транспортних засобах, що перевозять небезпечні вантажі, до яких належать і ПММ, встановлюють прямокутні розпізнавальні знаки (рис. 8.1).

Рис. 8.1. Позначення транспортного засобу

У лівій частині знака на білому фоні розміщена інформація (піктограма) про характер вантажу за прийнятою класифікацією (вибухові речовини, легкозаймисті тощо).

У правій верхній частині набором цифр і букв позначено код необхідних негайних дій (КНЗ) для ліквідації чи локалізації аварійної ситуації у разі небезпеки і заходи обережності, яких слід дотримуватися. Цифри означають: 1 – воду не застосовувати, застосовувати тільки сухі вогнегасні речовини; 2 – застосовувати водяні струмені; 3 – застосовувати розпилену воду; 4 – застосовувати піну або суміші на основі хлодонів; 5 – запобігати потраплянню в стічні води і водойми. Букви означають: Д – необхідні дихальний апарат і захисні рукавиці; П – необхідні диха-

льний апарат і захисні рукавиці тільки під час пожежі; К – необхідні повний захисний комплект одягу і дихальний апарат; Е – необхідно евакуювати людей.

У правій нижній частині знака – номер вантажу за списком ООН. Це інформація для аварійних бригад, які будуть займатися ліквідацією аварії і наданням допомоги потерпілим.

При загорянні одягу необхідно збити полум'я, закутати потерпілого в ковдру, повстину, пальто та ін. Згасивши вогонь, розрізають одяг і обробляють обпалені місця: промивають концентрованим розчином перманганату калію. Застосовувати воду не рекомендується, тому що це веде до утворення пухирів і підсилює хворобливі відчуття. При сильних опіках необхідна медична допомога.

При отруєнні парами бензину, дизельного палива необхідно негайно вивести чи винести потерпілого на чисте повітря, викликати лікаря і надати першу допомогу: у стані збудження забезпечити спокій, дати заспокійливі краплі (валеріанові), при ослабленні подиху чи непритомності дати понюхати нашатирний спирт. Після відновлення подиху бажано хворого напоїти міцним чаєм чи кавою.

Якщо нафтопродуктами подразнені слизові оболонки очей, їх промивають 2 % розчином соди, холодним чаєм, чистою водою.

Категорично забороняється зберігання палив і мастильних матеріалів, у тому числі і відпрацьованих масел, у відкритій тарі і ємностях як на території складів, так і в інших приміщеннях.

Нафтопродукти, які зайнялися, не можна заливати водою, тому що продукт розтікається по поверхні води і полум'я підсилюється. Для ліквідації вогню потрібно якнайшвидше припинити доступ повітря до палаючого предмету: закрити брезентом, ковдрою, засипати піском, використати вогнегасники. Джерело займання огороджують бар'єром з піску, а потім гасять вогонь.

Якщо зайнявся нафтопродукт у ємності, потрібно припинити його видавання, закрити кришку люка і зверху накрити

наявними протипожежними матеріалами, а потім вогнегасниками збивати полум'я з поверхні резервуара.

З метою попередження загоряння необхідно постійно стежити за справністю протипожежного устаткування. Воно повинно бути завжди готове до негайного застосування. Місця зберігання протипожежних засобів повинні бути добре відомі всім працівникам.

Враховуючи те, що отруєння організму людини при недбалому поводженні з нафтопродуктами відбувається в основному від пари легко летючих продуктів, не слід також зневажати дотриманням необхідних запобіжних заходів при роботі з маслами та мастилами, які містять токсичні компоненти. При недотриманні викладених в інструкціях відповідних запобіжних заходів можуть виникати та розвиватися захворювання шкіри рук. Для попередження шкірних захворювань рекомендується застосовувати індивідуальні захисні засоби. Індивідуальні захисні засоби вимагають постійного кваліфікованого підходу. Якщо спеціальний одяг забруднений чи з'явилася необхідність у його ремонті раніше встановленого терміну, хімчистку, прання та ремонт треба проводити достроково. При необхідності повинен також проводитися достроковий ремонт спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту. Обробка спеціального одягу не повинна впливати на його захисні властивості. Спеціальне взуття необхідно регулярно чистити та змащувати.

Відкриті ділянки шкіри при роботі з паливно-мастильними матеріалами потрібно захищати профілактичними пастами (табл. 8. 1). Призначає пасту лікар на підставі результатів індивідуальних профілактичних оглядів працюючих.

Для очищення забруднених ділянок шкіри від речовин, які важко змиваються водою з милом, застосовують миючі засоби та очисники шкіри. Очищаючі речовини містять мило, луги, солі та поверхнево-активні речовини, що сприяють видаленню забруднень зі шкіри рук. Для очищення рук від продуктів нафтового походження та інших виробничих забруднень використовується мазь автолова (ФС 42-303-72). Для миття рук,

сильно забруднених мастилами, іржею, маслами, фарбами та іншими речовинами можна застосувати пасту "Ралі".

Таблиця 8.1

Склад профілактичних паст

Паста	Компоненти	Вміст, % (мас.)
ХИОТ-6	Желатин харчовий чи фотожелатин	2,4
	Крохмаль пшеничний чи картопляний	5,6
	Гліцерин медичний	72
	Рідина Бударова	20
ИЭР-1	Мило натрієве, нейтральне	12
	Гліцерин медичний	10
	Глина біла (каолін)	40
	Вода	38
ЯЛОТ	Мило ядрове	39,6
	Дистильована вода	39,6
	Касторова олія	19,6
	Тальк	1,2
ПМ-1	Крохмаль картопляний	14,1
	Вода	43,6
	Тальк	8,1
	Біла глина	10,1
	Желатин	2,0
	Гліцерин	12,6
	Вазелінова олія	7,5
	Саліцилова кислота	0,3
	Спирт етиловий	1,7
"Біологічні рука-вички"	Сухий казеїн	12
	25%-й розчин аміаку	10,1
	Гліцерин	11,9
	Спирт етиловий	28,0
	Вода дистильована	38,0
Мазь "Ніколан"	70%-е господарське мило	20
	Ланолін технічний	20
	Каолін	20
	Вода	40

Якщо масла містять у своєму складі різні функціональні присадки (протизношувальні, захисні, антиокислювальні, протикорозійні, протипітингові та ін.) у кількостях від 0,1 до 5 % (за масою), то за впливом на організм людини вони є високо небезпечними і небезпечними речовинами.

У зв'язку з тим, що присадки (трикрезилфосфат, бензотриазол, феніл-а-нафтиламін і ін.) знаходяться в маслах у розчиненому стані, ці масла при температурах навколишнього середовища від мінус 50 до плюс 50°С при короткочасному впливі на шкіру є малонебезпечними продуктами.

Отруєння маслами з токсичними присадками виникає при тривалому і систематичному впливі на незахищені шкірні покриви.

Важкі отруєння виникають при вдиханні пари продуктів термічного розкладення масел, що утворюється, як правило, у замкнутих об'ємах і системах техніки в умовах тривалої експлуатації при підвищених температурах.

Для попередження отруєнь маслами з отруйними присадками необхідно дотримуватися таких запобіжних заходів:

– усі роботи при підвищених температурах виконувати у добре провітрюваному приміщенні (витяжній шафі) або на відкритому повітрі з використанням спецодягу (халат, рукавички, нарукавники і фартух ізолюючого типу);

– при потраплянні масел з отруйними присадками на одяг місця забруднень необхідно протерти гасом, а потім просушити одяг на відкритому повітрі;

– ремонт гідравлічних та масляних систем проводити тільки при відсутності в них тиску та після охолодження двигуна;

– після закінчення робіт промити робочий інструмент гасом та прийняти теплий душ з милом.

З відпрацьованими маслами треба поводитися з великою обережністю, тому що вони вкрай отруйні і небезпечні для шкіри.

Для уникнення важких наслідків для свого здоров'я досить вжити деяких елементарних заходів:

– уникати, по можливості, контакту відпрацьованих масел зі шкірою;

– часто мити руки з милом, уникаючи розчинників і абразивних миючих засобів;

– намагатися не тримати у кишенях руки, забруднені мастилом;

– змінювати брудний спецодяг.

Відпрацьовані масла є дуже забруднюючими, тому їх не можна зливати в каналізацію чи на землю, а потрібно збирати в спеціальні посудини.

З цього приводу треба пам'ятати, що тільки один літр відпрацьованого масла може забруднити до 1 млн. літрів ґрунтової води.

При роботі з паливно-мастильними матеріалами (ПММ) випадки пожеж найчастіше трапляються від дій на експлуатаційні матеріали відкритого полум'я, розрядів статичної електрики, іскри при ударі чи терті, а також при попаданні пальних рідин на нагріту поверхню. При експлуатації енергетичних засобів найбільш частими причинами виникнення пожеж є несправність електроустаткування, негерметичність системи живлення, накопичення на двигуні бруду і масла, застосування легкозаймистих та пальних рідин для миття двигуна, подача палива самопливом, паління у безпосередній близькості від системи живлення, застосування відкритого вогню для підігрівання двигуна, а також при визначенні та усуненні несправностей механізмів.

В умовах експлуатації найбільшу небезпеку становить порожня тара з-під бензину, тому що досить у 200-літровій бочці випарувати 10...50 г бензину, щоб одержати вибухонебезпечну бензоповітряну суміш. Тому забороняється відгвинчувати пробку порожньої сталевої бочки з-під бензину ударами молотка чи ключа або підходити до неї з вогнем. При ремонті тари необхідно забезпечувати попередження вибухів бензинової та іншої пари, змішаної з повітрям. Це відноситися не тільки до

бочок, але і до інших ємностей, у тому числі і до паливних баків машин. Для усунення такої небезпеки при ремонті тари застосовують різні запобіжні заходи: тару заливають водою і в такому вигляді ремонтують; пропарюють гарячою водою, промивають, а потім ремонтують; заповнюють діоксидом вуглецю і потім ремонтують.

3. ВПЛИВ ПАЛИВА ТА МАСЛА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ І ЛЮДИНУ

Ступінь впливу ПММ і технічних рідин на навколишнє середовище визначається трьома факторами: хімічним складом, робочою температурою і культурою поводження з ними. Хімічний склад є домінуючим фактором. Він характеризує потенційну здатність ПММ впливати на зовнішнє середовище, а також визначає найбільш екологічно та економічно обґрунтований спосіб утилізації відпрацьованих ПММ.

Відомо, що основна причина забруднення повітря полягає у неповному і неефективному згорянні палива. Всього 15...25 % його витрачається на роботу машини, а решта “летить на вітер”.

У відпрацьованих газах двигуна внутрішнього згоряння міститься понад 170 шкідливих компонентів, з них понад 160 – похідні вуглеводнів, які є результатом неповного згоряння палива у двигуні. Наявність у відпрацьованих газах шкідливих речовин обумовлена видом і умовами згоряння палива Найбільш шкідливими є оксид вуглецю, вуглеводні і діоксид азоту.

Склад відпрацьованим газів залежить від виду палива, що застосовується, присадок і режимів роботи двигуна, його технічного стану та ін.

Спалювання палив, що містять вуглеводні з високою молекулярною масою, веде до емісії великої кількості ароматичних та інших вуглеводнів. При спалюванні органічних палив у продуктах їхнього згоряння виявлені поліциклічні ароматичні вуглеводні, деякі з яких є канцерогенними. До них відносяться

бенз(о)пірен, 9,10 – диметилантрацен, бенз(а)атрацен, дибенз(а, h) антрацен і ін.

Вплив канцерогенних речовин на людину залежить як від дози, так і від тривалості їхньої дії. Новоутворення виникають не відразу, а лише через тривалий час. Встановлено, що людський організм інтенсивно накопичує і утримує бенз(о)лірен у дитячому віці і у віці старше 50 років.

За характером впливу на організм людини розрізняють дві принципово різних групи вуглеводнів: подразні і канцерогенні. Подразні вуглеводні впливають на центральну нервову систему і слизові оболонки. До них відносять альдегіди, усі граничні і негранічні сполуки вуглецю з воднем, що не належать до ароматичних сполук. Найбільшу небезпеку для людини являють вуглеводневі сполуки канцерогенної групи: 1, 2 – бензантрацен ($C_{18}H_{12}$); 3, 4 – бензпірен ($C_{22}H_{14}$); 1, 2 – бензпірен ($C_{20}H_{12}$); 3, 4 – бензфлуорантен ($C_{20}H_{14}$); 1, 2, 5, 6 – дибензантрацен ($C_{22}H_{14}$); коронен ($C_{24}H_{12}$). Особливо небезпечний 3, 4 – бензпірен, який також називають бенз(о)піреном і який є свого роду індикатором при присутності у суміші інших канцерогенів. Потрапляючи у дихальні шляхи людини, поліциклічні ароматичні вуглеводні поступово накопичуються до критичних концентрацій і стимулюють утворення злоякісних пухлин. Концентрації ПАУ в повітрі вивчені недостатньо. Очевидно, вони не перевищують $10^{-12}...10^{-14}$ г/м^3.

Вуглеводні СН, особливо олефінового ряду, так само як і СНО, беруть участь в утворенні смогів, що викликають подразнення очей, горла, носа. Розливання і течії нафтопродуктів є значним фактором забруднення повітря, ґрунту, водоймищ. Забруднення водоймищ наносить відчутну шкоду. Тому склад та властивості води в основних джерелах водокористування нормуються.

Вплив нафтопродуктів на водоймища проявляється у погіршенні фізичних властивостей води (помутніння, зміна кольору, смаку, запаху); розчинення у воді токсичних речовин; тувторення поверхневої плівки нафти та осаду на дні водоймищ, які

знижують вміст кисню у воді. Нафта і продукти її переробки, потрапляючи у воду, розтікаються внаслідок гідрофобності по поверхні, утворюючи тонку нафтову плівку, яка переміщається зі швидкістю приблизно у два рази більшою, ніж швидкість течії води. При зіткненні з берегом і прибережною рослинністю нафтова плівка осідає на них. У процесі поширення по поверхні води легкі фракції нафти частково випаровуються, розчиняються, а важкі опускаються в товщу води, осідають на дно і утворюють донне забруднення.

У табл. 8.2 наведено дані про дію нафтопродуктів на органолептичні властивості води та організм тварин.

Таблиця 8.2

Граничні концентрації нафтопродуктів у воді різного водовикористання

Речовина	Граничні концентрації (мг/л), що впливають на:			ГПК у воді водоймищ, мг/л	
	органолептичні властивості води	санітарний режим водоймищ	організм тварин	господарсько-питного і культурно-побутового водовикористання	рибогосподарського водовикористання
1	2	3	4	5	6
Нафта багатосірчиста	0,1	3	300	0,1	0,05 нафта і нафтопродукти в розчиненому і емульгованому стані
Нафта інша	0,3	3		0,3*	
Мазут	0,3	3		0,3*	
Бензин	0,1	–		0,1*	
Гас	0,1	–		0,1*	
Бензол	5,0	25	0,5	0,5**	0,5**

Продовження табл. 8.2.

1	2	3	4	5	6
Толуол	0,5	25	200	0,5*	0,5*
Ксилол	0,05	1	0,1	0,05*	0,05*
Стирол	0,14	10	1000	0,1*	0,1*
Нафтенові кислоти	0,3	100	200	0,3*	–
Етилен	0,5	10	1,5	0,5*	–
Пропилен	0,5	10	1,5	0,5	–
Тетраетил свинець				відсутність	

Примітка.
**Нормується за органолептичною ознакою шкідливого впливу.*
***Нормується за санітарно-токсикологічною ознакою шкідливого впливу.*

Удосконалення самої техніки і підвищення рівня її технічної готовності за останні 10...15 років зумовили кількісні і якісні зміни композицій мастил. До складу композицій з метою поліпшення їхніх функціональних властивостей почали додавати токсичні індивідуальні компоненти, які характеризуються певними токсикологічними властивостями. Такими компонентами (шкідливими речовинами) є функціональні присадки, що додаються до основ мастил з метою поліпшення протизношувальної, протизадирної (совол, трикрезилфосфат), захисної (бензо-триазол), антиокислювальної (параоксидифениламин, феніл-а-нафтиламін, іонол) ефективності.

До шкідливих речовин відносяться палива і масла, які при контакті з організмом людини у випадку порушення вимог безпеки, можуть викликати отруєння, професійні захворювання або відхилення у стані здоров'я.

Відповідно до ГОСТ 12.1.007-76 за ступенем впливу на організм усі шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки: перший – надзвичайно небезпечні; другий – високонебезпечні; третій – помірно небезпечні; четвертий – малонебезпечні.

Клас небезпеки шкідливих речовин, встановлений цим стандартом в залежності від норм і показників наведений у табл. 8.3.

Таблиця. 8.3

Класифікація небезпеки шкідливих речовин

Показник	Норма для класу небезпеки			
	1	2	3	4
Гранично припустима концентрація (ГПК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м^3	<0,1	0,1...1,0	1,1...10,0	>10,0
Середня смертельна доза при введенні в шлунок, мг/кг	<15	15...150	151...5000	>5000
Середня смертельна доза при влученні на шкіру, мг/кг	<100	100-500	501...2500	>2500
Середня смертельна концентрація у повітрі, мг/м^3	<500	500... 5000	5001... 50000	>50000
Коефіцієнт можливого інгаляційного отруєння (КМО)	>300	300...30	29...3	<3
Зона гострої дії	<6,0	6,0...18,0	18,1...54,0	>54,1
Зона хронічної дії	>10,0	10,0...5,0	4,9...2,5	<2,5

Мінеральні масла є реальною загрозою для здоров'я людини у тих випадках, коли в них містяться легкі вуглеводні (бензин, бензол), чи коли можлива утворення масляного туману або масляної пари (при нагріванні розпилюванні).

Дихальні шляхи і легені людини більш чутливі, ніж інші органи, до впливу масляної пари і масляного туману. Вдихання масляного туману із завислими частинками від 1 до 100 мкм викликає отруєння. Серед хворих раком легень і бронхів виявлено багато людей, які довгостроково піддавалися впливу пари чи туманів мінеральних масел і їхніх емульсій. Небезпека отруєння парою або туманами масел різко зростає, якщо в маслі містяться сірчані сполуки.

При наявності сірки у маслі можуть виникнути умови для утворення сірководню (H_2S), який викликає отруєння з блискавичною втратою свідомості. Токсичність масел виявляється також при частому потраплянні масел на відкриті ділянки тіла, при тривалій роботі в одязі, просоченому маслом. Систематичний контакт з маслом може викликати гостре чи хронічне захворювання шкіри тіла. Найбільш часті фолікулярні враження шкіри, які представляють собою захворювання волосяних мішечків та сальних залоз. Ці захворювання відомі за назвою масляних чи гасових вугрів, спостерігаються у механіків, токарів, трактористів, водіїв, комірників та інших робітників, які щоденно мають справу з маслами.

Відомі випадки ушкодження шкірних покривів (більше всього кисті рук) мастилами, які попадають на шкіру під великим тиском. Це спостерігається при розпилюванні масел під тиском спеціальними насосами під час випробувань дизелів, маслопроводів. При цьому масло пробиває шкіру і проникає у підшкірну тканину, викликаючи розвиток набряку з болями і онімінням вражених ділянок. У випадку попадання на вражені місця інфекції можуть утворюватися нариви та ділянки омертвіння шкіри. Мастила можуть викликати екзему, дерматити, пігментацію шкіри і навіть більш важке захворювання – утворення бородавчастих розростань, що переходять у рак. Токсичні властивості масел підсилюються з підвищенням їхньої температури кипіння, кислотності, а також зі збільшенням вмісту в їх складі ароматичних вуглеводнів, смол і сірчистих сполук.

Масляні пари суміші з повітрям при наявності іскри чи іншого відкритого джерела вогню вибухонебезпечні.

Для всіх мінеральних масел реальна небезпека утворення вибухонебезпечних концентрацій масляної пари виникає при нагріванні масел у закритій ємкості до температури понад 100°С. Але потрібно мати на увазі, що якщо у маслі виявиться невелика кількість палива, то при нагріванні такого масла може утворюватися вибухонебезпечна концентрація і при температурі нижче 100°С.

Незнання властивостей, некваліфіковане поводження з маслами і неприйняття запобіжних заходів при роботі з ними може привести до важких, іноді непоправних наслідків. Але які б не були великі отруйність, вогне- і вибухонебезпечність нафтопродуктів та їхня небезпека для здоров'я, імовірність виникнення пожежі чи вибуху буде зведена до мінімуму, якщо дотримуватись правил особистої гігієни і попереджати виникнення пожеж та вибухів, а також уміло застосовувати засоби пожежогасіння і надавати першу медичну допомогу потерпілим.

Специфіка роботи з нафтопродуктами висуває особливі вимоги до техніки безпеки при роботі з ними.

Токсичність, вибухонебезпечність і легка займистість нафтопродуктів вимагають від усіх працівників, пов'язаних з транспортуванням, зберіганням, контролем якості, застосуванням палив і мастильних матеріалів, заправкою техніки, технічним обслуговуванням машин і їхнім ремонтом, суворого дотримання правил особистої і пожежної безпеки, а також рекомендацій зі зниження рівня забруднення навколишньої атмосфери, ґрунту і водоймищ нафтопродуктами.

4. ПРАВИЛА ПОЖЕЖО- І ВИБУХОБЕЗПЕКИ

4.1. Пожежо- і вибухонебезпечність паливно-мастильних Матеріалів
4.2. Забезпечення пожежо- і вибухобезпеки при роботі з ПММ

4.1. Пожежо- і вибухонебезпечність паливно-мастильних матеріалів

Нафтопродукти і зріджені або природні гази при їх транспортуванні, зберіганні і видачі можуть змінювати свої фізико-хімічні і термодинамічні властивості, що характеризуються щільністю, токсичністю, в'язкістю, тиском насиченості газів, схильністю нафтопродуктів при русі по комунікаціях накопичувати заряди статичної електрики. Крім цього нафтопродукти і зріджені чи природні гази схильні до самозапалювання, пожежо- і вибухонебезпечні у певних концентраціях з повітрям.

Деякі дані про пожежо- і вибухонебезпечність світлих нафтопродуктів і газів наведені в таблиці 8.4.

Таблиця 8.4

Показники вибухової і пожежної небезпеки

Речовина	Позначення	t_i, ($t_{сп}$),°С	Межі вибуховості, %		K_σ	D_o, $см^2/с$
			нижній	верхній		
1	2	3	4	5	6	7
Н-Бутан C_4H_{10}	ГГ	405	1,8	8,5	1,24	0,0605
Водень H_2	ГГ	510	4,09	80,0	1,24	0,66
Ізобутан C_4H_{10}	ГГ	405	1,81	8,5	1,21	0,0819
Метан C_4	ГГ	540	5,28	15,4	1,26	0,196

Продовження табл. 8.4.

1	2	3	4	5	6	7
Оксид вуглецю С	ГГ	610	12,5	80,0	3,3	0,146
Пропан C_3H_8	ГГ	450	2,31	9,5	1,24	0,0977
Сірководень H_2S	ГГ	246	4,00	44,5	1,45	0,141
Етан C_4H_6	ГГ	472	3,07	14,95	1,27	0,212
Бензин	ЛВЖ	(–36)	1,08	–	2	0,0605
Дизельне паливо З	ЛВЖ	(–35)	0,61	–	2	0,0470
Дизельне паливо Л	ЛВЖ	(40)	0,52	–	2	0,0481

Примітки:

1. Нижня і верхня межі запалення речовини в повітрі приведені при тиску 0,1013 МПа і температурі 293 °К.

2. K_σ – коефіцієнт безпеки до нижньої межі запалення, застосовується при обчисленні гранично припустимої вибухобезпечної незаймистої концентрації (ЦДВК). Значення відповідають ступеням надійності незапалення суміші, рівної 0,999.

3. D_o – коефіцієнт дифузії в повітрі при тиску 0,1013 МПа і температурі 293 °К.

4. ЛВЖ – легкозаймиста рідина, здатна самостійно горіти після видалення джерела запалювання і має температуру спалаху не вище 61 °С (у закритому тиглі).

5. ГГ – пальний газ, здатний утворювати з повітрям займисті і вибухонебезпечні суміші при температурах не вище 55 °С.

6. t_i – мінімальні зареєстровані температури самозапалювання, °С, $t_{сп}$ – температура спалаху в закритому тиглі, °С.

Масляні пари в суміші з повітрям при наявності іскри або іншого відкритого джерела вогню вибухонебезпечні. Відомі випадки, коли масляні пари вибухали в картерах двигунів внутрішнього згоряння, викликаючи руйнування деталей, пожежу і травми обслуговуючого персоналу.

Для всіх мінеральних масел реальна небезпека утворення вибухонебезпечних концентрацій масляних парів виникає при нагріванні масел у закритій ємності понад 100 °С. Але треба знати, що якщо в маслі виявиться невелика кількість палива, то

при нагріванні такого масла може утворюватися вибухонебезпечна концентрація і при температурі нижче 100 °С. У картері двигуна, як правило, завжди міститься домішки палива в маслі, і тому вибухонебезпечна концентрація парів може утворюватися практично при будь-якій температурі.

На пожежо- і вибухобезпеку при транспортуванні і перекачуванні великий вплив робить здатність нафтопродуктів до накопичення статичної електрики, тобто здатність їх отримувати електричний заряд при терті, розпиленні та ударах об тверду поверхню. Це явище має місце, коли при перекачуванні рідини по трубах, рукавах при заповненні резервуарів автомобільних цистерн (АЦ) і паливозаправників (ТЗ) швидкість руху рідини досягає 0,9 м/с і більше.

Негативний заряд потоку рідини, що рухається, викликає утворення на стінках металевої труби однакового за напрямком позитивного заряду. Якщо металева труба ізольована від землі, то при припиненні руху виникає іскровий розряд, що може бути причиною виникнення вибуху або пожежі в устаткуванні автомобільних цистерн (паливозаправниках).

Особливо інтенсивно проходить процес електризації при наявності механічних домішок у паливі, при переході палива з ламінарного режиму руху в турбулентний, при русі його по трубопроводах, що мають шорсткість внутрішніх поверхонь.

Іскрові розряди значно підсилюються і накопичуються при наявності на стінках трубопроводів і днищах резервуарів автомобільних цистерн загострених предметів (окалин, болтів, гайок), а також предметів, що плавають на поверхні рідини (ганчірок, листів, бруду тощо). При русі автомобільної цистерни (паливозаправника) з пальним заряди статичної електрики також можуть накопичуватися на стінках судин. При промиванні нафтоналивних резервуарів водою під великим тиском заряди утворюються на кінцях рукавів, стінках резервуара та на інших металевих частинах, що приводить до іскроутворення і створює небезпеку вибуху, якщо ємкість була заповнена парами нафтопродукту.

Основними вражаючими факторами аварій з пожежами і вибухами в загальному випадку є:

• *для пожеж:*

– полум'я та іскра;

– підвищення температури навколишнього середовища;

– токсичні продукти горіння і термічного розкладання;

– знижена концентрація кисню;

– осколки, тобто частини резервуарів, апаратів, агрегатів, установок, конструкцій, що зруйнувалися;

– токсичні речовини і матеріали, що вийшли із зруйнованих апаратів і установок;

• *для вибухів:*

– ударна хвиля;

– обвалення устаткування, комунікацій, конструкцій будинків і споруджень та розліт їх осколків;

– утворення при вибуху і (чи) вихід з ушкоджених апаратів шкідливих речовин, що містяться в них, з підвищенням вмісту пар цих речовин у повітрі до значень, що перевищують граничне припустимі концентрації.

Слід зазначити що багато з перерахованих вище факторів характерні для приміщень та будинків і не істотні для відкритих площадок, на яких розміщується найбільше пожежовибухонебезпечне устаткування паливо-заправних пунктів (ПЗП). Для відкритих площадок ПЗП становить інтерес аналіз наступних параметрів:

– площі розтікання палива при витоках;

– розміри вибухонебезпечних зон, що утворяться при випарі ЛЗР;

– надлишковий тиск в ударній хвилі при вибуху пароповітряної хмари;

– теплове випромінювання пожеж і витоків "вогневих куль";

– надлишковий тиск в ударній хвилі при фізичному вибуху судини з перегрітою рідиною в режимі BLEVE;

– осколки, що утворюються при руйнуванні судин.

Аналіз опублікованих у науковій літературі досліджень витоків ЛЗР на різні поверхні показує, що питома площа витоків приблизно дорівнює 0,15 $м^2$/л, а розміри вибухонебезпечних зон і зон ураження ударною хвилею з тепловим випромінюванням досягають у деяких випадках десятків і сотень метрів. За даними про аварії, що мали місце, осколки від судин (резервуарів) можуть розлітатися на відстань до 1000...1200 м.

4.2. Забезпечення пожежо- і вибухобезпеки при роботі з ПММ

Заряди статичної електрики, накопичуючись в ємкості (резервуарі, цистерні), створюють значні потенціали, що може привести до виникнення іскрового розряду, а отже, і до пожежі. Запобігають виникнення розрядів статичної електрики, застосовуючи заземлення всіх ємкостей. В процесі експлуатації контролюють їх справність.

З метою запобігання виникнення пожеж під час зливання нафтопродуктів у резервуари, автоцистерни, їх перед зливанням заземлюють. Оператор-заправник і водій автомобіля-цистерни повинні знаходитися біля резервуара до повного зливу нафтопродукту. На всій території паливозаправного пункту забороняється курити, усувати несправності в системі запалювання карбюраторних двигунів або виконувати які-небудь інші роботи, пов'язані з ремонтом транспортних засобів. Відстань між автомобілем, що знаходиться позаду, за ним, повинна бути не менш 3 м, а відстань між наступними автомобілями – не менш 1 м.

Автомобілі заправляють при непрацюючому двигуні. Під час грози заправлення автомобілів і злив нафтопродуктів у ємності не допускаються. До повного завершення заправлення паливних баків автомобіля водій повинен знаходитися безпосередньо біля паливного бака, що заправляється, і роздавального крана.

На зовнішніх поверхнях наземних резервуарів і цистерн повинні бути добре видні написи "Вогненебезпечно", "Не курити". ПЗП повинен бути укомплектований засобами пожежогасіння,

кількість яких визначають (табл. 8.5), виходячи з наявності паливозаправних колонок. Елементи паливозаправних засобів повинні бути в технічно справному стані, а рухомі засоби заправлення укомплектовані іскрогасником на вихлопній трубі глушника. Це в однаковій мірі відноситься і до автомобілів-цистерн.

Таблиця 8.5

Номінальне число засобів пожежогасіння на ПЗП

Число	Число вогнегасників	Число шухляд із сухим піском	Число покривал
2	4	2	1
3	5	3	1
4	6	4	1
Більше 4	Не менш трьох на кожні два стовпчики	По одному на кожен стовпчик	По одному на двух стовпчиках

Примітка: на кожні два резервуари для палива повинно бути два десятилітрові відра і дві лопати.

При виконанні зливних і заправних операцій, перекачуванні палива з однієї ємкості в іншу стежать, щоб не допустити витоків палива на площадку, підлогу тощо. Місця витоків палива посипають шаром сухого піску або сухих обпилювань. Після протирання дані матеріали виносять за межі території ПЗП і утилізують. Ефективним засобом видалення пролитого бензину є 3%-ий водяний розчин хлорного вапна, що наносять у виді тонкого шару на місце витоків. Однак варто врахувати, що з метою уникнення запалення пролитого бензину не допускається застосовувати хлорне вапно в сухому виді.

Територію ПЗП огороджують забором висотою не менш 2,1 м, а при озелененні території саджають тільки листяні породи, причому не ближче 5 м від резервуарів і стовпчиків. Проїзну частину території ПЗП будують із твердого покриття. Крім цього її обладнують аварійними стоками відкритого типу і колодязями з ямами-пастками для збору нафтопродуктів, які раптово розлилися.

Пожежі на ПЗП можуть виникати і від несправності електропроводів, по яких подається напруга до електродвигунів і приладів освітлення. У цих випадках особливо важливо, щоб вибухозахисні пристрої не мали механічних ушкоджень. Не допускається опалення будинку ПЗП електронагрівальними приладами, які не виконані у вибухозахисному виконанні.

На ПЗП автотранспортні засоби заїжджають своїм ходом при швидкості руху до 5 км/год, дотримуючись при цьому вищенаведеної дистанції від автомобіля, що заправляється.

Категорично забороняється заправляти транспортні засоби, якщо в них знаходяться пасажири або якщо вони завантажені легкозаймистими матеріалами (сіном, бавовною тощо).

При загорянні рідких нафтопродуктів забороняється, користуватися для їх гасіння водою, тому що щільність нафтопродуктів менше щільності води, і тому запалене паливо буде спливати на поверхню води, не зменшуючи при цьому інтенсивність горіння. Полум'я на поверхні палива в резервуарах і паливних баках гасять, герметично закривши люки і кришки заливних горловин, а з зовнішньої поверхні – використовуючи пісок, азбестові матеріали, вогнегасники, брезенти, бавовняні тканини. Воду застосовують у складі спеціальних піноутворюючих речовин, у виді повітряно-механічної піни, що виготовляється пожежними машинами.

Одяг, що зайнявся на людині гасять, накинувши на осередок горіння повітронепроникну тканину, а інші ділянки одягу рясно змочують струменем води.

До початку проведення будь-яких робіт, пов'язаних з відкритим вогнем і утворенням іскор, відповідальний за виробництво знайомиться з даними аналізу повітря на місці вибухонебезпечних концентрацій випаровувань, а також визначає місце розташування зварювального устаткування. У місцях розташування зварювального устаткування і проведення зварювальних робіт не повинна проникати парово-повітряна суміш нафтопродуктів. Забороняється переносити проводи від зварювальних апаратів, що знаходяться під напругою, залишати вклю-

ченим електрозварювальний апарат у відсутності електрозварника, зварювати деталі, на яких не висохла фарба.

Паливозаправний пункт повинен бути захищений від ударів блискавки. Блискавкозахист виконують у вигляді окремих стрижневих блискавковідводів зі струмовідводами, яких повинно бути не менш двох. Опори (стрижні) блискавковідводів виготовляють із залізобетону, дерева, заліза. Блискавкоприймачі виготовляють з будь-якої марки стали та оброблюють антикорозійними засобами. З'єднання блискавкоприймачів зі струмовідводами здійснюють електрозварюванням.

Суть гасіння палаючих нафтопродуктів полягає в ізолюванні полум'я палаючого нафтопродукту від кисню, що знаходиться в повітрі. Гасіння ведуть за допомогою наступних засобів: інертних газів, водяної пари, хімічної піни, повітряно-механічної піни, порошкоподібних речовин, піску тощо. Інертний газ і водяну пару використовують у тих випадках, коли пожежа виникла в закритому приміщенні або в не цілком заповненому резервуарі. У цих випадках інтенсивне заповнення газом або парою простору над полум'ям дозволяє зупинити процес горіння.

Хімічна піна являє собою бульбашки вуглекислого газу, покриті найтоншою водяною плівкою. Повітряно-механічну піну одержують, змішуючи в спеціальних пінагенераторах 0,4...0,2% пінопорошку, 9,6...9,8% води і 90% повітря. Пінопорошок містить 50% сірчанокислого глинозему, 45% двовуглекислої соди і 5% лакричного екстракту.

Пісок – найпоширеніший засіб для гасіння пожежі. Його зберігають у шухлядах із кришками, що запобігають потрапляння вологи і сміття. При відсутності піску можна використовувати ґрунт, а для невеликих вогнищ полум'я – коври, мішковину, покривала з асбестониткової тканини.

5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Забруднення атмосфери парою нафтопродуктів впливає на навколишнє середовище і здоров'я людини. Пара нафтопродуктів відноситься до IV групи шкідливості. Вона може викликати ядуху, тому що у безвітряну погоду знаходиться над поверхнею ґрунту, особливо при розташуванні нафтоскладів у низинних місцях. Крім того, суміш вуглеводнів з оксидом азоту у повітрі сприяє фотохімічному утворенню таких шкідливих сполук, як озон, пероксилацетил, нітрати, альдегіди, аерозолі. Ці речовини подразнюють слизову оболонку очей, пошкоджують рослинність, деякі з них є канцерогенними.

Зменшення випарів вуглеводнів є найбільш ефективним способом боротьби з фотохімічними забрудненнями атмосфери.

Граничне припустима максимальна разова концентрація ($ГПК_{мр}$) пари бензину для атмосферного повітря населених пунктів – 5 мг/м^3, гранично припустима концентрація для "робочої зони" ($ГПК_{рз}$) –100 мг/м^3.

Забруднення грунтів та підземних вод обумовлено витіканнями нафтопродуктів. Основна особливість витікань полягає в тому, що вони носять нерівномірний по площі і в часі характер. Наприклад, витікання нафтопродуктів зі швидкістю дві краплі за 1 секунду приводять до їхніх втрат 130 л/міс. Витікання у вигляді крапель, що переходять у тонкий струмінь, досягають 200 л/міс, а витікання у вигляді струменя товщиною 2,5 мм приводить до втрат до 2,5 тис.л/міс.

Забруднюються території, головним чином, через забруднення підземних вод і ґрунтів. Нафтопродукти, що потрапляють на поверхню, фільтруються вертикально через товщу зони аерації ґрунтів і досягають рівня ґрунтових вод, де відбувається їхнє накопичення і розтікання по водоносному шару.

Забруднення ґрунтів та підземних вод розподіляється нерівномірно по всій площі, у вигляді окремих плям, які розташовані у місцях витікання нафтопродуктів. Тому, коли вирішується питання про проведення рекультиваційних робіт, ці роботи повинні проводитися не по всій території, а на окремих локальних ділянках максимального забруднення.

На нафтоскладах повинні застосовуватися локальні очисні спорудження (пісколовки, нафтовловлювачі, станції нейтралізації, флотаційні установки та ін.), будівництво яких дозволить виключити скидання забруднень у стічні води.

Локальні очисні спорудження повинні забезпечувати очищення поверхневих стічних вод при розливаннях нафтопродуктів, аварійних ситуаціях, загальному забрудненні території нафтоскладу.

Основним показником роботи очисних споруджень є якість очищення.

Стічні води перед скиданням у водоймище повинні бути очищені відповідно до існуючих нормативних вимог до концентрації у них нафтопродуктів – 0,05 мг/л. Концентрація завислих речовин не повинна перевищувати 10,5 мг/л.

В результаті виробничої діяльності автотранспортного комплексу (АТК) відбувається активне забруднення активними токсичними речовинами атмосфери, гідросфери і літосфери. Автомобільний транспорт є одним з основних джерел забруднення атмосфери. Автомобільний транспорт відноситься до рухомих джерел забруднення, широко зустрічається в житлових районах і місцях відпочинку. Токсичними викидами ДВЗ є відпрацьовані і картери гази, пари палива з карбюратора і паливного бака. Основна частка токсичних домішок поступає в атмо-

сферу з відпрацьованими газами ДВЗ. З газами картерів і парами палива в атмосферу поступає близько 45% вуглеводнів від їх звичайного викиду.

Незалежно від того, працює чи ні бензиновий двигун, з паливної системи проходить випар бензину. При працюючому двигуні від 4 до 12% викиду C_nH_m відбувається за рахунок випарів. Добові випари вуглеводнів з карбюратора і паливного бака автомобіля складають близько 40 г, а з бака вантажних автомобілів – до 150 гр. Підраховано, що в умовах жаркого клімату кожен автомобіль протягом року за рахунок випаровування втрачає 60...80 л бензину. Окрім вуглеводнів, що поступають з паливної системи автомобілів, значна їх кількість потрапляє в атмосферу при заправці транспортних засобів. Втрати палива при цьому можуть доходити до 1,5 г на 1 л палива, що заправляється.

Дизельне паливо також повинне відповідати певним екологічним показникам, які регламентує ГОСТ 305-82. При цьому масова частка сірки допускається (залежно від виду палива) не більше 0,2 або не більш 0,5%, концентрація фактичних смол – не більше 40 мг/100 $см^3$, зольність – не більше 0,01%. Токсичність пари дизельного палива зазвичай вища, ніж бензину, але із-за меншої випаровуваності і хорошої герметичності паливної системи дизеля концентрація цієї пари в повітрі буває значно менше. Гранично допустима концентрація пари дизельного палива 0,3 $м^2$/л повітря.

Для наочності вищевикладеного схема утворення шкідливих викидів представлена на рис. 8.2.

Що стосується дії АТК на літосферу, необхідно відзначити, що забруднення ґрунтів автомобільним транспортом внаслідок відходів своєї роботи – це паливно-мастильні матеріали, що змиті, тонни кинутих покришок, відпрацьовані акумуляторні батареї, пошкоджені деталі автомобілів і самі списані машини і кузови. Внаслідок цього великі ділянки родючого ґрунту не використовуються.

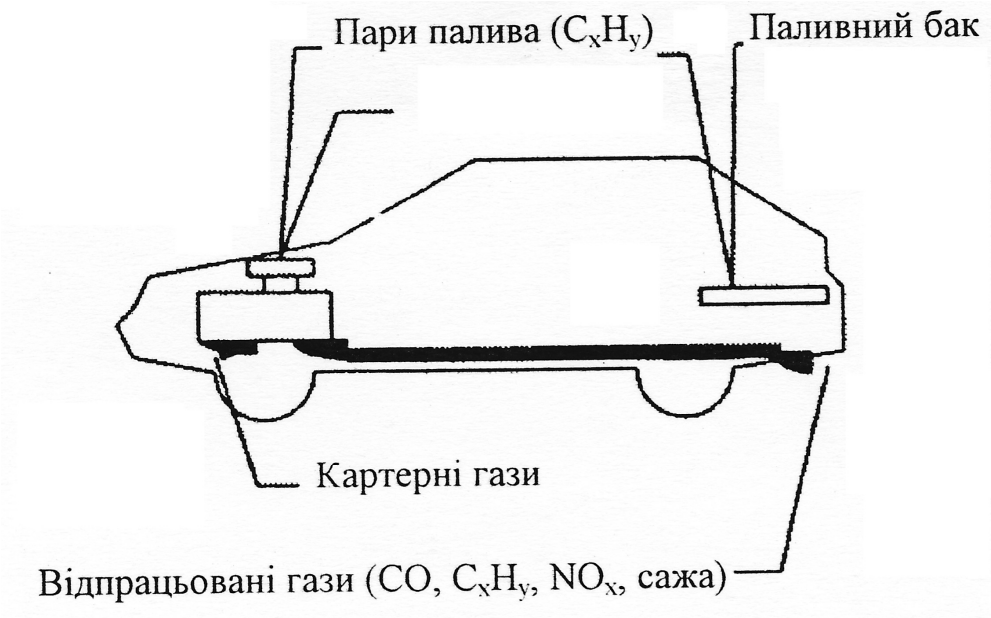

Рис. 8.2. Джерела утворення шкідливих токсичних викидів в автомобілі

Але найнебезпечніше полягає в забрудненні автотракторним комплексом гідросфери. Багаточисельні кислоти, луги, масла через ґрунтові води потрапляють у водоймища, з яких походить водопостачання населення.

В середньому в рік автомобільний транспорт скидає в стічні води скидається близько 62 тис. т зважених речовин і більше 2,1 тис. т нафтопродуктів. Гостро постає проблема утилізації нафтових відходів і опадів з очисних споруд.

В даний час існують різні методи очищення стічних вод, що скидаються автотранспортними підприємствами. Наприклад, при хімічному очищенні використовують відповідні хімічні реагенти або присадки, які видаляють або нейтралізують шкідливі хімічні домішки, що знаходяться в стічній воді. Застосовуються замкнуті системи, де синтетичні миючі речовини після використання по прямому призначенню (обмивання транспортних засобів, агрегатів, вузлів, деталей і так далі) не скидаються в каналізацію, а регенеруються і використовуються повторно. У таких системах відпрацьований миючий розчин відстоюється, потім з нього видаляється шлак, що випав на дно бака, і нафто-

продукти, що спливли на поверхню. Якщо розчин сильно забруднений дрібнодисперсними частками, то його піддають другому циклу очищення за допомогою коагулянтів. Як такі реактиви застосовуються, зокрема, сірчанокисле залізо і гідрат магнію або їх суміші. До цієї категорії очищення можна віднести насичення води киснем (озоном) і хлором з метою знищення небезпечних мікробів. Іонізація (активізація) кисню і нагнітання його у воду, що очищається, супроводжуються швидким окисленням багатьох шкідливих домішок і випаданням їх у вигляді пластівців, які потім віддаляються з води. Присутність активного кисню згубно впливає на бактерії, грибки, віруси.

Головним напрямом економії води для виробничих потреб і запобігання забрудненню гідросфери є створення на підприємствах замкнутих оборотних систем водопостачання, що обходиться, як правило, дешевше за крупні очисні споруди. У замкнутих системах певна кількість води, виконавши задану функцію (наприклад, охолоджування агрегатів), відновлюється в первинних якостях, тобто охолоджується, очищається від забрудників і повторно використовується за призначенням (рис. 8.3).

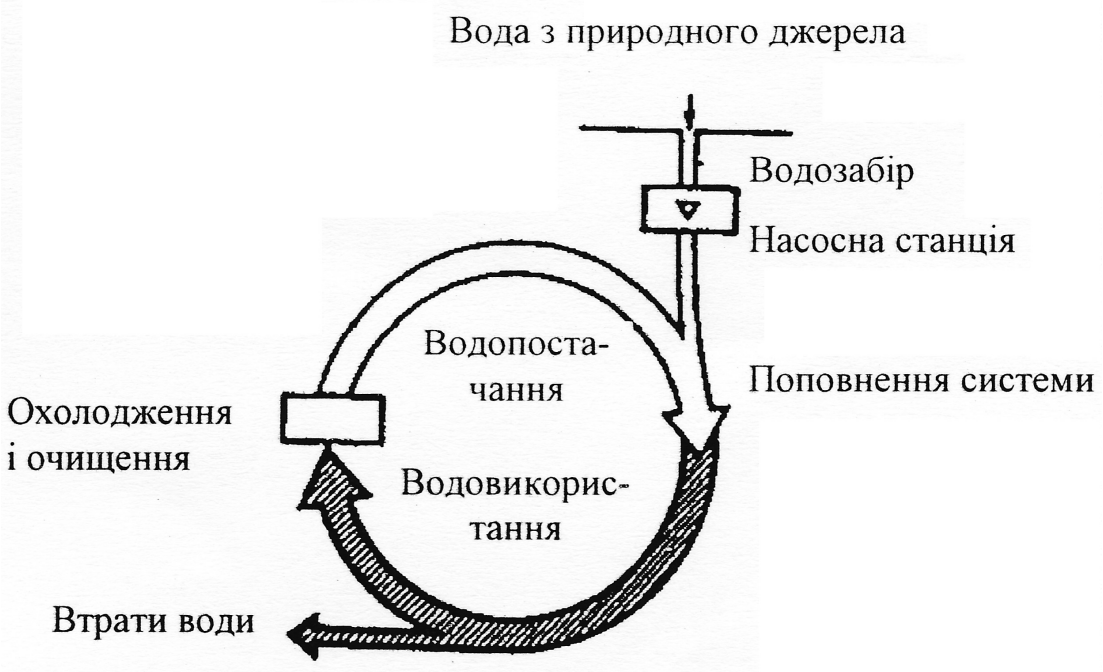

Рис. 8.3. Принципова схема оборотного водопостачання

Проблема забруднення навколишнього середовища набула особливої гостроти в сучасний період науково-технічної революції, що характеризується високими темпами росту виробничих сил. Одним з найбільш розповсюджених джерел забруднення навколишнього середовища є моторні транспортні і робочі засоби, а також підприємства по їх обслуговуванню.

Стаціонарні і пересувні засоби доставки, зберігання і розподілу нафтопродуктів та зріджених газів також стали джерелами забруднення водяного і повітряного басейнів. Негативний вплив цих засобів на навколишнє середовище виявляється в більшій мірі у великих містах з високою щільністю забудови і значною концентрацією автотранспорту, причому потенційна небезпека цього впливу зростає. Питома вага автозаправних станцій у загальній емісії забруднення атмосферного повітря в найбільших містах деяких країн досягає 10 %. Наприклад, за даними токійського бюро по боротьбі із забрудненням на частку ПЗП припадає більш 7 % вуглеводнів, що викидаються в атмосферу міста. За даними США на ПЗП Лос-Анджелесу щодоби викидається в навколишнє середовище більш 2000 т вуглеводнів.

Питанням впливу паливозаправних станцій і автомобільного транспорту на навколишнє середовище і розробці методів його захисту приділяється значна увага в нашій країні і за кордоном. Основними джерелами забруднення навколишнього середовища при роботі стаціонарних і пересувних засобів заправлення є викиди токсичних речовин у навколишній простір.

Фактори, що впливають на ступінь забруднення навколишнього середовища, дуже різноманітні і найчастіше взаємозалежні. За характером дії джерела забруднення можна розділити на дві групи – постійні і випадкові.

До першої групи відносяться: витиснення парів нафтопродуктів і зріджених газів з резервуарів при їх заповненні (“великі подихи”); витиснення парів нафтопродуктів і зріджених газів з паливних баків автомобілів при їх заправленні (“малі подихи”); витиснення, що виникають в результаті добових змін темпе-

ратури в газовому просторі резервуарів; витиснення при вентиляції резервуарів внаслідок їх недостатньої герметичності; з вихлопними газами автомобілів.

До другої групи відносяться: витоки нафтопродуктів при переповненні автоцистерн і заправників, паливних баків автомобілів і при зливі нафтопродуктів у резервуари ПЗП, нафтобаз та складів споживачів; витоки при обслуговуванні і ремонті технологічного устаткування, стаціонарних і пересувних засобів; аварійні витоки тощо. Забруднення атмосферного повітря при роботі стаціонарних і пересувних заправних засобів у поєднанні з концентрацією на території ПЗП значного числа автотранспорту визначають два основних види шкідливих речовин: вуглеводні (пари бензину) і гази автомобілів, що відробили, основним компонентом яких є окис вуглецю.

Дослідження температурного режиму газового простору підземних резервуарів на деяких стаціонарних ПЗП показали, що амплітуда коливань добових температур у них дуже незначна. Крім того, коефіцієнт оборотності резервуарів ПЗП дуже високий, інтервал між їх заповненням не перевищує 2 доби. Тому викиди в атмосферу вуглеводнів від “малих подихів” практично відсутні. Одночасно було помічено, що для технічно справних резервуарів при правильній їх експлуатації викиди від вентиляції мають місце тільки при відкриванні зондової труби для вимірів рівня нафтопродуктів. Отже, основними джерелами забруднення атмосферного повітря ПЗП є “великі подихи” і викиди парів з паливних баків автомобілів при заправленні. Кількість пароповітряної суміші, що викидається при “великих подихах”, залежить від фізико-хімічних властивостей нафтопродукту, температурного режиму резервуарів, ступеня їх заповнення, глибини закладення, типу дихальної апаратури та інших факторів.

Викиди з паливних баків автомобілів і тракторів при заправленні відбувається внаслідок витиснення в атмосферу пароповітряної суміші, насиченої вуглеводнями. Вихлопні гази автомобілів і тракторів містять велику кількість різних хімічних сполук, серед яких особливий інтерес, з гігієнічної точки зору,

представляють вуглеводні та окис вуглецю. Якісний і кількісний склад вихлопних газів залежить від ряду факторів: типу двигуна, його конструкції і технічного стану, потужності, режиму роботи, виду застосовуваного палива. Існує істотна різниця у вмісті токсичних компонентів вихлопних газів карбюраторних і дизельних двигунів. При порівняльних випробуваннях однакових за технічними характеристиками машин, що працюють на бензині і зрідженому (стиснутому) газі, були встановлені значні переваги останніх у відношенні вмісту токсичних речовин у вихлопних газах. Дуже істотний вплив на вміст окису вуглецю і вуглеводнів у вихлопних газах оказує режим роботи двигуна.

Джерелами забруднення ґрунту і водоймищ поблизу ПЗП є в основному витоки нафтопродуктів (джерела другої групи). Витоки нафтопродуктів при заправленні відбуваються в результаті переповнення паливних баків автомобілів і складають близько 50% усіх витоків, що проливаються на ПЗП нафтопродуктів. Їх обсяг залежить від кваліфікації і дисципліни персоналу ПЗП і водіїв, а також від ряду технічних і технологічних параметрів, причому останні підкоряються визначеній залежності. Витоки нафтопродуктів при зливі в резервуари ПЗП зосереджуються, як правило, у зливних колодязях, руйнують їх і проникають у ґрунт. Кількість нафтопродуктів, що проливаються, залежить від частоти і швидкості зливу, герметичності і надійності зливного устаткування і кваліфікації персоналу.

Витоки нафтопродуктів при несправності устаткування, його технічному обслуговуванні і ремонті займають значне місце в загальній картині забруднення ПЗП навколишнього середовища. Витоки з гідравлічних систем заправного устаткування найчастіше відбуваються в результаті зносу ущільнювальних деталей. При технічному обслуговуванні і ремонті устаткування також неминучі витоки через недосконалість конструкції окремих вузлів. Особливу небезпеку представляють витоки нафтопродуктів при порушенні герметичності резервуарів ПЗП внаслідок корозії. Розміри цих витоків можуть бути дуже великі. Це поясню-

ється в першу чергу тим, що виявляються вони не відразу і запобігти їх виникненню вкрай важко, тому що існуюча конструкція горизонтальних резервуарів і технологія їх монтажу практично не дозволяють робити періодичні огляди і здійснювати контроль ступеня корозії їх стінок і днища.

Для зменшення забруднення навколишнього атмосферного повітря ПЗП викидами токсичних речовин у нашій країні і за кордоном розроблений ряд технологічних, організаційних і технічних заходів.

Одним з основних заходів щодо зменшення забруднення атомсферного повітря парами нафтопродуктів ПЗП є повернення в резервуар автоцистерни або заправника пароповітряної суміші, що викидається при “великих подихах”. Принцип роботи закільцьованої системи дуже простий. Горловину автоцистерни за допомогою рукава і спеціального пропускного клапану з'єднують з вентиляційним трубопроводом резервуарів ПЗП. Пароповітряна суміш, що витісняється з резервуарів при зливі нафтопродуктів, повертається в автоцистерну, що спорожняється. На нафтобазі при заповненні автоцистерни нафтопродуктами ця пароповітряна суміш витісняється в кондесатори для відновлення її з бензину. Така система дозволяє відновлювати 80...90 % бензину, що міститься в тарах, які викидаються при “великих подихах”. Крім того, при закільцюванні газового простору резервуарів ПЗП і автомобільної цистерни час зливу нафтопродуктів скорочується на 18...20 %. Незважаючи на високу ефективність, ця система не одержала поширення в Україні. Це пояснюється тим, що виникає необхідність обладнання всього парку автоцистерн, резервуарів і автозаправних станцій спеціальними пристроями, а це пов'язано із збільшенням числа операцій при зливі нафтопродуктів.

Іншим ефективним способом зменшення викидів токсичних речовин в атмосферу є застосування газової обв'язки резервуарів ПЗП. Для цього газові простори груп резервуарів, зайнятих автобензинами, з'єднують трубопроводами в єдину газозрівню-

ючу систему, що сполучається з атмосферою через дихальний клапан. Умовою ефективності такої системи є:

$$p_г > p_2 > p_к, \tag{8.1}$$

де $p_г$ – мінімальний гідростатичний тиск стовпа рідини при зливі;

p_2 – тиск у газозрівнювальній системі наприкінці зливу;

$p_к$ – надлишковий тиск, при якому спрацьовує дихальний клапан.

Тиск наприкінці зливу визначають з рівняння:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2}, \text{ звідки } p_2 = \frac{p_1 V_2}{V_1}. \tag{8.2}$$

де p_1 –тиск у газозрівнювальній системі до зливу нафтопродуктів;

V_1 – газовий об'єм групи резервуарів, підключених до газозрівнювальної системи, до зливу;

P_2 – тиск у газозрівнювальній системі при закінченні зливу нафтопродуктів;

V_2 – газовий обсяг групи резервуарів, підключених до газозрівнювальної системи, після зливу.

Однак практично неможливо домогтися ефективної роботи газозрівнювальної системи, що містить у собі широко розповсюджений у даний час на ПЗП дихальний клапан СМДК-50 розрахований на надлишковий тиск у 0,002 МПа. Гарні результати дає використання в газозрівнювальній системі дихального клапана підвищеного тиску, який розроблений фахівцями НПО-АЗТ Госкомнафтопродукта Росії і розрахований на надлишковий тиск 0,015 МПа. Така система дозволяє в більшості випадків уникнути викидів від “великих подихів”.

Становлять інтерес проведені на деяких автозаправних станціях Японії випробування системи регенерації парів бензину безпосередньо на ПЗП (рис. 8.4).

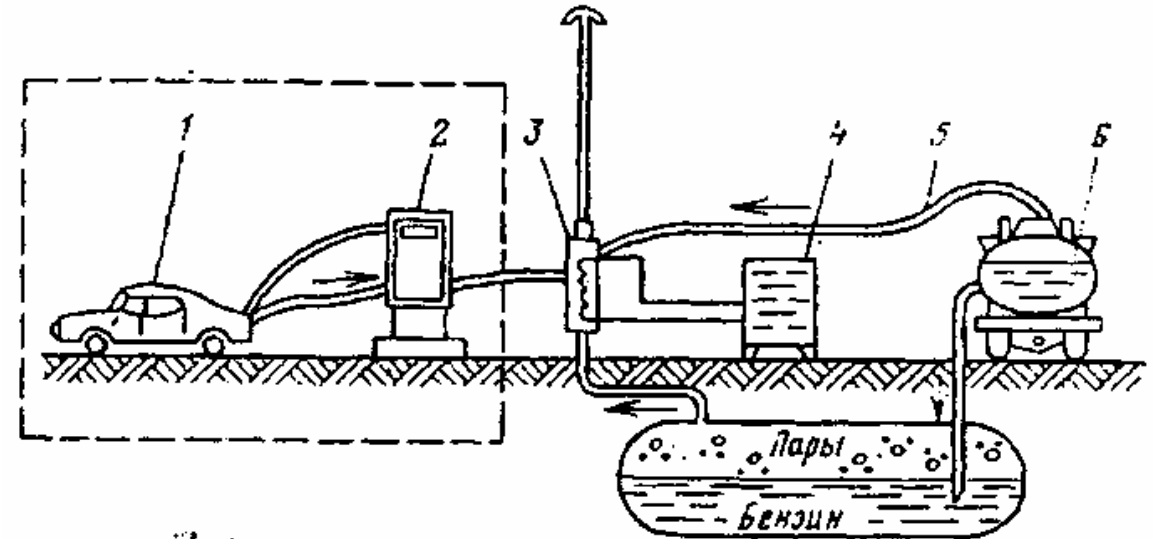

Рис. 8.4. Схема установки регенерації парів бензину:
1 – автомобіль; 2 – стовпчик; 3 – вентиляційна труба; 4 – конденсатор з холодильною камерою; 5 – рукав; 6 – автомобільна цистерна

У ній здійснюється відвід у конденсатор парів бензину з резервуарів ПЗП автоцистерн і паливних баків автомобілів. Проходячи через компактний конденсатор з холодильною камерою, встановлений на вентиляційній трубі, пари конденсуються і зріджений бензин стікає в резервуар. Незважаючи на високу ефективність цієї системи вона не знайшла широкого застосування на ПЗП через відносну складність установки і необхідності уніфікації горловин паливних баків автомобілів різних марок.

Крім засобів запобігання і зменшення викидів токсичних речовин за рубежем застосовують також засоби очищення забрудненого атмосферного повітря на ПЗП. Австрійською фірмою “Швельм-Штрагер” розроблена газоочисна установка, виконана у формі звичайного заправного стовпчика. Установка складається з блоків керування та індикації, вентиляційного агрегату продуктивністю 1200 м^3/год і контейнерів-фільтрів ємкістю 100 л заповнених абсорбуючою речовиною. При роботі установки (рис. 8.5) забруднене повітря з порожнин стовпчиків і навколишнього простору всмоктується через спеціальні канали,

прокладені в заправному острівці і пропускається через фільтр. В якості абсорбуючої речовини використовують активоване вугілля (суперсорбон WSIV), що володіє сильними сполучними властивостями і здатний вбирати в себе до 7 г вуглеводнів на 100 г власної ваги. Очищене у такий спосіб повітря виходить в атмосферу через канал, розташований у верхній частині установки. Концентрація токсичних речовин в очищеному повітрі не перевищує 1,2 мг/м^3, що нижче ПДК.

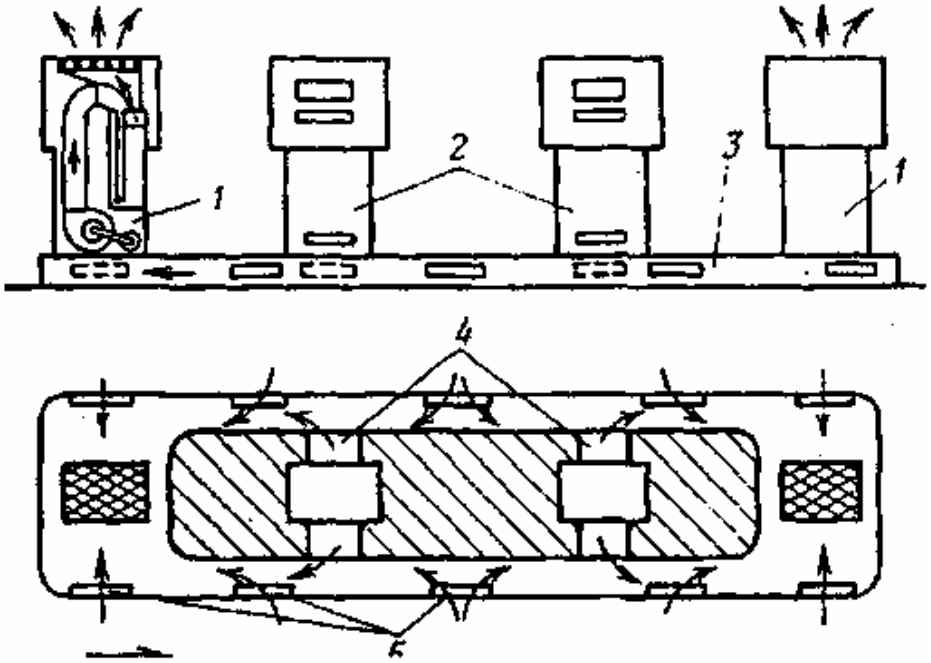

Рис. 8.5. Схема установки очищення забрудненого повітря на ПЗП:
1 – установка для очищення; 2 – стовпчики; 3, 4, 5 – канали для збору забрудненого повітря на острівцях і комунікаціях ПЗП

За даними фірми повне насичення фільтра установки в умовах середнього завантаження ПЗД відбувається через 3...4 місяці, отже заміну його можна робити при профілактичному обслуговуванні устаткування автозаправної станції. Фірмою розроблені різні модифікації газоочисної установки: працюючої синхронно з паливороздавальними колонками, що сигналізує оператору ПЗП про повне насичення фільтра і станції та що відключає заправне устаткування при його повному насиченні.

Надзвичайно важливою є проблема зниження токсичності і кількості вихлопних газів автомобілів. Над її вирішенням посилено працюють у нашій країні і за рубежем, ведуться широкі дослідження із створення спеціальних присадок до палива і застосування різних типів нейтралізаторів. Однак на сьогоднішній день основним заходом по зниженню забруднення навколишнього середовища вихлопними газами залишається утримання автомобілів у технічно справному стані і регулювання їх системи подачі палива.

Зменшення концентрації у вихлопних газах токсичних компонентів може бути досягнуто утриманням автомобілів у те.-нічно справному стані, регулюванням їх систем подачі палива, установкою у вихлопній системі каталітичного нейтралізатора та вприскуванням води в двигун. Найбільш ефективним заходом щодо зниження забруднення навколишнього середовища є використання сполучення двох останніх способів. Така комбінована система очищення відпрацьованих газів випробувана на автомобілях БелАЗ-540. До складу системи входять два каталітичних і один рідинний нейтралізатори, а також система подачі води у впускні колектори двигуна ЯМЗ-240.

Принципова схема очищення відпрацьованих газів показана на рис. 8.6.

Вода розпилюється в пристрої 5, куди надходить із водяного бака 6, і по патрубку 4 подається у впускні колектори 3, змішується з повітрям, що всмоктується, і разом із ним надходить в циліндри двигуна 1. Подача води сприяє зменшенню утворення оксидів азоту і зменшує кількість сажі.

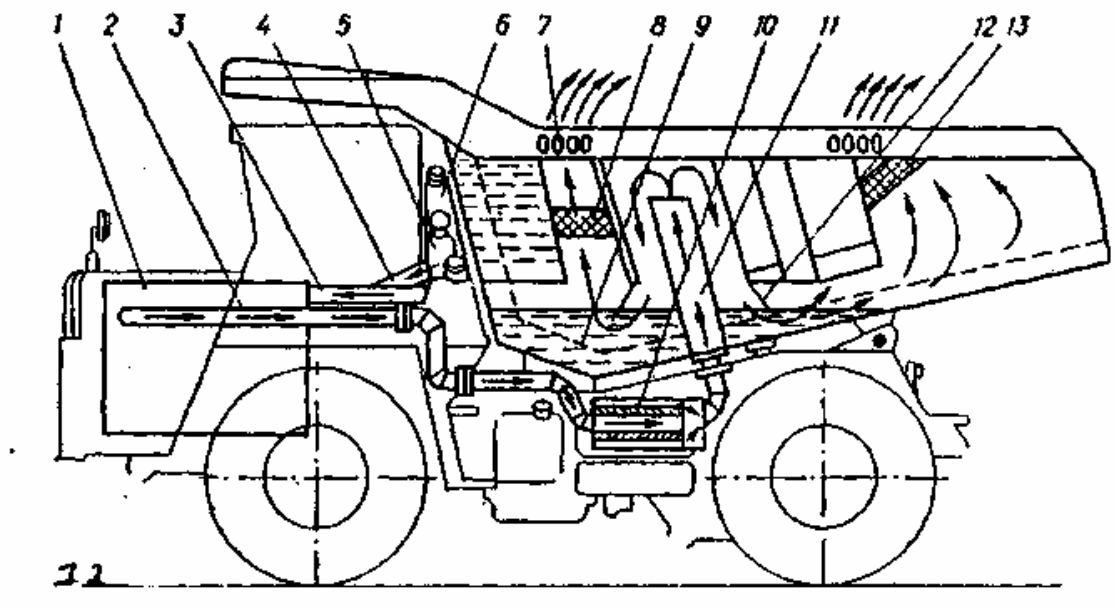

Рис. 8.6. Комбінована система очищення відпрацьованих газів автосамоскида БелАЗ-540А

Відпрацьовані гази з блоку двигуна по випускному колектору 2 підводяться до каталітичного нейтралізатора 10, у якому вони очищаються від продуктів неповного згоряння. По впускному трубопроводу 11 із каталітичного нейтралізатора гази надходять у рідинний нейтралізатор 9, робоча ємкість якого розміщена між двома стінками кузова. Вихлоп очищається в робочій ємкості рідинного нейтралізатора під барботажними перегородками 12. Очищені гази, насичені парою води, проходять через фільтри 8 і 13, додатково очищаються в них від сажі і смолистих утворень, обезводнюються і через випускні вікна 7 викидаються в атмосферу.

На рис. 8.7 показана система подачі води в двигун. Крім потоку повітря, що надходить в двигун 9 по впускному колектору 7 із повітроочисника 10, за допомогою патрубка 6 у впускний колектор 7 підводиться додатковий потік, який насичується парою води. Повітря, що надходить, очищається в повітряному фільтрі 1. Вода надходить із водяного бака 4 при відкритому положенні крана 3. Витрата води регулюється підбиранням діаметра жиклера регулювальною голкою розпилювача 2. Відношення

води, що подається в циліндри, до витрати палива становить 0,3...0,4 %. Вміст сажи контролюється сажоміром (ЛАНЄ-35/300 та ін.).

Проби беруть за допомогою гумового шланга, що вводитися в контрфорси через вихлопні вікна 8 на глибину 40...45 мм. Ця система дає змогу зменшити виділення оксидів азоту на 30...40 %, сажі на 20 %, оксидів вуглецю на 80...90 % і вуглеводів на 60%, істотно поліпшується запах і зменшується сльозоточивість дії вихлопу. На максимальних частотах обертання холостого ходу зменшується виділення сажі у вихлопі на 85...90 %, оксидів азоту на 90 % і оксиду вуглецю на 95 %; зменшується відкладання нагару в камерах згоряння і на форсунках.

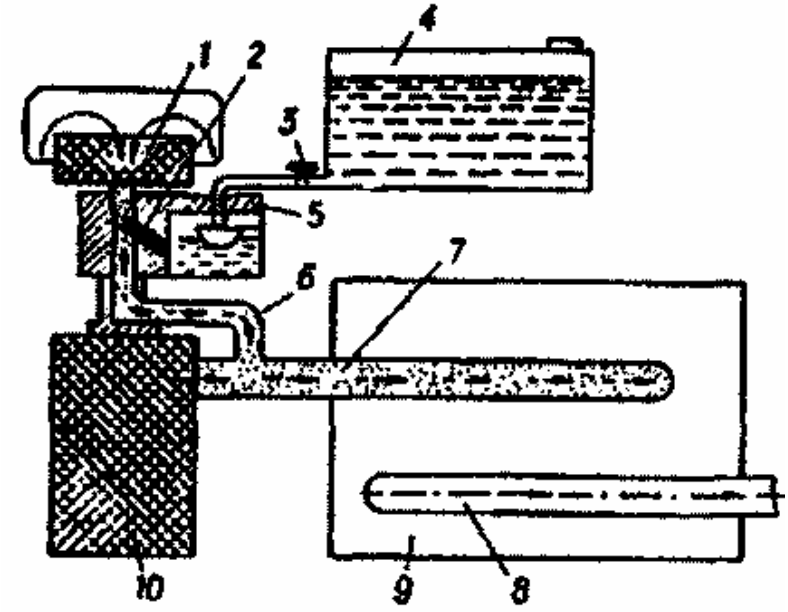

Рис. 8.7. Система подачі води у випускні колектори двигуна ЯМЗ-240: відпрацьовані гази; повітря; повітря, змішане з парою води

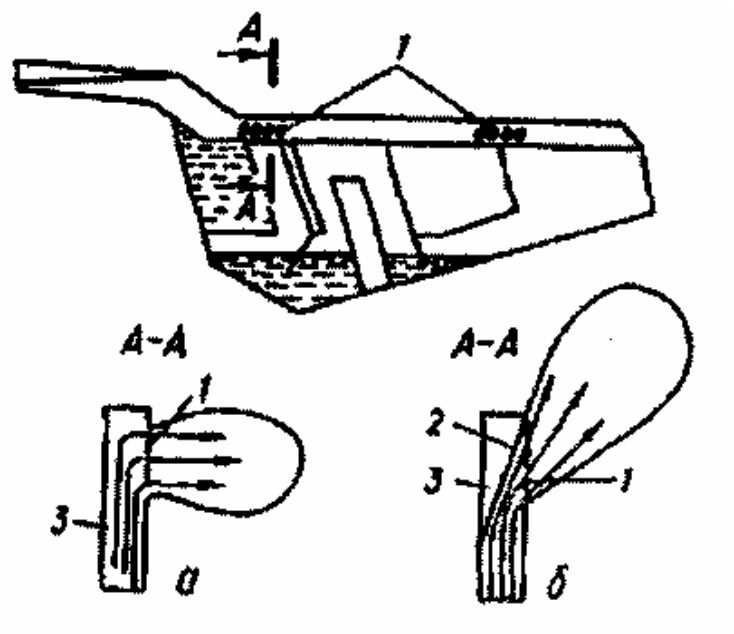

Рис. 8.8. Вихлопна система двигуна ЯМЗ-240:
а – стара конструкція; б – нова конструкція

Поліпшити ефективність дії комбінованої системи очищення відпрацьованих газів автосамоскидів БелАЗ-540А можна також, змінюючи конструкцію вихлопних контрфорсів 3 (рис. 8.8) платформи автомобіля. Перед вихлопними вікнами 1 у вихідній частині контрфорсів 3 під кутом 20 ° до бічного борта платформи встановлюють відбивачі 2. Відпрацьовані гази, ударяючись у відбивачі 2, викидаються в атмосферу через вихлопні вікна під кутом 15...35 °С до вертикалі, що дає змогу підняти зони підвищеної концентрації токсичних речовин у районі роботи автомобіля та екскаватора вище від рівня кабін водіїв, поліпшуючи тим самим умови їх роботи.

Як уже відзначалося, кількість і токсичність вихлопних газів залежать від часу і режиму роботи двигуна. Виходячи з цього, в умовах ПЗП головним фактором зниження забруднення атмосферного повітря вихлопними газами є скорочення часу перебування автотранспорту на території ПЗП. Це може бути досягнуте шляхом інтенсифікації процесу заправлення, скорочення простоїв і зниження необхідності маневрування на території

станції. Найбільш ефективним способом рішення цих проблем є вибір раціональної планувальної схеми ПЗП. За рахунок вибору оптимальної планувальної схеми ГОП забезпечується можливість одночасного використання всіх заправних засобів, зменшується відстань від місць заправлення до будинку станції, скорочується число необхідних маневрів для під'їзду до заправного стовпчика. Усе це дозволяє значно інтенсифікувати процес заправлення, збільшити пропускну здатність ПЗП і, у кінцевому рахунку, знизити забруднення навколишнього середовища вихлопними газами автомобілів.

Зменшення шкідливого впливу викидів токсичних речовин на ПЗП сприяють зелені насадження, їх ефективність багато в чому залежить від виду і способу їх насадження.

6. ЛОКАЛІЗАЦІЯ І ЗАПОБІГАННЯ ЗАБРУДНЕНЬ ҐРУНТУ

Аналіз джерел і причин витоків нафтопродуктів на ПЗП дозволив розробити ряд заходів щодо їх запобігання, зниження або локалізації. Ефективність цих заходів перевірена на практиці і вони можуть бути рекомендовані до застосування на ПЗП. Скорочення витоків при заправленні автотранспорту досягається за рахунок впровадження більш ефективного заправного устаткування, забезпечення можливості візуального контролю за процесом заправлення, обладнання ПЗП двостороннім зв'язком, підвищенням дисципліни водіїв і персоналу ПЗП. Застосування роздавальних кранів з автоматичним відключенням подачі палива зменшує витоки при заправленні більш ніж на 30 %, використання паливороздавальних колонок із клапаном зниження продуктивності наприкінці заданої дози заправлення зменшує витоки майже на 50 %. Зменшення і локалізація витоків при зливі нафтопродуктів у резервуари АЗС також досягається шляхом використання більш досконалих засобів і методів зливу. Застосування швидкороз'ємних зливальних муфт дозволяє забезпечити герметичне з'єднання зливного пристрою з рукавом автомобільної цистерни. Однак при поломці муфти або розриві зливного рукава можуть відбутися значні витоки нафтопродуктів. Для їх локалізації і запобігання потрапляння в ґрунт замість бетонних та цегельних колодязів успішно застосовують зварені металеві колодязі нової конструкції, які приварюють безпосередньо до обичайок резервуарів. Пролиті

нафтопродукти не потрапляють у ґрунт, а збираються в колодязі, звідки легко потрапляють в резервуар. У цьому колодязі безпосередньо на кришці резервуара монтують зливний пристрій, що дозволяє здійснювати зливання нафтопродуктів одночасно через два рукава. Таке рішення дозволяє виключити витоки із зливного трубопроводу, локалізувати можливі витоки нафтопродуктів і запобігти їх потраплянню в ґрунт.

Ліквідація витоків нафтопродуктів при ремонті та обслуговуванні устаткування ПЗП пов'язана з необхідністю створення можливості спорожнювання його гідравлічної системи до початку робіт. Для цього служить розроблений фахівцями Госкомнафтопродукта Росії керований прийомний клапан. Клапан монтують у корпусі кутового вогневого запобіжника, який встановлюють на кришці резервуара. Він дає можливість до початку ремонтних робіт звільнити гідравлічну систему від нафтопродуктів і тим самим уникнути їх витоків.

У загальному комплексі проблем запобігання на ПЗП потрапляння нафтопродуктів у ґрунт найбільш важливим і складним є запобігання аварійних витоків при порушенні герметичності підземних резервуарів. Як уже відзначалося, прийнята технологія їх монтажу дуже недосконала і не дозволяє контролювати ступінь корозії і технічний стан резервуарів у процесі експлуатації. За рубежем ця проблема вирішується в основному шляхом використання резервуарів з подвійною стінкою і застосуванням високоякісних антикорозійних покрить. У міжстінковому просторі резервуарів створюють вакуум або надлишковий тиск, які контролюються спеціальними приладами та сигналізують про їх зміну при порушенні герметичності зовнішньої або внутрішньої оболонок. Однак виготовлення таких резервуарів вимагає великих витрат металу і дуже складне. Останнім часом ряд закордонних фірм досліджують можливість застосування на ПЗП резервуарів із пластмас і скловолокна. Такі резервуари практично не піддані дії корозії, але погано сприймають механічні навантаження. Гарні результати отримані поки тільки для резервуарів малої місткості.

Більш просте та економічне рішення цієї задачі розроблено фахівцями Госкомнафтопродукта Росії. Замість горизонтальних засипних резервуарів використовують вертикальні резервуари, що монтують у захисних колодязях та збираються з уніфікованих залізобетонних кілець. Простір між внутрішньою стінкою колодязя і зовнішньою стінкою резервуара заповнюють керамзитом і систематично контролюють спеціальним зондовим пристроєм. При порушенні герметичності резервуара за допомогою цього пристрою вчасно виявляють наявність нафтопродуктів у міжстінковому просторі і вживають необхідні заходи. Захисний залізобетонний колодязь запобігає потраплянню пролитих нафтопродуктів у ґрунт. Крім того, така конструкція дозволяє охороняти резервуар від дії зовнішніх навантажень і пов'язаних з ними можливих деформацій, а також дає можливість легко витягати резервуар на поверхню для контролю його технічного стану і ремонту. Усе це забезпечує збільшення терміну служби резервуарів і запобігає забрудненню ґрунту нафтопродуктами внаслідок аварійних витоків.

7. ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Як показують дослідження, стічні води ПЗП забруднені головним чином нафтопродуктами (до 350 мг/л) і механічними домішками (до 250 мг/л).

Для очищення і знешкодження забруднених стічних вод використовуються наступні методи:

1. Хімічні: розкладання нерозчинних речовин, що знаходяться в стічних водах; нейтралізація (регулювання); знебарвлення.

2. Фізичні: просіювання; фільтрація; флотація.

При експлуатації ПЗП широко застосовують фізичні методи очищення. Як правило, очисні спорудження ПЗП складаються з технологічних елементів, що забезпечують випадання та осідання зважених механічних часток, сепарацію і відділення нафтопродуктів, фільтрацію стоків, видалення нафтопродуктів і механічних домішок. Від конструктивного рішення цих елементів і їх сполучення залежать ефективність і продуктивність очисних споруджень.

Очисне спорудження, спроектоване Гіпроавтотранс Росії розраховано для застосування на автобазах і ПЗП, де існують стічні і технологічно забруднені води. Будівництво та експлуатація його дуже складні. Очисні спорудження цього типу не одержали значного поширення на ПЗП по наступним причинах:

– великі розміри спорудження і необхідність його розміщення на значній відстані від резервуарів і заправних стов-

пчиків вимагають збільшення земельних ділянок для будівництва ПЗП;

– для нормальної експлуатації спорудження необхідний постійний спеціально навчений персонал;

– при відсутності стічних вод підвищується вибухонебезпечність спорудження через можливість нагромадження в ньому парів нафтопродуктів.

Очисне спорудження, спроектоване Мосводоканал-НИИ (Росія) (рис. 8.9), розраховано для використання на міських ПЗП з обмеженою територією при відсутності етилованих нафтопродуктів і підвищених вимог до очищення.

У розглянутому проекті усунуті основні недоліки проекту Гіпроавтотранс, зокрема, це спорудження значно менше по розмірах, працює в автоматичному режимі, для його експлуатації не потрібний спеціальний персонал, спорудження відповідає вимогам пожежної безпеки.

Характеристика спорудження: витрата води – 5 л/с; забруднення стоків, які надходять, що допускається: нафтопродуктами – не більш 200 мг/л, зваженими частками – не більш 2150 мг/л; забруднення води після очищення: нафтопродуктами – не більш 4 мг/л; зваженими частками – не більш 10 мг/л. Досвід роботи цих очисних споруджень свідчить про їх ефективність і надійність.

Перераховані очисні спорудження, як і ряд інших аналогічних, можуть бути успішно використані і на ПЗП, що роблять відпуск етилованих нафтопродуктів, але в цьому випадку вони повинні бути доповнені контактними резервуарами для відстою і знешкодження нафтопродуктів, що залишилися в стоках після очищення. Як реагент застосовується хлорне вапно, ємкість контактних резервуарів розраховується на час контактування не менш 1 год.

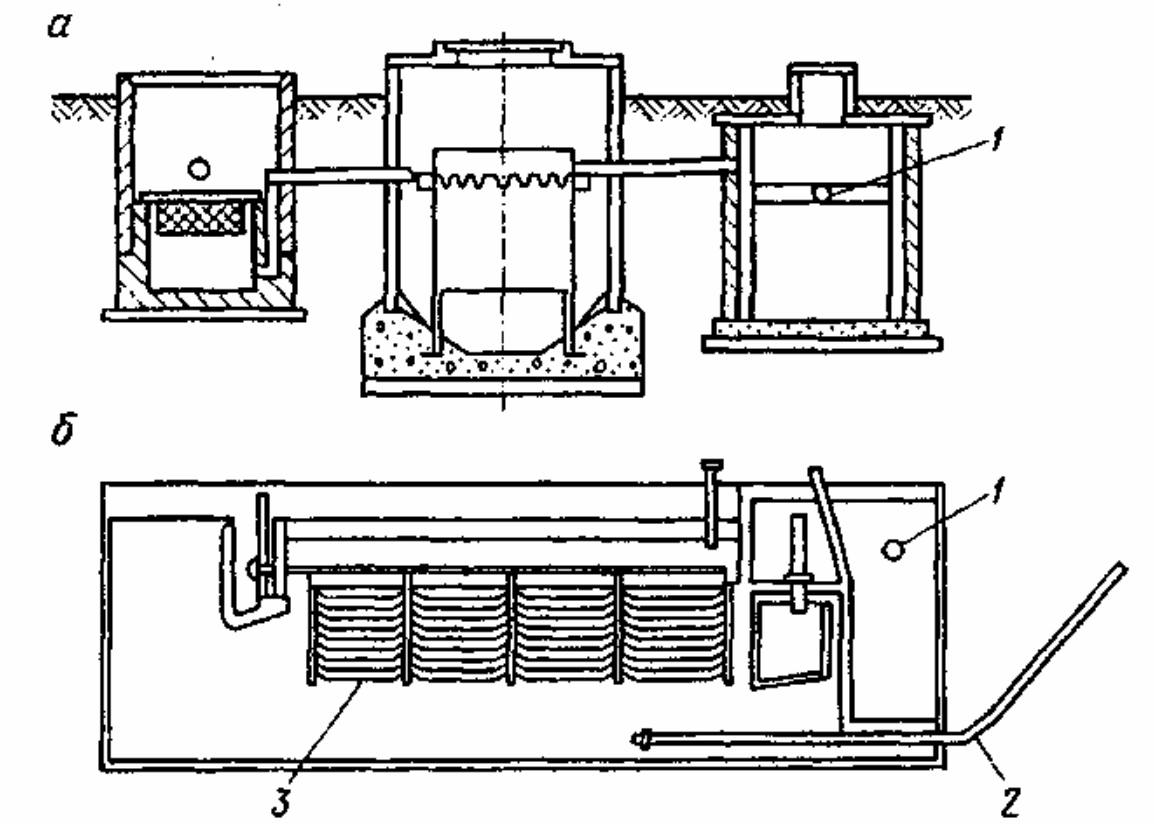

Рис. 8.9. Схеми очисного спорудження Мосводоканал-НИИ (а) і японської фірми “Міцубісі корпорейшен” (б):
1 – впускний отвір; 2 – труба для відкачки відстою; 3 – сепараторні пластини

Японська фірма “Міцубісі корпорейшен” розробила цілу серію споруджень для очищення стічних вод ПЗП (АР1, СР1, РР1 і ін.). Із зазначених типів очисних споруджень найбільший інтерес представляє очисне спорудження типу РР1. За принципом роботи і за методом очищення це спорудження мало відрізняється від аналогічних споруджень, використовуваних в Україні.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Антипенко А.М., Сорокін С.П., Поляков С.О. Властивості та якість паливо-мастильних матеріалів – Харків: ЧП Червяк, 2006. – 213 с.
2. Большаков Г.Ф. Восстановление и контроль качества нефтепродуктов. – Л.: Недра, 1982. – 350 с.
3. Бондарь В.А., Зоря Е.И., Цагарели Д.В. Операции с нефтепродуктами. Автозаправочные станции. – М.: АОЗТ «Паритет», 1999. – 338 с.
4. Борзенков В.А., Воробьев М.А., Никифоров А.Н. Нефтепродукты для сельскохозяйственной техники: Справочник. – М.: Химия, 1988. – 288 с.
5. Ваванов В.В., Вайншток В.В., Гуреев А.А. Автомобильные пластичные смазки. – М.: Транспорт, 1986. – 144 с.
6. Васильева Л.С. Автомобильные автоэксплуатационные материалы: Учебн. Для ВУЗов. – М.: Транспорт, 1986. – 279 с.
7. Газобаллонные автомобили / Е.Г. Григорьев, Б.Д. Колубоев, В.И. Ерохов и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 216 с.
8. Гуреев А.А., Фукс И.Г., Лашхи В.Л. Химмотология. – М.: Химия, 1986. – 368 с.
9. Давлетьяров В.А., Зоря Е.И., Цагарели Д.В. Нефтепродуктообеспечение / Под ред. д.т.н., проф. Цагарели Д.В. – М.: Математика, 1988. – 662 с.
10. Заря Е.И., Клейпер Г.Б., Скрицников А.В., Цагарели Д.В. Нефть, топливо, экономия. – М.: Математика, 1996. – 231 с.
11. Итинская Н.И., Кузнецов Н.А. Автотракторные експлуатационные материалы. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 271 с.
12. Караулов А.К., Худолий Н.Н. Автомобильные масла. Моторные и трансмиссионные. Ассортимент и применение: Справочник – К.: журнал «Радуга», 2000. – 436 с.
13. Караулов А.К., Худолий Н.Н. Автомобильные топлива. Бензиновые и дизельные. Ассортимент и применение: Справочник – К.: 1999. – 214 с.

14. Колосюк Д.С., Кузнецов А.В. Автотракторные топлива и смазочные материалы. – К.: Вища школа, 1987. – 191 с.
15. Кузнецов А.В., Кульчев М.А. Практикум по топливу и смазочным материалам. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
16. Новоселов В.Ф. Контроль качества и количества нефтепродуктов. – М.: Недра, 1994. – 150 с.
17. Лышко Г.П. Топлива и смазочные материалы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.
18. Мотовилин Г.В., Масико М.А., Суворов О.М. Автомобильные материалы: Справочник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1989. – 464 с.
19. Окоча А.І., Антипенко А.М. Паливо-мастильні та інші експлуатаційні матеріали: Підручник. – К: Урожай, 1996. – 336 с.
20. Окоча А.І., Білоконь Я.Ю. Автотракторні витратні матеріали: Довідник. – К.: Фаза, 2002. – 102 с.
21. Плитман И.Б. Справочное пособие для работников автозаправочных и автомобильных газонаполненных станций. – М.: Недра, 1990. – 155 с.
22. Смазочные материалы. Антифрикционные и противоизносные свойства. Методы испытаний: Справочник / Р.М. Матвиевский, В.Л. Лащхи, И.А. Буяновский и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 224 с.
23. Топливо, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочник / К.М. Базыштова, Я.А. Берштад, Ш.К. Богданов и др.; Под ред. В.М. Школьникова. – М.: Химия, 1989. – 432 с.
24. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення / В.Я. Чабанний, В. А., Павлюк-Мороз В.А., С.О. Магопець та ін. – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2005. – 449 с.
25. Чулков П.В., Чулков И.П. Топливо и смазочные материалы: Ассортимент, качество, применение, экономика, экология. – М.: Политехника, 1995. – 302 с.

Навчальний посібник

Чабанний В.Я., Магопець С.О., Осипов І.М., Аулін В.В., Мажейка О.Й., Солових Є.К., Павлюк-Мороз В.А., Попов Г.А., Катеринич С.Є.

Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення

КНИГА 2
СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПАЛИВО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Під редакцією В.Я. Чабанного

Технічні редактори: В.Я. Чабанний, І.М. Осипов
Коректор: В.Я. Чабанний
Комп'ютерна верстка А.М. Тараненко

Здано в набір 12.01.2008 р. Підписано до друку 24.05.2008 р.
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times. Друк офсетний.
Ум. друк.арк. 29,06. Наклад 300 прим. Замовлення 202.

Зверстано та надруковано
в КП «Центрально-Українське видавництво»
Україна, 25006, м.Кіровоград, вул. Тимірязєва, 69.
Тел.: (0522) 24-48-51, 24-25-96.