Міністерсто освіти і науки, молоді та спорту України
Житомирський державний технологічний університет

Титаренко В.Є.
Грабар І.Г.
Шостачук А.М.

ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЕКОНОМІЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Рекомендовано до друку Вченою радою
Житомирського державного
технологічного університету
(протокол № 9 від 04.04.2011 р.)

Житомир 2011

ББК 31.35я75
УДК 665.7 : 629.33
Т 45

Рецензенти:
Л.В. Лось – заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор кафедри загально-технічних дисциплін Житомирського Національного агроекологічного університету; *В.В. Рудзінський* – доктор технічних наук, професор кафедри "Автомобілі" Національного технічного університету; *А.В. Ільченко* – кандидат технічних наук, доцент кафедри "Автомобілі і механіка технічних систем" Житомирського державного технологічного університету

Т 45 Титаренко В.Є., Грабар І.Г., Шостачук А.М.
Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливно-енергетичних ресурсів : навч. посібн.– Житомир : ЖДТУ, 2011. – 220 с.

ISBN 978-966-683-297-2

У посібнику для самостійної та індивідуальної роботи викладено основні, з точки зору хімотології, відомості про експлуатаційні матеріали автомобільного транспорту для підготовки фахівців-автомобілістів з галузі знань 0701 "Транспорт і транспортна інфраструктура" за напрямом 6.070106 "Автомобільний транспорт".

ББК 31.35я75

ISBN 978-966-683-297-2

© В.Є. Титаренко, 2011
© І.Г. Грабар, 2011
© А.М. Шостачук, 2011

ВСТУП

У сучасних умовах експлуатації автотракторного парку потрібні високоякісні палива, марочні трансмісійні і гідравлічні оливи, різні технічні рідини, пластичні мастила та інше.

Знання теорії та експлуатаційних властивостей нафтопродуктів, прийомів їх раціонального використання – важлива складова частина загальної підготовки інженерів-механіків, покликаних забезпечити надійну і довговічну роботу автомобільної техніки та понизити витрати на експлуатацію великого парку автотранспортних засобів.

Експлуатаційні матеріали автомобільного транспорту – це перш за все палива, мастильні матеріали, технічні рідини, гумотехнічні і пластмасові комплектуючі, лакофарбові матеріали та інше. Розглядаючи їх як невід'ємну частину автомобіля, слід зазначити, що експлуатаційні властивості кожного матеріалу визначаються набором певних фізичних параметрів. Наприклад, властивість оптимального сумішоутворення палив залежить від таких фізичних параметрів, як в'язкість, питома вага, поверхневий натяг; а мастильна здатність олив знаходиться в прямій залежності від параметрів в'язкості і т.д. В свою чергу, фізичні параметри залежать від хімічного складу та структури матеріалу. Наприклад, теплотворність палив визначається складом горючих елементів: енергетична цінність водню наближено в чотири рази перевищує карбонову і до того ж водневе паливо має значні екологічні переваги, так як продуктом його згоряння є вода чи в гіршому випадку перекис водню замість вуглекислого, чадного газу або сажі.

Багатоциклічні структури ароматичних і нафтенових вуглеводнів значно важче руйнуються при згорянні чим нормальні структури – Н-парафіни. Якраз це пояснює детонаційну стійкість бензинів, основними складовими яких є циклічні структури ароматичних і нафтенових вуглеводнів, а основну властивість дизельних палив – запальність,

пояснюють нормальні структури парафінових вуглеводнів, які є основою нафтових дизельних палив.

Товарні властивості експлуатаційних матеріалів, найчастіше це відноситься до палив і мастильних матеріалів, забезпечуються фірмами-виробниками набором, відповідного стандартам, переліку експлуатаційних властивостей. Так, наприклад, визначення «товарні» оливи показує те, що вони, перш за все, відповідають певному позначенню, визначеному стандартом, а набір необхідних властивостей забезпечується технологічним з'єднанням базової основи – оливних дистилятів вакуумної розгонки мазуту з пакетом присадок певного складу. При цьому кожна присадка визначає – формує якусь експлуатаційну якість. А випрацювання якоїсь присадки в оливі означає втрату певної експлуатаційної властивості. Наприклад, втрата миючої здатності олив пов'язано з випрацюванням мийних присадок, а втрата здатності олив утримувати продукти зношування в зваженому (без осадів) стані пояснюється випрацюванням диспергуючих присадок і т.д.

Товарність бензину залежить від відповідності стандартам багатьох його компонентів, але основними властивостями, що відрізняють його від дизельного палива є детонаційна стійкість і відповідність фракційного складу, а в дизельному паливі, навпаки, – запальність.

Втрата основних властивостей є бракувальними ознаками або признаками заміни нафтопродукту.

Товарність технічних рідин, наприклад, охолоджуючих та гальмівних визначається набором таких основних властивостей як низькотемпературні – прокачуваність при низьких температурах експлуатації та високими температурами кипіння.

Основними експлуатаційними властивостями гумотехнічних та пластмасових комплектуючих автомобіля є стійкість до дії агресивних середовищ, перш за все, масло-бензостійкість, корозійна стійкість, зносостійкість і одночасно еластичність (для гуми). Ці властивості

забезпечуються полімерними високомолекулярними структурами.

Основні властивості лакофарбових матеріалів – еластичність та гарна адгезійна здатність – здатність утримуватись на поверхнях при дії циклічних навантажень і довгий час виконувати захисну, від руйнуючого атмосферного впливу, і декоративну функцію, пояснюються також полімерною структурою їх основного компонента – плівкоутворювача.

Експлуатаційні матеріали автомобільного транспорту не повинні здійснювати руйнуючого взаємовпливу. Наприклад, палива та оливи не повинні розчиняти гумові ущільнюючі прокладки або руйнувати гумові шини чи корозійно діяти на метали. Однак низька якість палива може призвести до розбавлення моторної оливи зі зменшенням її в'язкості в результаті не згоряння частини палива, що не перейшла в пароподібний стан в камері згоряння двигуна. При цьому мають місце три негативних моменти:

– псування дорогої моторної оливи;
– втрата потужності двигуна та перевитрати палива;
– поява у викидах двигуна вуглеводнів, що значно знижує екологічність.

Розрізняють також поняття основних вимог до експлуатаційних матеріалів. Наприклад для палив це перш за все:

1) не отруйність (екологічність);
2) висока теплотворність;
3) достатність та доступність сировинної бази;
4) стабільність горіння з певною визначеною швидкістю.

Таким чином, курс «Використання експлуатаційних матеріалів і економія паливно-енергетичних ресурсів» вивчає поведінку експлуатаційних матеріалів у своєму взаємозв'язку (взаємовплив одних на інші), а також в їх взаємозв'язку з конструкцією складових автомобіля (вплив палив, олив на конструкцію двигуна та, навпаки, вплив технічного стану двигуна на стан експлуатаційних матеріалів) та залежність їх властивостей від технологій виготовлення.

Таку науку, що враховує системний підхід при вивченні особливостей поведінки експлуатаційних матеріалів називають хіммотологією. Якраз з позицій основних підходів цієї науки викладені основні розділи навчального посібника, що пропонується Вашій увазі.

У даному посібнику разом з матеріалами загальнотеоретичного характеру особлива увага приділена експлуатаційним властивостям і основам раціонального використання палива, змащувальних матеріалів і технічних рідин відповідно до Державного освітнього стандарту при підготовці інженерів-механіків.

1. ПРОБЛЕМИ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Заміна мускульної енергії людей і тварин, коли двигун потужністю 1000 кВт при роботі в три зміни вивільняє 45 000 людей або 4500 тисяч коней, дала небачений поштовх розвитку технологій, в тому числі – і транспортних. (Всього 6 таких двигунів здатні звільнити від важкої фізичної праці все населення нашого міста!)

В той же час для живлення такого двигуна необхідно від 40 до 80 кГ вуглеводневого пального на годину, що приводить до забруднення екосистеми: біля 100 кГ викидів на рік додаткового навантаження на легені кожного мешканця міста, вивільненого від важкої фізичної праці. Всі альтернативні технології енергозабезпечення сучасних двигунів не можуть вирішити дану проблему – використання пального на вуглеводневій основі приводить до утворення викидів двоокису вуглецю!

Ні спиртово-бензинові суміші, ні використання рослинної олії замість пального нафтового походження в принципі не знімають з порядку денного головного питання екології – не просто зменшити на більші чи менші відсотки викиди CO_2, а ліквідувати його взагалі! Енергоносії рослинного походження (етанол, рослинна олія, енергетичні рослини) замість мінеральних нафти і вугілля, безперечно, сьогодні є суттєвим прогресом – хоча й не ліквідовують викидів CO_2, проте відновлюють його баланс в природному кругообігу.

Вважаємо, що проблемам відновлюваної енергетики настав час приділяти уваги в десятки разів більше, ніж до сьогоднішнього дня – науковцям, громадським діячам, політикам. Вся освітянська вертикаль – від дитячого садочка до університету – повинна бути наповнена проблемами і шляхами вирішення відновлюваної енергетики. Вся політична діяльність президентів, парламентів, урядів всіх країн повинна віддзеркалювати глобальні проблеми Людства і, в першу чергу, – відповідь на екологічні та енергетичні виклики!

Ми звертаємось до громадських організацій, політичних партій, всіх людей доброї волі – ще не пізно, ми ще можемо повернути планеті екологічне здоров'я! Для цього серед інших задач – як найшвидше повернутися до „зеленої" енергетики, ощадливого енергоспоживання, чистих технологій!

Ми звертаємось до журналістів, журналістських організацій та їх ЗМІ – щоденно, щохвилинно в радіоефірі, пресі, телебаченні повинні підніматись проблеми екології, енергозбереження, альтернативної енергетики.

Ми звертаємось до міжнародних фондів, грантових програм, Нобелівського комітету – про підтримку проектів тих наукових колективів, що сприятимуть покращенню екологічної ситуації на планеті!

Ми свідомі того, що відновлення екологічного здоров'я планети – справа не одного дня. Більше півтора століття – з початку промислових революцій середини 19 століття – індустрія світу „навантажувала" екосистему. В кращому випадку відчутних результатів оздоровлення планети можна досягти через 20-30 років. Але розпочати потрібно негайно!

Ми вважаємо, що слід поступово виводити із вживання енергоносії нафтового походження – не менше, як на 1% в рік, замінюючи їх енергоносіями біологічного походження. Ось основні причини:

- Глобальні екологічні зміни (потепління, незрівноваженість атмосфери – торнадо, буревії, непередбачуваність опадів, парниковий ефект, руйнування озонового шару тощо).
- Обмеженість нафтових і газових запасів.
- Зростання цін на нафту і газ.
- Стрімке зростання енергоспоживання, особливо в країнах Азії та відповідне зростання викидів в екосистему.
- Зростання населення Землі та інші.

Але ці задачі мають вирішення! Вони повинні згуртувати світ перед загрозою глобальної катастрофи! Розум і добра воля переможе!

Альтернативній енергетиці нема альтернативи!

Тому саме глобальні екологічні проблеми не залишають Людству часу на роздуми. І перш за все – у сфері енергозабезпечення, як основному джерелу шкідливих викидів, що порушує екологічну рівновагу, наслідки якої можуть бути катастрофічні для долі Людства.

Найоптимальніший шлях повернення до енерго-екологічної рівноваги – через повернення до відновлюваних біоенергетичних ресурсів**.** Людство вже має технології, що вже сьогодні відповідають не тільки екологічним, а й економічним критеріям. Більше того, вони ще й можуть мати вирішальне значення для стимулювання розвитку практично всіх галузей економіки (можливо, крім видобувної та нафтогазової).

В таблиці 1.1 наведені світові лідери споживання бензину. Ще більш вражаючі масштаби споживання дизельного пального – тільки в Росії це більше 60 млн. т.! Більше 15 млн. т в нафтовому еквіваленті споживає щорічно Україна. Знаменно, що спікер Конгресу США Ненсі Пілоссі при вступі на посаду 4.01.2007 оголосила пріоритети:

- Зменшити залежність США від традиційних видів пального.
- Пріоритет – відновлювальним джерелам за рахунок спеціального податку на нафтові монополії.

Таблиця 1.1

Річне споживання бензину:	
1.США	– 325 млн. т.
2.Західна Європа	– 125 млн. т.
3.Росія	– 30 млн. т.

Разом США, ЄС та Росія в рік споживають 480 млн. т. тільки бензину. Та ще майже стільки – дизельного пального. За дуже скромними оцінками сектор цього ринку сягає біля 900 млрд. $ - то великий бізнес!

В таблиці 1.2 наведені дані про розвідані світові запаси нафти, яких вистачить при сьогоднішніх апетитах ще на 40 років. А що далі?

В таблиці 1.3 наведена динаміка світового виробництва олійних культур, а в таблиці 4 – ефективність виробництва біоетанолу, як екологічно і економічно доцільної альтернативи нафтопродуктам – бензину і дизельному пальному!

Таблиця 1.2

Світові запаси нафти

Світові запаси нафти: 1147,7 мільярдів барелів (182 млрд. т.)

Світове споживання: 4,44 млрд. т. /рік – 41 рік

Головні запаси:

- Саудівська Аравія – 262,7 млрд. барелів, (22,9% світових запасів – на 73 роки).
- Іран – 130,7 млрд. барелів (11,4% світових запасів – на 93 роки)
- Ірак – 115 млрд. барелів (10% світових запасів)
- ОАЭ – 97,8 млрд. барелів (8,5% світових запасів)
- Кувейт – 96,5 млрд. барелів (8,4% світових запасів)
- Венесуела – 78 млрд. барелів (6,8% світових запасів)
- Росія – 69,1 млрд. барелів (6% світових запасів - на 22 роки);
- США – 30,7 млрд. барелів (2,7% світових запасів - на 11 р.).

Таблиця 1.3

Світове виробництво насіння основних олійних культур, млн. тонн

Найме-нування	Маркетингові роки			
	В середньому 1998/99-2001/02	2002-2003	2003-2004	2004-2005
УСЬОГО		286.7	293.6	296.92
Соєві боби	126.0	157.73	158.93	154.12

Закінчення таблиці 1.3

Насіння бавовни	32.9	34.7	32.76	33.77
Насіння арахісу	26.06	26.63	28.87	27.80
Насіння соняш-ника	23.11	23.33	25.89	26.93
Насіння ріпаку	29.73	33.34	36.71	42.74
Насіння копри		5.86	4.67	5.44
Насіння бавовни		5.13	5.76	6.12

Легко бачити, що при виході ріпакової олії чи біоетанолу біля 1 т/га для заміни ними на третину нафтопродуктів (4,4 млрд. т.) необхідно засіяти 1,5 млрд. га. або біля 10% всієї суші. Для України ці розрахунки більш оптимістичніші – 18-20% орних земель України здатні задовольнити повністю потреби нашої держави в альтернативних енергоносіях і зробити її енергетично незалежною!

Таблиця 1.4

Ефективність виробництва біоетанолу

Культура	Врожай, т/га	% крохм. чи цукру	Вихід біоета-нолу, т/га	Виробн. енергії, гДж/га
Жито	2,8	62	0,9	26
Пшениця	6,0	58	1,8	52
Картопля	16,0	18	1,5	44
Кукурудза	8,0	60	2,5	72
Цукрові буряки	50,0	16	3,3	96

Звичайно, біоенергетика важко буде торувати собі дорогу, якщо й надалі енергопостачання буде націлене на нафтову і газову трубу сусідньої держави (див. таблиці 1.5 та 6).

Таблиця 1.5

Розрахунок виробничої собівартості вирощування ріпаку, USD

Показники витрат	Витрати на 1 га., грн.
Витрати матеріальних ресурсів	171,52
Амортизація та обслуговування техніки	17,6
Накладні витрати	26,2
Всього витрат	215,32
в т.ч. ПДВ	35,89
Витрати без ПДВ	179,43
Виробнича собівартість 1 т продукції (без ПДВ)	71,72

Таблиця 1.6

Порівняльні характеристики біодизеля та дизельного палива

Найменування	Густина ρ, кг/м^3		В'язкість кінематична ν, мм^2/с			В'язкість динамічна μ; 10^3 Па		Цетанове число
	293, К	343, К	293,К	323,К	343,К	293,К	343,К	293,К
ДП	826	91	3,83	2,11	1,67	3,16	1,32	45
Росл. олія (РО)	910	878	83,14	28,10	17,40	75,70	15,30	49
Метиловий	877	42	8,0	4,25	3,10	7,02	2,61	48

Закінчення таблиці 1.6

ефір (РМЕ)								
30 % РМЕ+ 70 % ДП	841	06	4,87	2,67	2,10	4,10	1,69	44
50 % РМЕ+ 50 % ДП	851	16	5,62	2,97	2,38	4,78	1,94	45
75 % РМЕ+ 25 % ДП	864	29	6,93	3,68	2,74	5,99	2,27	47

В 2006 році **Європа виробила 6 млн. т. біодизеля. Лише дві країни в Європі – Україна і Албанія - не мають досі промислового виробництва біодизеля!**

Поділяючи тривогу науковців та громадських діячів Землі з приводу екологічної ситуації, що складається, західні виробники транспортних засобів – „Пежо", „Рено", „Сітроен" гарантують роботу своїх двигунів при використанні біопалив Б30 – 30% РО + 70% ДП. „Фольксваген" гарантує роботу своїх двигунів на Б100. Росія щорічно виробляє 32 млн. т. автомобільних бензинів та 60 млн. т. дизельного палива. Стратегія спрямована на щорічне збільшення долі біодизеля в ДП. Подальша інтеграція в ВТО вимагає переходу на міжнародний стандарт біодизеля: Euro Standard EN 14214, що визначає біодизель не як ріпакову олію, а як метилові ефіри жирних кислот. Закони ринку вимагають рентабельних технологій та достатньої сировинної бази. І машинобудування повинно розвиватися за законами розвитку паливного ринку. США мають наміри скоротити імпорт нафти на 75% і перевести американський транспорт на етанол, біогаз та водень. Нині автомобілі – головний споживач нафти.

Міністр в справах плантацій Малайзії стверджує, що в найближчий рік його країна перейде повністю з дизельного пального на пальмову оливу. А Швеція взагалі до 2020 року планує відмовитись від нафти! Сьогодні в Швеції діє інститут так званих енергоконсультантів, що консультують домогосподарок, як економити енергію. Слава Богу, що не керувати країною! Цікаві тенденції спостерігають соціологи в містах Швеції – молодь надає перевагу метро і велосипеду! Автомобілі весь час дорожчають, дуже складно знайти місце для паркування, і автомобіль знову стає на засобом пересування, а розкішшю.

Цікаво, що Біл Гейтс фінансував будівництво заводів по виробництву біоетанолу ($ 84 млн.). Один млн. автомобілів в Бразилії експлуатують на етанолі, отриманому із цукрового тростника. Причому, у всіх нових автомобілях двигуни „подвійного призначення" – можна споживати етанол, бензин або їх суміш! Причому етанол в Бразилії вдвічі(!!!) дешевший від бензину. При сьогоднішніх цінах на нафту біодизельне пальне в Україні є збитковим!

Однак, **протягом 2007 року стрімко зросли світові ціни на зерно (і, звичайно, хліб) та молоко і молочні продукти і тенденція росту продовжується.** Це – реакція ринку на його збурення залученням значної частини орних земель на вирощування енергетичних рослин. Для України ця проблема менш болюча, оскільки незадіяних земель, принаймні – на Житомирщині, залишається біля третини, але це питання тимчасове. За 2-3 роки при таких тенденціях в Україні не буде жодного клаптика вільних земель!

Повністю вирішують проблему CO_2 на даний час:

- ядерна енергетика;
- керована термоядерна енергетика;
- сонячна;
- вітрова;
- гідроенергетика річок і морських хвиль;
- тепловий насос;
- воднева енергетика;
- пневмоенергетика.

Більш детальніше зупинимось на двох останніх.

Воднева енергетика. Отримання водню гідролізом води в майбутньому (при умові, що будуть розроблені технології і каталізатори енергетично вигідного гідролізу) дасть людству ключ до абсолютно екологічно чистої енергетики. При спалювання водню продуктами горіння є дистильована вода! Якщо не рахувати окислів азоту, що присутні в зоні реакції у випадку використання повітря (хоча можливе і використання кисню, як продукту гідролізу води). Як варіант, можливе поєднання ланцюжка технологій: «сонячна енергетика» - «гідроліз води» - «ДВЗ».

Пневмоенергетика. Енергія стиснутого повітря для поршневих чи турбінних перетворювачів приваблює дослідників кілька останніх століть. До недавнього часу її використання обмежувалось міцністю матеріалів для виготовлення балонів. Так, традиційні балони, виготовлені з конструкційних металевих матеріалів дозволяли при тиску до 50 атмосфер накопичити в 1 $м^3$ балону енергію, еквівалентну від 100 до 300 Г бензину. При цьому власна вага балона сягала до 500 кГ і більше. На даний час поява на ринку авіаційно-космічних матеріалів, і перш за все – надлегких і високоміцних композитів на основі вуглецю і бору – дає можливість підняти робочі тиски в балонах до 300 і більше атмосфер, а це дозволяє в 1 $м^3$ запасти енергію, еквівалентну 5-7 літрів бензину, при цьому зменшивши власну вагу балонів в 5 разів в порівнянні з металевими. І не випадково, провідні автомобільні компанії Франції, Індії, Австралії, Німеччини впритул займаються питанням пневмоавтомобілів!

З нашої точки зору, саме на двох останніх напрямках (звичайно, не припиняючи наукових пошуків антигравітаторів!) варто зосередити діяльність нобелівського комітету, провідних академій світу і грантових організацій!

Контрольні запитання

1. Назвати палива альтернативні нафтовим.
2. Що таке відновлювальні джерела енергії?

3. Яка перспектива розвитку біопалив на Україні?
4. Яка перспектива розвитку виробництва та використання водневого палива?

2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО НАФТУ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЇЇ ПЕРЕОБКИ

2.1. Хіммотологія. Поняття про нафту

Дисципліна "Використання експлуатаційних матеріалів і економія паливно-енергетичних ресурсів" вивчається відповідно до учбового плану спеціальності «Автомобілі і автомобільне господарство».

Яка мета вивчення курсу?

Мета вивчення даної дисципліни полягає в отриманні студентами знань з організації раціонального застосування експлуатаційних матеріалів – палив, олив, пластичних мастил, технічних рідин і інших неметалічних матеріалів при експлуатації автомобілів, а також заходів по їх економії, що є особливо важливим в умовах підвищених цін, скороченні енергетичних ресурсів і підвищених вимог екології.

Які задачі вивчення дисципліни?

У задачі дисципліни "Використання експлуатаційних матеріалів і економія паливно-енергетичних ресурсів" входять вивчення основних відомостей по виробництву і застосуванню палив, олив, пластичних мастил, технічних рідин і інших неметалічних матеріалів, що використовуються на автомобільному транспорті, вивчення властивостей та вимог, що пред'являються до їх якості. Крім того, в курсі розглядаються питання, пов'язані з впливом паливно-мастильних матеріалів на надійність, довговічність, економічність роботи двигуна та інших агрегатів автомобілів, виявлення особливостей і шляхів економії паливно-мастильних матеріалів. У завдання курсу входять також вивчення рекомендацій по застосуванню експлуатаційних матеріалів з точки зору впливу на навколишнє середовище.

Чому загострюються проблеми екології паливно-мастильних матеріалів?

Автомобільний транспорт споживає значну частину (60-70%) рідкого палива. Тому проблема економії паливно-мастильних матеріалів для автомобільного транспорту має гострий, актуальний характер. Разом із збільшенням випуску дизельних автомобілів, проведенням робіт по вдосконаленню технічного рівня бензинових двигунів, що випускаються, створенням нових, більш економічних двигунів, важливого значення набуває заміна дефіцитних видів палива на більш дешевше та доступне. Відбувається перехід автомобілів на газове паливо, підвищення якості паливно-мастильних матеріалів і їх економія за рахунок більш раціонального застосування в процесі експлуатації.

Що є інструментом вирішення проблеми наукового обґрунтування застосування паливно-мастильних матеріалів?

У зв'язку з підвищенням ролі та значення паливно-мастильних матеріалів в економіці країни, коли проблеми їх якості і раціонального, економного використання набули міжгалузевого, глобального значення як чинники збільшення надійності, довговічності та економічності роботи техніки, виникла проблема науково обґрунтувати застосування паливно-мастильних матеріалів. Це привело до появи на стику ряду наукових дисциплін нової прикладної галузі науки, що отримала назву «хіммотологія» від слів «хімія», «мотор» і «логія» (наука). За одним з повних визначень, хіммотологія - це напрям науки і техніки, що займається вивченням експлуатаційних властивостей та якостей палив, олив, мастил і спеціальних рідин, є теорією та практикою їх раціонального використання в техніці.

Що вивчає хіммотологія?

Хіммотологію сьогодні розглядають як складову частину єдиної взаємозв'язаної системи з чотирьох ланок: конструювання та виготовлення техніки – розробка та виробництво паливно-мастильних матеріалів – експлуатація техніки – хіммотологія. З урахуванням експлуатаційних умов

застосування паливно-мастильних матеріалів на автомобільному транспорті ця система (двигун – паливо – експлуатаційні матеріали – експлуатація) може бути охарактеризована складними взаємозв'язками між її ланками.

Які найважливіші завдання хіммотології?

Серед найважливіших завдань хіммотології виділяють наступні:

– обґрунтування оптимальних вимог до якості паливно-мастильних матеріалів;

– удосконалення технічних характеристик двигунів і машин, що підвищують надійність, довговічність і економічність їх роботи в умовах застосування паливно-мастильних матеріалів, які задовольняють встановленим оптимальним вимогам;

– створення нових сортів паливно-мастильних матеріалів і розробка основ їх уніфікації;

– виявлення оптимальних умов, що забезпечують збереження, зниження втрат і відновлення якості паливно-мастильних матеріалів;

– зберігання, транспортування, заправка;

– створення та впровадження кваліфікаційних методів і їх комплексів для оцінки експлуатаційних властивостей паливно-мастильних матеріалів і ін.

2.2. Способи отримання палив і олив з нафти

Що на даний час є основною сировиною для виробництва палив, олив і синтетичних матеріалів?

Нафта – основна сировина для виробництва палив, олив і синтетичних матеріалів (каучук, пластмаси та інші синтетичні волокна).

Палива та оливи отримують шляхом переробки нафти. Серед них – пряма перегонка, термічний і каталітичний крекінг, гідрокрекінг, а також риформінг.

Яка технологія переробки нафти є найбільш поширеною?

З самого початку розвитку нафтопереробної промисловості до сьогоднішнього дня набули поширення процеси прямої перегонки нафти.

Якість нафтопродуктів, отриманих методом прямої перегонки, залежить від якості нафти та груп вуглеводнів, що входять до складу її фракцій. Тому, разом із збільшенням випуску дизельних автомобілів, проведенням робіт по вдосконаленню технічного рівня бензинових двигунів, що випускаються, створенням нових більш економічних двигунів, важливого значення набуває заміна дефіцитних видів палив на більш дешевші. Спостерігається тенденція переходу автомобілів на газове паливо, підвищення якості паливно-мастильних матеріалів і їх економія за рахунок раціонального застосування в процесі експлуатації автомобілів.

2.3. Хімічний склад нафти та його вплив на властивості нафтопродуктів

Який хімічний склад та основні визначальні характеристики нафти?

Нафта є складною сумішшю різних з'єднань вуглецю з воднем. За елементним складом вона містить 83-87% вуглецю, 11...14% водню, 0,1...1,2% кисню, 0,02...1,7% азоту та 0,01...5,5% сірки. На вигляд нафта – маслянista рідина, від темно-коричневого до жовтого кольору, густиною 0,75...1,03 г/см^3.

Яке походження та вуглеводневий склад нафти?

Нафта має органічне походження. Початковими речовинами для утворення нафти послужили органічні сполуки, що є продуктами розпаду рослинних і тваринних організмів. Основну масу речовини нафти складають вуглеводні 3-х головних груп: парафінові (алкани), нафтенові (циклани) і ароматичні (арени), які як по кількості, так і за властивостями розрізняються для нафти різного походження. У нафті містяться також незначні кількості кисневих і азотистих з'єднань.

Які характерні властивості парафінових вуглеводнів і чим відрізняються Н-парафіни від І-парафінів?

Парафінові вуглеводні, загальна емпірична формула C_nH_{2n+2}, об'єднують газоподібні вуглеводні, починаючи з метану CH_4, рідкі, починаючи з пентану C_5H_{12}, і тверді (Н-парафіни), починаючи з гексадекану $C_{16}H_{34}$. Газоподібні та тверді вуглеводні здатні розчинятися в рідких, з яких можуть знову виділяти газоподібні (при підвищенні температури або збільшенні тиску) і тверді (при зниженні температури).

Молекули парафінових вуглеводнів мають нерозгалужені ланцюги атомів вуглецю. Самі вуглеводні носять назву нормальних. Вказані вуглеводні стійкі до реакцій окислення. Проте з підвищенням температури за 250...300°С окислювальні процеси у Н-парафінів значно інтенсифікуються.

Чому Н-парафіни є бажаними компонентами дизельних палив, а І-парафіни-бензинів?

Окрім Н-парафінів, в нафтопродуктах містяться також ізомерні вуглеводні (І-парафіни), які мають інше просторове розташування атомів. І-парафіни при помірній температурі проявляють вищу здатність вступати в окислювальні реакції, але із збільшенням температури ця здатність сповільнюється, і в області високих температур І-парафіни виявляються стійкішими ніж Н-парафіни. Для забезпечення м'якої роботи дизельного двигуна важливі Н-парафіни, а для створення високих протидетонаційних властивостей бензинів для карбюраторних двигунів важливе значення мають І-парафіни. Парафінові вуглеводні мають високу температуру застигання, тому їх присутність в зимових сортах дизельних палив і змащувальних олив допускається в незначних кількостях.

Який % вміст парафінових вуглеводнів в нафті?

Загальний вміст парафінових вуглеводнів в нафті та продуктах її переробки складає близько 50...60%, причому найбільш високий їх вміст припадає на фракції, що википають до 150°С.

Які властивості в нафтопродуктах формують парафінові вуглеводні?

Парафінові вуглеводні в паливах забезпечують відносно найбільш високу теплоту згоряння з усіх класів вуглеводнів, тому що містять в молекулах відносно більшу кількість водневих атомів. За нормальних умов парафінові вуглеводні хімічно стабільні, тому палива та оливи з великою кількістю парафінів є стабільними при зберіганні.

З усіх вуглеводнів Н-парафіни мають найнижчу температуру самозапалювання, що пояснюється їх нормальною структурою. Н-парафіни забезпечують в нафтопродуктах відносно (нафтенових і ароматичних) гірші низькотемпературні властивості (високі температури застигання).

Н-парафіни відносно (нафтенових і ароматичних) мають найменше значення в'язкості та найменше змінюють свою в'язкість (мають високий індекс в'язкості), що особливо важливо для олив.

В напрямку до ароматичних вуглеводнів дані властивості змінюються на протилежні.

Як впливають парафінові вуглеводневі на властивості олив?

Парафіни мають найменше значення в'язкості, порівняно з іншими класами вуглеводнів менше змінюють свою в'язкість зі зміною температури. Тому при депарафінізації олив погіршуються їх в'язкісно-температурні властивості (зменшується індекс в'язкості).

Яка структурна будова та характерні особливості нафтенових вуглеводнів різних фракцій нафти?

Нафтенові вуглеводні мають циклічну будову, оскільки в їх молекули входять замкнуті кільця атомів вуглецю, сполучені між собою простими валентними зв'язками.

У легких паливних фракціях нафти містяться моноциклічні нафтенові вуглеводні, молекули яких включають по одному кільцю з п'яти або шести атомів вуглецю. Загальна емпірична формула моноцикланів C_nH_{2n}. Представники моноцикланів – циклопентан C_5H_{10} і цикло-

гексан C_6H_{12}. У складніших нафтенових вуглеводнів в молекули входять, окрім циклічного ядра, одна або декілька бічних ланцюгів, що є радикалами парафінових ланцюгових вуглеводнів. Маючи одне і те ж число атомів в молекулах, нафтени можуть містити велику кількість ізомерних структур, які розрізняються між собою розташуванням і будовою бічних ланцюгів.

Чому нафтенові вуглеводні є бажаними компонентами як дизельних палив і олив, так і бензинів?

Нафтенові вуглеводні порівняно з парафіновими при однаковій молекулярній масі в області невисоких температур стійкіші до реакцій окислення, але дещо поступаються Н-алканам. При підвищенні температури (біля 400°С і вище) циклани перевершують Н-парафіни по стійкості до окислювальних реакцій і наближаються до І-парафінів.

Нафтенові вуглеводні мають низькі температури застигання, є цінним компонентом зимових сортів палив і олив. Хороша стійкість до окислення при високих температурах робить ці вуглеводні необхідною складовою палив для карбюраторних двигунів в зв'язку з покращенням антидетонаційних властивостей.

Який % вміст нафтенових вуглеводнів у нафті?

Вміст нафтенових вуглеводнів в нафті складає 20...30% і може бути декілька більшим.

Яке місце нафтенових вуглеводнів за теплотою згоряння?

Порівняно з парафіновими нафтенові вуглеводні мають меншу теплоту згоряння, тому що містять меншу кількість атомів водню в молекулі.

Які властивості в нафтопродуктах забезпечують нафтенові вуглеводні?

Нафтенові вуглеводні (циклани) забезпечують в нафтопродуктах:

1. Для палив – значну здатність до окислення, яка не поступається І-парафінам.
2. Для палив і олив – гарні низькотемпературні властивості.

3. В оливних фракціях нафтенові вуглеводні підвищують в'язкість, а їх структури з довгими бічними ланцюгами забезпечують підвищення низькотемпературних властивостей (збільшення індексу в'язкості).

Який вплив нафтеново-парафінових вуглеводнів на властивості олив?

Вміст нафтеново-парафінових вуглеводнів в оливних фракцій складає 50–75% залежно від складу нафти. З підвищенням температури википання фракцій спостерігаються збільшені довжини бічних парафінових ланцюгів, що впливає на підвищення температури застигання та індексу в'язкості оливи. Тобто оливи зі значним вмістом Н-парафінових вуглеводнів або нафтенових з поздовжніми парафіновими ланцюгами мало змінюють свою в'язкість зі міною температури (мають високі індекси в'язкості). Але одночасно характеризуються високими температурами застигання – поганими низькотемпературними властивостями.

Яка конструктивна будова та характерні особливості ароматичних вуглеводнів?

Ароматичні вуглеводні (арени) мають шестичленне циклічне ядро. Молекула ароматичного вуглеводню бензолу має вид C_6H_6.

У легкі фракції нафти і нафтопродуктів входять моноциклічні вуглеводні із загальною емпіричною формулою C_nH_{2n-6}, у складі яких один або декілька бічних парафінових ланцюгів. Арени залежно від кількості та розташування бічних ланцюгів утворюють ізомерні з'єднання.

У важчих фракціях разом з вищезгаданими містяться біциклічні та поліциклічні ароматичні вуглеводні, в молекули яких входять декілька взаємоконденсованих кілець або ж кільця, сполучені між собою проміжними ланцюгами.

Ароматичні вуглеводні мають високу термічну стійкість до реакцій окислення, але вступають в реакції заміщення із збереженням бензольного ядра.

Ароматичні вуглеводні мають більшу в'язкість, густину та температуру кипіння порівняно з цикланами та алканами

при тій же молекулярній масі. Зі зниженням температури в'язкість аренів різко зростає, що негативно позначається на властивостях змащувальних матеріалів.

Чому ароматичні вуглеводні є бажаними компонентами бензинів і небажаними – дизельних палив?

Ароматичні вуглеводні стійкі до реакцій утворення перекисів, що підвищує антидетонаційні властивості карбюраторних палив. Арени викликають збільшення періоду затримки самозаймання дизельного палива, що сприяє жорсткій роботі дизельного двигуна.

Який % вміст ароматичних вуглеводнів у нафті та від чого це залежить?

У нафті вміст ароматичних вуглеводнів складає 10...30%. Кількість ароматичних вуглеводнів зростає при підвищенні температури кипіння окремих фракцій нафти, доходячи до 30...35% у фракціях з температурою 250...300°С.

Як впливають ароматичні та нафтенові вуглеводні на властивості нафтопродуктів?

Ароматичні вуглеводні завжди є в оливі, їх вміст зростає з підвищенням температури википання оливних фракцій, в тому числі вміст поліциклічних ароматичних вуглеводнів.

Нафтенові та ароматичні вуглеводні мають значно більшу в’язкість порівняно з парафіновими. Оливи, отримані з нафти, з великою кількістю поліциклічних ароматичних, нафтенових (асфальтової основи) вуглеводнів з низьким значенням індексу в’язкості мають гарні низькотемпературні властивості і не потребують депарафінізації або введення депресорних присадок.

Арени в нафтопродуктах забезпечують наступні властивості:

1. Високу хімічну стабільність або стійкість до зміни основних фізико-хімічних параметрів при зберіганні.
2. Високу антидетонаційну стійкість (стійкість до утворення переокисних з’єднань).
3. Підвищену здатність до утворення лаків і нагарів (тому в товарних бензинах нормується кількість ароматичних вуглеводнів $\leq$ 40… 45%).

4. В паливах арени сприяють високій розчинній здатності щодо гумових і полімерних виробів.
5. В оливах арени, особливо поліциклічні, збільшують в'язкість, але погіршують в'язкісно-температурні характеристики (зменшують індекс в'язкості).
6. В напрямку до парафінових вуглеводнів вищезазначені властивості змінюються на протилежні.

Що є причиною утворення ненасичених вуглеводневих і чим вони характеризуються?

В процесі термічної переробки нафти утворюються також ненасичені вуглеводні, які характеризуються наявністю подвійних або потрійних зв'язків між вуглецевими атомами.

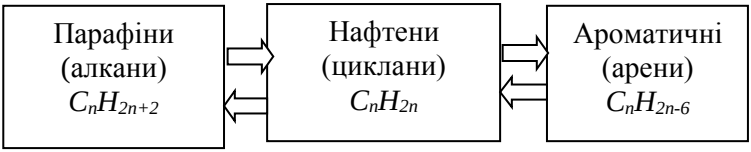
Найчастіше зустрічаються в нафтопродуктах олефінові вуглеводні (алкени) із структурною формулою C_nH_{2n} з одним подвійним зв'язком (наприклад, етилен C_2H_4). Поширені також і диолефінові вуглеводні (алкадієни) із структурною формулою C_nH_{2n-2} , які мають два подвійні зв'язки (бутадієн C_4H_6).

Що сприяє підвищеній хімічній активності ненасичених вуглеводневих і що є продуктами їх окислення?

Наявність подвійних зв'язків в молекулах алкенів і алкадієнів сприяє їх підвищеній хімічній активності. Вони легко окислюються та мають схильність до реакцій приєднання та ущільнення (полімеризації). Чим більше число подвійних зв'язків в молекулі та вище температура, тим інтенсивніше протікає процес окислення. В результаті полімеризації утворюються високомолекулярні смолисто-асфальтові речовини, тому ненасичені вуглеводні в більшості випадків є небажаними для моторного палива та змащувальних олив. Мала стабільність ненасичених вуглеводнів проявляється наслідком смолоутворення в паливі при зберіганні, особливо в крекінг-бензинах.

Які загальні висновки по впливу вуглеводнів різного складу на формування властивостей нафтопродуктів?

Розмістивши основні вуглеводні нафти в послідовності:



на основі вищесказаного можна зробити наступні загальні висновки:

1. Масова теплота згоряння найвища в парафінах та зменшується до аренів в зв'язку зі зменшенням кількості атомів водню в молекулах вуглеводневих.
2. Найвищу термічну стійкість до реакцій окислення (горіння), яка визначається октановим числом, мають ароматичні вуглеводні (арени). Спостерігається зменшення цієї властивості в напрямку до парафінів (алкани мають найнижчу стійкість до окислення).
3. І, навпаки, найвищу запальність (найбільші цетанові числа) забезпечують Н-парафінові вуглеводні зі зменшенням цієї властивості в напрямку руху до аренів (зменшення цетанових чисел).
4. Найвищу в'язкість (ν), питому вагу (ρ) і температуру кипіння ($T_к$) мають ароматичні вуглеводні. Ці параметри зменшуються в напрямку до парафінових (алкенів).
5. Парафінові вуглеводні мають найменше значення в'язкості та найменше змінюють свою в'язкість зі зміною температури, тобто забезпечують в оливах найвищий індекс в'язкості (гарні в'язкісно-температурні властивості). Зменшення індексу в'язкості відбувається в напрямку від парафінових до ароматичних вуглеводнів.
6. Низькотемпературні властивості (схильність до застигання) найкращі у ароматичних вуглеводневих. Погіршення цих властивостей (збільшення схильності до застигання) відбувається в напрямку від ароматичних до парафінованих вуглеводнів.

Які органічні кислоти містяться в нафті та яка їх корозійна дія на метали конструкції двигуна?

Органічні кислоти - це з'єднання, що містять кисень.

Основними органічними кислотами, які містяться в нафті та нафтопродуктах, є нафтенові кислоти, що відносяться до карбонових кислот. Нафтенові кислоти не викликають корозію чорних металів, але з кольоровими металами (особливо з цинком і свинцем) взаємодіють інтенсивно, утворюючи солі.

В результаті окислювальних процесів в нафтопродуктах утворюються також оксикислоти, в молекулах яких, окрім карбоксильної, присутня гідроксильна група ОН.

Який склад смолянисто-асфальтових речовин, що містяться в нафті?

Смолянисто-асфальтові речовини є складними з'єднаннями вуглецю, водню, кисню, іноді сірки. Вони поділяються на нафтові смоли, асфальгени, карбени, карбоїди та кислі нафтові смоли.

Які властивості нафтенових нейтральних смол?

Нейтральні смоли - це напіврідкі тягучі речовини, темно-жовтого або коричневого кольорів, що мають сильну забарвлюючу здатністю. Густина близько 1,0 г/см^3. Елементний склад: 80...85 % С, 10% Н, 5..10% О. Смоли легко розчиняються в нафтопродуктах.

Які властивості асфальгенів?

Асфальгени є темно-бурими або чорними твердими речовинами, що також мають значну забарвлюючу дію. Густина їх є більшою 1 г/см^3. У асфальгенах, в порівнянні із смолами, дещо більше міститься вуглецю та менше водню. Вони розчиняються у важких фракціях нафти (масляних) та нафтових смолах, утворюючи колоїдні розчини. Асфальгени при нагріванні вище 300°С розкладаються.

Які зовнішні ознаки та розчинність карбонів і карбоїдів – продуктів перетворення асфальгенів?

Карбени і карбоїди, що утворюються з асфальгенів, при їх ущільненні мають темніший колір. Вони важко розчинні.

Що таке кислі нафтенові смоли та як вони утворюються?

Кислі нафтові смоли (асфальгенові кислоти та їх ангідриди) – це напівтверді або тверді речовини з густиною

більше 1 г/см^3, нерозчинні у бензині. Вони утворюються в результаті окислювальної полімеризації і конденсації продуктів окислення вуглеводнів (кислот, оксикислот і тому подібне).

Які сірчисті з'єднання містяться в нафті та які їх властивості?

Сірчисті з'єднання утворюються на основі сірки, що міститься в нафті і нафтопродуктах, можуть бути у вільному або зв'язаному видах. По впливу на метали сірчисті з'єднання поділяються на дві групи: активні, що безпосередньо вступають в реакцію з металами (сірководень H_2S, сірка S, різні меркаптани), та нейтральні, які не діють на метали (сульфіди).

Чому в нафтопродуктах не допускається вміст активних сірчистих з'єднань?

Наявність активних сірчистих з'єднань в нафтопродуктах не допускається. Для палив всі сірчисті з'єднання надзвичайно небажані, оскільки в процесі згоряння утворюються сірчистий і сірчаний гази, при розчиненні яких у воді утворюються кислоти, що викликають інтенсивну корозію деталей двигуна.

В якій кількості містяться в нафті азотисті з'єднання?

Азотисті з'єднання містяться в нафті в незначній кількості (до 0,3%) та практично можуть бути видалені при очищенні нафтопродуктів. Окрім розглянутих з'єднань, в нафті містяться мінеральні домішки (зазвичай у вигляді різних солей нафтенових кислот) та вода, які видаляють при відстоюванні.

2.4. Отримання палива та змащувальних олив для двигунів внутрішнього згоряння

Якими двома способами виробляється рідке паливо?

Рідке паливо виробляється переважно двома способами: фізичним і хімічним. Перший протікає без порушення структури вуглеводнів, другий – із її зміною.

В чому основна суть фізичної технології виготовлення рідких палив?

Фізичний спосіб або пряма перегонка нафти є процесом розділення її на окремі фракції, що відрізняються температурою кипіння Для цього нафту нагрівають в нафтоперегінних установках до температури 300...380°С, а пари, що утворилися, відбирають і конденсують по частинах в колонах. В результаті перегонки отримують паливні дистиляти та залишок, названий мазутом, який може використовуватись для хімічної переробки або отримання змащувальних олив. Легкокиплячі фракції в паровій фазі досягають верху колони та разом із зрошувачем, що випарувався, відводяться з колони в конденсатор-газовіддільник. Важчі паливні фракції відводять з колони через холодильники та відбирають дистиляти: бензиновий - 40...200 °С, гасовий – 140...300 °С, газойльовий – 230...330 °С, соляровий – 280...380 °С з залишком мазуту.

Яка технологія переробки мазуту?

З мазуту на установках для перегонки аналогічним способом отримують змащувальні оливи. Щоб не відбулося розщеплювання вуглеводнів, їх нагрів і випаровування ведуть у вакуумних трубчастих печах із застосуванням перегрітої пари. Це дозволяє понизити температури кипіння вуглеводнів і уникнути їх розщеплювання. При розгоні мазуту на колоні ректифікації з більш легкокиплячих фракцій виходять малов'язкі змащувальні оливи – легкі індустріальні, з висококиплячих отримують середні та важкі оливи – індустріальні, машинні, моторні, циліндрові та ін. Ці оливи називають дистилятами.

Що отримують з гудрону та напівгудрону?

Після відгону з мазуту оливних дистилятів в залишку отримують гудрон, а при менш глибокому відборі оливних фракцій – напівгудрон. Застосовуючи глибоку обробку гудронів і напівгудронів сірчаною кислотою та очищення вибілюючими глинами, з них отримують високов'язкі залишкові оливи (головним чином авіаційні).

В чому основна суть хімічної технології переробки нафти?

Деструктивний (хімічний) спосіб переробки нафти дозволяє отримувати з важчих високомолекулярних фракцій світлі нафтопродукти і тим самим істотно підвищити вихід світлих палив (зокрема, бензинів). Розщеплювання вуглеводнів з високою молекулярною масою на вуглеводні з меншою молекулярною масою отримало назву крекінг-процесу. Принципова схема його така:

$$C_{2n}H_{4n+2}=C_nH_{2n+2}+C_nH_{2n} \qquad (2.1)$$

Що таке крекінг-процес і на які види він поділяється?

Крекінг-процес, що протікає під дією теплоти, називається термічним крекінгом, а під дією теплоти і каталізатора – каталітичним крекінгом.

Що є основною сировиною для крекінг-процесу та як ведуть себе ненасичені, нафтенові та ароматичні вуглеводневі в цьому процесі?

Основними параметрами термічного крекінгу є температура, тиск, час процесу та склад сировини. При нагріві до 400°С для отримання 30% бензину з мазуту необхідно близько 12 годин, при нагріванні до 500°С тривалість процесу складає лише 30 секунд. Кращою сировиною для крекінг-процесу є високомолекулярні Н-парафіни. Ненасичені вуглеводні мають більшу стійкість до реакцій розщеплювання. При крекінгу нафтенових вуглеводнів відбуваються відщеплення та розщеплювання бічних ланцюгів, а крекінг ароматичних вуглеводнів супроводжується розривом кілець.

Чому бензини термічного крекінгу нестійкі при зберіганні?

У склад крекінг-бензинів входить велика кількість ненасичених вуглеводнів, а в бензинах прямої перегонки їх майже немає. Тому крекінг-бензини нестійкі при зберіганні. Для підвищення стабільності в них додають спеціальні речовини – антиокислювачі, названі стабілізаторами, в сотих

або тисячних долях відсотка.

Яка різниця між парофазним і рідкофазним крекінгом?

Якщо крекінг – процес здійснюється при тиску 2..5 МПа і температурі 480...500 °С, він називається рідкофазним крекінгом, а при тиску 0,2...0,6 МПа та температурі 520...550 °С і вище – парофазним. При останньому бензини мають більший вміст ненасичених вуглеводнів і нижчий вихід палива у порівнянні з рідкофазним.

Чому бензини каталітичного крекінгу є більш стійкими при зберіганні?

При каталітичному крекінгу частина ненасичених вуглеводнів, що утворюються, перетворюється в насичені, а частина, у свою чергу переходять в ізомерну форму. Внаслідок цього якість бензинів каталітичного крекінгу вища. Як каталізатор використовують алюмосилікати та інші речовини.

Як змінюється вихід бензинів і дизельних палив при каталітичному крекінгу в порівнянні з прямою перегонкою?

При каталітичному крекінгу вихід автомобільних бензинів складає близько 40..50%, фракцій дизельного палива – 30...40%, тоді як при прямій перегонці вихід бензинів складає лише 9...12%, рідко 20%.

До різновидів крекінг-процесу відносяться: риформінг, що використовується для поліпшення якості нафтопродуктів шляхом зниження молекулярної маси вуглеводнів; деструктивна гідрогенізація – процес, що протікає у присутності водню та каталізатора при тиску 20..30 МПа, внаслідок чого відбувається насичення воднем продуктів розщеплювання; піроліз, що протікає при температурі біля 700°С з утворенням ароматичних вуглеводнів; гідроформінг, при якому відбувається висока ароматизація вуглеводнів (цей процес протікає при температурі 480...530°С, тиску 2...3 МПа у присутності водню та каталізатора – оксидів молібдену, ванадію, хрому, нанесених на оксиди алюмінію, магнію або іншої речовини, при цьому отримують бензини високої

якості).

Які основні групи синтетичних олив і які їх переваги над мінеральними?

Для сучасних машин потрібні оливи вищої якості, ніж оливи, отримані шляхом перегонки нафтового мазуту. До них відносяться синтетичні оливи, що містять переважно парафінові вуглеводні.

Найбільш широкого поширення набули полісилоксанові оливи, які називають також силіконами. Це полімерні кремнійорганічні з'єднання. Вони мають стійкість до дії високих температур, низьку температуру застигання та хороші антикорозійні властивості, мало змінюють в'язкість при коливаннях температури. Змащувальна здатність у них дещо гірша, ніж нафтових олив. Поліпшити цю якість можна додаванням відповідних присадок.

Іншою групою синтетичних олив є поліалкілгліколі, – це продукти конденсації двоатомних спиртів. Ці оливи не утворюють відкладень на нагрітих деталях, мають добру змащувальну здатність і в'язкісні властивості, а також низьку температуру застигання (до -65^0С). Але із-за високої вартості такі оливи не набули широкого поширення.

Для роботи в агресивних середовищах, а також в умовах високих температур виготовляють фторвуглеводневі і хлорвуглеводневі оливи. Їх недолік – різке підвищення в'язкості при зниженні температури. Вони використовуються при виготовленні спеціальних пластичних мастил і рідин для гідросистем.

2.5. Очищення паливних фракцій

Для чого виконується очистка паливних фракцій?

Для надання паливу необхідних експлуатаційних властивостей його піддають очищенню з метою видалення шкідливих домішок і підвищення стабільності.

Які методи очистки паливних фракцій?

Розроблено хімічні та фізичні методи очищення. У першому випадку небажані з'єднання палива вступають в хімічні реакції з реагентом, в другому паливо очищають

розчиненням небажаних з'єднань або їх адсорбції на поверхнево-активних речовинах. До хімічних способів відносять очищення: сірчано-кислотне, лужне, плюмбітами та хлоридами металів, гідрогенізацію та ін., до фізичних – очистку селективними розчинниками та різними адсорбентами.

Яка технологія очищення сірчаною кислотою?

Очищення палива сірчаною кислотою полягає в розчиненні різних сірчистих з'єднань. Даний розчин називають кислим гудроном. При цьому сірчана кислота не вступає в реакцію з парафіновими, ароматичними та нафтеновими вуглеводнями. Паливо термічного крекінгу з великим вмістом ненасичених вуглеводнів очищають плюмбітами та хлоридами металів, оскільки при очищенні сірчаною кислотою ненасичені вуглеводні вступають з нею в реакцію.

Після такого очищення для видалення органічних кислот, кислих ефірів, сульфокислот і залишків кислого гудрону паливо обробляють водним розчином лугу NaOH. Солі, що утворюються при цьому, видаляють відстоюванням. Для повного видалення залишків солей паливо промивають водою та відстоюють.

Гідрогенізація є найбільш ефективним способом очищення палива від сірчистих з'єднань і інших шкідливих домішок. Очищення проводять у присутності водню та каталізаторів (суміші оксидів хрому та молібдену, кобальту та молібдену) при тиску 1...4 МПа і температурі 375...415 °С. Сірчисті з'єднання в цих умовах під впливом водню переходять в газоподібні продукти, які легко видаляються. Наприклад, при очищенні дизельного палива із вмістом сірчистих з'єднань 1...1,3% вихід товарного палива складає 97...98 % із вмістом сірчистих з'єднань 0,02...0,06 %.

Очищення вибілюючими землями (адсорбентами) засноване на явищі адсорбції, тобто виборчому поглинанні певних з'єднань, які знаходяться в продукті, що очищається. Адсорбентами служать алюмосилікати. Їх застосовують при очищенні бензинів термічного крекінгу від ненасичених

вуглеводнів. Пари палива пропускають через певний шар вибілюючої землі. Витрата адсорбенту складає 1...2% від маси палива.

2.6. Очищення оливних фракцій

Які методи очищення використовуються для очищення оливних дистилятів?

Оливні дистиляти після перегонки мазуту, містять цілий ряд небажаних речовин, таких, як смолянисто-асфальтові, органічні кислоти, ненасичені вуглеводні, що легко окислюються, полімеризуються, і значно знижують якість змащувальних олив. Найширше застосовуються наступні способи очищення оливних дистилятів: кислотно-лужний, кислотно-контактний, селективний, а також деасфальтизація та депарафінізація.

Що відбувається при кислотно-лужному очищенні оливних фракцій?

При кислотно-лужному очищенні смолянисті речовини оливного дистиляту, взаємодіючи з сірчаною кислотою, частково розчиняються, частково ущільнюються з утворенням асфальгенів, які переходять в кислий гудрон. Після відстоювання та відділення кислого гудрону оливу обробляють водним розчином лугу NaOH. При цьому нейтралізуються органічні кислоти та залишки сірчаної кислоти. Потім оливу промивають водою для розчинення та видалення солей. Далі, оливу просушують гарячим повітрям.

Для чого використовують кислотно-контактне очищення вибілюючими глинами?

Кислотно-контактне очищення вибілюючими глинами полягає в тому, що після очищення оливи сірчаною кислотою вона проходить контактне очищення вибілюючими глинами. При цьому з оливи адсорбуються небажані полярно-активні з'єднання, зокрема органічні та сульфокислоти, залишки сірчаної кислоти, кислого гудрону та ін.

Очищення вибілюючими глинами може бути контактним і перколяційним. У першому випадку глину безпосередньо перемішують з оливою, в другому - оливу

пропускають через шар гранульованого адсорбенту при температурі 20...100°С (залежно від в'язкості). В якості вибілюючих глин застосовують природні – гумбрін і інші та штучні – силікагель. Кількість адсорбенту при очищенні складає 2...5% від маси матеріалу, що очищається.

В чому суть селективного очищення оливних дистилятів?

Селективне очищення полягає в обробці оливи селективними направленими розчинниками, які розчиняють небажані елементи та не впливають на основні вуглеводні. При подальшому відстоюванні суміш розшаровується на рафінадну частину (очищена олива) та на екстрактну (суміш розчинника та шкідливих домішок). Екстрактну частину переганяють, а відігнаний розчинник може бути використаний повторно.

Які фактори впливають на якість очищення?

На якість очищення значно впливають температура та кількість узятого розчинника. Розчинниками служать фурфурол (150...400% від маси оливи, що очищається), фенол (100...200%), нітробензол, технічний пропан і ін., процес проводять при температурі 50...120 °С.

Коли застосовується деасфальтизація?

Деасфальтизація застосовується для оливних дистилятів з високим вмістом смолянисто-асфальтових речовин. При деасфальтизації використовують спеціальні розчинники, зокрема рідкий пропан. Під дією розчинника смолянисто-асфальтові речовини переходять в осад, який після відстою видаляють. Деасфальтизацію проводять при тиску 2,5...4,0 МПа і температурі 60...85 °С. Співвідношення пропану та оливи, що очищається, складає від 5:1 до 10:1 за об'ємом. Після деасфальтизації оливний дистилят поступає на основне очищення.

Для яких оливних дистилятів застосовується депарафінізація?

Депарафінізація проводиться для оливних дистилятів, що отримуються з парафінових нафт. З оливи видаляються вуглеводні, схильні до кристалізації при зниженні

температури. Процес заснований на тому, що парафіни та церезини значно гірше розчиняються у ряді легких розчинників, чим основні вуглеводневі оливи, особливо при низькій температурі.

Оливу, що очищаються, змішують з розчинником (метил-етил-кетон, ацетон з бензолом, дихлоретан з бензином і ін.). Отриману суміш нагрівають до температури, що перевищує на 15…20 °С температуру повного розчинення парафінів і церезинів в суміші. Розчин поступово охолоджують і на високооборотних центрифугах або спеціальних фільтрах розділяють на депарафіновану оливу та петролатум (суміш розчинника з твердими вуглеводнями). Дана операція є завершальною частиною процесу очищення оливи.

Контрольні запитання

1. Назвіть елементарний і груповий склад нафти.
2. Як впливають вуглеводні, кисневі та сірчані сполуки на властивості палив і олив?
3. Назвіть фізичні та хімічні методи переробки нафти та нафтопродуктів і їх вплив на якість продуктів, що одержують.
4. Назвіть основні методи очищення паливних та оливних дистилятів.

3. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПАЛИВА

3.1. Класифікація, загальний склад і властивості палив

Яким основним вимогам повинно відповідати паливо?

За визначенням Д.І. Менделєєва, “паливом називається горюча речовина, що навмисно спалюється для отримання теплоти”. Паливо повинне відповідати наступним основним вимогам: при згорянні виділяти якомога більшу кількість теплоти, порівняно легко спалахувати та розвивати високу температуру, бути широко поширеним в природі, доступним

для розробки, дешевим при використанні, не змінювати свої властивості під час зберігання. Дуже важливо, щоб в процесі згоряння палива не виділялися речовини, що являють небезпеку для навколишнього середовища.

Які ресурси найбільш відповідають вимогам до палив?

Цим вимогам найповніше відповідають речовини органічного походження: нафта, природні гази, викопне вугілля, дрова, горючі сланці, торф. У табл. 3.1 дана загальна класифікація палив.

Що складає горючу та негорючу частини палива?

Паливо складається з горючої та негорючої частин. Горюча частина палива є сукупністю різних органічних сполук, в які входять вуглець, водень, кисень, азот, сірка. Не горюча частина (баласт) складається з мінеральних домішок, включаючи золу та вологу.

Який елементарний склад палива?

Вуглець *С* – основна горюча частина палива. Зі збільшенням його вмісту теплова цінність палива підвищується. Для різних палив вміст вуглецю складає від 50 до 97%.

Водень *Н* є другою за значенням горючою складовою палива. Вміст водню в паливі досягає 25%. Проте, при згорянні водню виділяється в чотири рази більше теплоти, чим при згорянні тієї ж кількості вуглецю.

Таблиця 3.1

Класифікація палив за станом і походженням

Агрегатний стан	Походження палива	
	Нату-ральне	Штучне
Рідке	Нафта	Бензин, гас, дизельне паливо, мазут, спирт, бензол, смоли (кам'яновугільна, торф'яна, сланцева) та ін.
Газоподібне	Природні,	Гази: генераторний, водяний, світильний, коксовий, напів-коксовий, доменний,

.

Закінчення таблиці 3.1

	нафтопро-мислові гази	нафтовереробних заводів та ін
Тверде	Викопне вугілля, горючі сланці, торф, дрова	Кам'яновугільні кокс та напівкокс, брикетне та пилеподібне паливо, деревне вугілля та інші

Кисень *O*, що входить до складу палива, не горить і не виділяє теплоти, тому є внутрішнім баластом палива. Його вміст залежно від виду палива коливається в широких межах (від 0,5 до 43%).

Азот *N* не горить і, як і кисень, є внутрішнім баластом палива. Вміст його в рідкому та твердому видах палива не є великим і складає 0,5...1,5%.

Сірка *S*, при згорянні якої виділяється певна кількість теплоти, є небажаною складовою палива, оскільки продукти її згоряння – сірчистий SO_2 і сірчаний SO_3 ангідриди викликають значну газову або рідинну корозію металевих поверхонь. Вміст сірки в твердому паливі коливається від часток % до 8%, а в нафті від 0,1 до 4%.

Зола *A* є негорючим твердим компонентом, кількість якого визначають після повного згоряння палива. Вона є небажаною та навіть шкідливою домішкою, оскільки в її присутності посилюється абразивне зношування, ускладнюється експлуатація котельних установок і т. ін Паливо з високим вмістом золи має низьку теплоту згоряння та займання.

Волога *W* є небажаною домішкою палива, оскільки, відбираючи частину теплоти на випаровування, знижує теплоту та температуру згоряння палива, ускладнює експлуатацію установок (особливо в зимовий час), сприяє корозії та т. ін

Мінеральні домішки (золу і вологу) прийнято поділяти

на зовнішні та внутрішні. Перші потрапляють в паливо з навколишнього середовища при його добуванні, транспортуванні або зберіганні, а другі входять в його хімічний склад.

Що називають робочим паливом?

Паливо, яке поступає до споживача в природному стані та містить, окрім горючої частини, золу та вологу, називається робочим. Для визначення сухої маси палива його висушують при температурі 105 °С для видалення вологи.

Який склад газоподібних палив?

Склад газоподібних палив дуже різноманітний: горюча частина його включає водень Н, окисел вуглецю СО, метан CH_4 та інші газоподібні вуглеводні (C_nH_m) з числом вуглеводневих атомів до 4 включно.

Що складає основну теплову цінність газоподібних палив?

Теплову цінність газоподібного палива представляють метан і важчі вуглеводні. Окисел вуглецю при згорянні виділяє незначну кількість тепла. Баластну частину газоподібних палив складають негорючі гази, такі, як азот N, вуглекислий CO_2 і сірчистий SO_2, кисень О і пари води H_2O.

3.2. Теплота згоряння палива

Що є основною якісною характеристикою палива?

Теплота згоряння палива є його основним якісним показником. Для характеристики різних видів палив служить питома теплота згоряння, яка є кількістю теплоти, що виділяється при повному згорянні одиниці маси (кДж/кг).

Що таке об`ємна та молярна теплота згоряння газоподібних палив?

Для газоподібних палив застосовується показник об'ємної теплоти згоряння, що характеризує кількість теплоти, яка виділяється при повному згорянні одиниці об’єму (кДж/м^3). Газоподібне паливо оцінюють також за молярною теплотою згоряння, тобто по кількості теплоти, що виділяється при повному згорянні одного моля газу (кДж/моль).

Як розраховується теплота згоряння рідкого та твердого палива?

Теплоту згоряння рідкого та твердого палива обчислюють за формулою Д.І. Менделєєва. Вищу питому кількість теплоти згоряння (кДж/кг) визначають залежністю:

$$Q_B = 339C + 1256H - 109(O - S). \quad (3.1)$$

Нижчу (робочу) питому кількість теплоти згоряння палива (кДж/кг) визначають за виразом:

$$Q_H = Q_B - 25(9H + W). \quad (3.2)$$

У вказаних формулах вміст хімічних елементів виражається у відсотках.

Що таке нижча або робоча теплота згоряння?

Нижча, або робоча, теплота згоряння $Q_н$ – це теплота згоряння, яка отримується в практичних умовах. Від'ємник 25(9H+W) є питомою кількістю теплоти, що витрачається на перетворення в пару вологи, що виділяється при згорянні палива. Пара викидається з продуктами згоряння в атмосферу (9H – число масових частин води, що утворюються при згорянні однієї масової частини водню; H, W – вміст, в паливі відповідно водню і води, %). У приведеному виразі прийнято, що димові гази охолоджуються до +20°С, залишаючись в газо- і пароподібному станах. Значить, 1кг пари при винесенні в атмосферу забиратиме:

$2671 - (100 - 20) \cdot 2{,}0096 = 2512$ кДж/кг (2671 кДж/кг) – кількість теплоти, що витрачається на випаровування 1 кг води, (100–20) – умовний перепад температури пари води °С; 2,0096 кДж/(кг.град) – теплоємність пари води).

Що є основною характеристикою газоподібних палив і як вона визначається?

Основною характеристикою газоподібних палив є об'ємна теплота згоряння (кДж/м^3), яка визначається діленням молярної кількості теплоти згоряння на об'єм 1 кіломолю газу. 1 кіломоль будь-якого газу за нормальних

умов (0 °С і 760 мм. рт. ст.) займає об'єм 22,4 м^3.

Вища об'ємна кількість теплоти згоряння газоподібного палива з розрахунку на суху масу може бути визначене за формулою:

$$Q_{св}=128(CO+H_2)+399CH_4+639C_nH_m, \qquad (3.3)$$

а її нижча об'ємна кількість:

$$Q_{сн}=128CO+108H_2+356CH_4+589C_nH_m. \qquad (3.4)$$

Об'ємна кількість теплоти згоряння робочої маси газоподібного палива, що містить водяні пари, обчислюють за формулами:

$$Q_{\partial\hat{a}} = 0{,}805 \cdot Q_{\tilde{n}\hat{a}}/(0{,}805+W). \qquad (3.5)$$

Або

$$Q_{\partial\acute{i}} = 0{,}805 \cdot Q_{\tilde{n}\acute{i}}/(0{,}805+W), \qquad (3.6)$$

де *0,805* – маса 1м^3 водяної пари, кг;
W – вміст вологи в 1 м^3 газу, кг.

Теплоту згоряння визначають також дослідним шляхом, спалюючи певну кількість палива в спеціальних приладах (калориметрах). Теплоту згоряння оцінюють за підвищенням температури води в калориметрі.

Що таке умовне паливо?

Для порівняння палив введено поняття «умовне паливо». За одиницю такого палива прийнято паливо, яке при повному згорянні 1 кг або 1м^3 виділяє 29307,6 кДж. Щоб перевести будь-яке паливо в умовне для порівняння його з іншими, потрібно теплоту згоряння даного палива розділити на теплоту згоряння умовного палива. Отриманим числом є калорійний еквівалент даного палива, що показує в скільки разів реальне паливо виділяє більше або менше теплоти в порівнянні з умовним (табл.3.2).

Які проби відбираються для визначення якості палива?

Для аналізу палива відбирають середню пробу відповідно до вимог стандартів. Для газоподібного палива середню пробу відбирають аспіраторами.

Таблиця 3.2

Теплота згоряння та калорійні еквіваленти різних видів палива

Вид палива	Теплота згоряння, кДж/кг	Калорійний еквівалент
Умовне паливо (донецьке кам'яне вугілля)	29307	1,00
Антрацит	30230	1,03
Буре вугілля	14235	0,449
Торф	13440	0,46
Дрова	12560	0,43
Нафта	41867	1,42
Мазут	41448	1,40

Проби рідкого палива беруть спеціальними пробовідбірниками при його прийманні, відпуску, зберіганні з резервуару або бочки, а при роботі транспорту – з паливного бака і т. ін.

Середню пробу готують шляхом змішування індивідуальних проб, число яких залежить від об'єму, форми і числа ємкостей. Наприклад, для горизонтального резервуара середню пробу визначають за індивідуальними пробами, узятими з трьох рівнів: вищого – з глибини 200 мм від поверхні нафтопродукту (1 частина), середнього – з середини об'єму (3 частини) і нижчого – на відстані 250...300 мм від дна резервуара (1 частина). Потім ці проби зливають в одну ємність, добре перемішують і відбирають середню пробу для дослідження. Беруть також пробу з дна резервуара для виявлення води. Рівень води можна визначити також,

опускаючи в резервуар вимірювальну рейку, нижня частина якої покрита спеціальною пастою, чутливою до води. По висоті розчинення пасти судять про рівень води в ємкості.

3.3. Визначення кількості повітря, необхідного для горіння палива

Що таке процес горіння?

Горіння – це хімічний процес з'єднання горючої речовини та окислювача. Практично горінням є окислення палива киснем повітря. В результаті горіння виділяється певна кількість теплової енергії та різко підвищується температура.

Яка характерна особливість процесу горіння?

Характерною особливістю горіння є висока швидкість протікання окислювальних реакцій, при якій теплота, що виділяється, не встигає розсіюватись. Горіння є складним процесом, при якому хімічні реакції супроводжуються такими фізичними переходами, як перемішування палива з повітрям, дифузія та теплообмін.

Як класифікуються процеси горіння?

Розрізняють гомогенне, гетерогенне та вибухове горіння. У першому випадку паливо та окислювач знаходяться в газоподібному стані, в другому – речовини, які вступають в реакцію, знаходяться в різних агрегатних станах.

Що таке процес горіння з недостачею та з надлишком повітря?

Процес горіння палива може протікати як з недостачею, так і з надлишком окислювача. Повне згоряння палива відбувається при стехіометричному співвідношенні палива та окислювача, які відповідають хімічним реакціям повного окислення горючих елементів.

Як розрахувати теоретично необхідну кількість кисню для згоряння 1 кг твердого або рідкого палива певного складу?

Кількість кисню, теоретично необхідну для згоряння 1 кг твердого або рідкого палива складу C, H, S і O, може бути підрахована на підставі рівнянь реакцій окислення (горіння)

елементів горючої маси палива. Вуглець реагує з киснем за рівнянням $C+O_2=CO_2$ (12+32=44), тобто для згоряння 1 кг вуглецю необхідно 32/12=2,67 кг кисню. Водень реагує з киснем відповідно до рівняння $2H_2+O_2=2H_2O$ (4+32=36). Значить, для згоряння 1 кг водню необхідно 32/4=8кг кисню. Сірка реагує з киснем за рівнянням $S+O_2=SO_2$ (32+32=64), тобто для згоряння 1 кг сірки потрібно 32/32=1 кг кисню. Значить, для повного згоряння 1 кг палива даного елементного складу (у масових відсотках) необхідна кількість (кг) кисню буде визначатись за формулою:

$$O=(2,67C+8H+S-O)/100. \quad (3.7)$$

Вважають, що кисень, який міститься в паливі, повністю витрачається на горіння. На практиці при спалюванні палива підводиться не чистий кисень, а повітря, в якому міститься лише 23,2% кисню за масою. В цьому випадку теоретично необхідна для повного згоряння 1кг палива кількість повітря (кг) може бути визначене за виразом:

$$L_{TП} = (2,67C+8H+S-O)/23,2. \quad (3.8)$$

У випадку, коли кількість повітря визначають в об'ємних одиницях, вираз (3.8) потрібно розділити на густину повітря, рівну 1,293 за нормальних умов. Тоді теоретично необхідна кількість повітря($м^3$) визначиться так:

$$L_{TП} = (2,67C+8H+S-O)/30. \quad (3.9)$$

Теоретично необхідну кількість повітря ($м^3$) для спалювання газоподібного палива можна визначити за відомим об'ємним складом (%) газу при об'ємному вмісті кисню в повітрі, рівному 21%:

$$L_{TП} =[0,5(CO+H_2)+(n+m/4)C_nH_m - O_2]/21, \quad (3.10)$$

де n – число атомів вуглецю; m – число атомів водню.

Як розрахувати реальну кількість повітря, що витрачається на згоряння 1 кг палива?

У реальних умовах неможливо добитися повного згоряння палива при подачі теоретично необхідної кількості повітря. Тому в двигунах внутрішнього згоряння подають дещо більшу в порівнянні з теоретично розрахунковою кількість повітря. Дійсну кількість повітря при згорянні палива підраховують з урахуванням коефіцієнта надлишку повітря α:

$$L_{ДП} = L_{ТП} \cdot \alpha \qquad (3.11)$$

Що таке коефіцієнт надлишку повітря?

Коефіцієнтом надлишку повітря α називається відношення кількості повітря $L_{ДП}$, дійсно витраченого на згоряння палива, до кількості повітря $L_{ТП}$, теоретично необхідного для повного згоряння палива. Значення коефіцієнта надлишку повітря залежить від виду палива, умов спалювання, конструкції двигуна та може складати 0,85...1,5.

До чого призводить зниження або підвищення подачі повітря по відношенню до оптимальної?

Зниження подачі повітря в порівнянні з оптимальною призводить до підвищеної витрати палива за рахунок неповного його згоряння. При надмірному збільшенні подачі повітря процес згоряння також буде не оптимальним по причині втрат тепла на нагрів надмірного повітря та зниження температури горіння.

Що таке температура горіння палива?

Температурою горіння палива називають температуру, якої набувають газоподібні продукти згоряння в результаті дії теплоти, що виділяється в процесі горіння. Практичний інтерес представляє дійсна температура горіння, яка нижча теоретичної у зв'язку з віддачею газами частини тепла поверхні нагріву, а також із-за неповного згоряння самого палива. Температуру горіння вимірюють за допомогою різних приладів (термопари, пірометри та ін.).

3.4. Визначення продуктів згоряння палива

Як визначити характер процесу горіння?

Характер процесу горіння можна визначити за складом продуктів згоряння палив. Наявність в продуктах згоряння окису вуглецю CO і водню H_2 указує на неповне згоряння палива. Аналізуючи склад продуктів згоряння, можна судити про характер процесу горіння.

Які прилади використовуються для аналізу продуктів згоряння?

Для аналізу продуктів згоряння розроблені різні методи та прилади. Широкого поширення набули хімічні газоаналізатори, які дозволяють в контрольованій пробі узятих продуктів згоряння палива визначити вміст вуглекислого газу CO_2, кисню O_2 та окислу вуглецю CO.

Принцип дії газоаналізатора полягає в тому, що узята проба досліджуваного газу об'ємом 100 мл послідовно пропускається через поглиначі, заповнені відповідними розчинами. Після кожного поглинання в тій або іншій посудині по градуйованій забірній бюретці вимірюють об'єм газу, що залишився, та за відповідним зменшенням об'єму визначають відсотковий вміст кожного окремого компоненту. Спочатку визначають кількість вуглекислого газу CO_2 по його поглинанню розчином KOH, потім кисню O_2 в посудині, заповненій лужним розчином пірогалолу $C_6H_3(PH)_3$ і, нарешті, окисли вуглецю CO в посудині з аміачним розчином міді однохлористої CuCl.

Вміст азоту в продуктах згоряння палива визначають аналітично:

$$N_2 = 100 - (CO_2 + O_2 + CO) \qquad (3.12)$$

Коефіцієнт надлишку повітря при неповному згорянні палива визначають за формулою:

$$\alpha = l/[l - 3{,}76(O_2 - 0{,}5CO)/N_2], \qquad (3.13)$$

при повному згорянні палива:

$$\alpha = l/[- 3,76O_2/N_2] \quad (3.14)$$

Контрольні запитання

1. За якими показниками оцінюється теплотворна цінність палив?
2. Як розраховується теплота згоряння палива?
3. Як розраховується кількість кисню та кількість повітря, необхідна для повного згоряння палива?
4. Визначення продуктів згоряння палив?

4. БЕНЗИНИ

4.1. Вимоги до карбюраторного палива

Яке призначення двигунів внутрішнього згоряння?

Двигуни внутрішнього згоряння є пристроями, в яких хімічна енергія палива при згорянні перетворюється спочатку в теплову енергію, а потім за допомогою кривошипно-шатунового механізму в механічну роботу. ККД ДВЗ складає 20...42%.

Що робиться для удосконалення двигунів внутрішнього згоряння?

Роботи по підвищенню економічності поршневих ДВЗ проводяться у напрямах удосконалення двигунів і режиму їх експлуатації, дослідженні нових видів палив.

Від чого залежать техніко-економічні показники роботи двигуна?

Техніко-економічні показники двигуна багато в чому залежать від якості використовуваного палива. Для забезпечення надійної, економічної та довговічної роботи двигунів паливо повинне відповідати наступним вимогам:

- мати високу теплоту згоряння;
- мати хороші властивості сумішоутворення, що зумовлюють легкий пуск двигуна, плавний перехід з одного режиму роботи на інший та стійку його роботу при експлуатації в різних кліматичних умовах;
- не детонувати при всіх експлуатаційних режимах;

- не утворювати відкладень накипу, що призводить до перегріву та підвищення зношування деталей двигуна;
- не викликати корозії деталей як при безпосередньому контакті з ними, так і від продуктів згоряння, що утворюються;
- бути стабільним при транспортуванні та зберіганні, тобто не змінювати своїх первинних властивостей;
- мати низьку температуру застигання;
- не створювати шкідливої дії на людину та навколишнє середовище.

Що необхідно для забезпечення вимог до палива?

Щоб відповідати цим вимогам, карбюраторне паливо повинне мати певний вуглеводневий та фракційний склад, високу випаровуваність, від яких перш за все залежить якість сумішоутворювання, а також антидетонаційні властивості. Оптимальне протікання процесів сумішоутворювання та згоряння палива в двигуні залежить від якості палива та досконалості системи живлення.

В чому полягає основна суть робочого процесу в чотиритактному карбюраторному двигуні?

Робочий процес в чотиритактному карбюраторному двигуні здійснюється так. У першому такті, такті всмоктування, при якому поршень рухається від верхньої мертвої точки (ВМТ) до нижньої (НМТ), впускний клапан відкритий, а випускний закритий, – в сумішоутворювальній камері створюється розрідження. Внаслідок цього повітря поступає з очисника в сумішоутворювальну камеру карбюратора та захоплює паливо з головного жиклера. При цьому воно перемішується у впускному трубопроводі з повітрям і випаровується, утворюючи паливоповітряну суміш. Остання поступає в камеру згоряння двигуна, де додатково змішується із залишками продуктів згоряння палива від попереднього циклу, і так утворюється робоча суміш. При другому такті, такті стиснення, коли поршень рухається з НМТ до ВМТ, робоча суміш додатково перемішується, стискається і залишки палива, що знаходяться в рідкій фазі, випаровуються.

В залежності від ступеня стиснення тиск в камері згоряння підвищується до 1...1,2 МПа, температура суміші зростає до 260...370 °С. При третьому такті, такті робочого ходу, приготовлена суміш запалюється від іскри свічки запалення. Теплова енергія, що виділяється при згорянні суміші, перетворюється в механічну за допомогою кривошипно-шатунного механізму. При останньому, четвертому такті, такті випуску продукти згоряння палива видаляються з циліндра і камери згоряння в атмосферу. Потім процес повторюється.

4.2. Теплота згоряння паливо-повітряної суміші

Від чого залежить кількість теплоти, що виділяється при згорянні палива?

Кількість теплоти, що виділяється при згорянні паливоповітряної суміші, залежить від теплоти згоряння палива і складу суміші.

Теплоту згоряння паливоповітряної суміші підраховують за формулою:

$$Q_{ППС} = Q_H \eta_Т \left(1 + \alpha L_{ОТ}\right), \qquad (4.1)$$

де Q_H – нижча, або робоча теплота згоряння палива, кДж/кг;

$\eta_Т$ – коефіцієнт повноти згоряння палива;

α – коефіцієнт надлишку повітря;

$L_{ОТ}$ – теоретична кількість повітря, необхідна для повного згоряння 1 кг палива, кг.

У таблиці 4.1 приведена теплота згоряння нормальної паливоповітряної суміші (ППС) різних типів палива.

Від чого залежить займання паливо-повітряної суміші?

Займання ППС залежить від її складу та виду палива. Наприклад, верхня межа займистості бензиноповітряної суміші наступає при α = 0,45 – 0,50, нижня – при α = 1,35 – 1,40. На займистість суміші впливають температура і тиск. Із зростанням їх значень межі займистості збільшуються.

Таблиця 4.1

Теплота згоряння різних видів палива та паливоповітряних сумішей

Паливо	Теплота згоряння, кДж/кг		Розрахункова кількість. повітря, кг/кг
	Паливо	ППС	
Бензин:			
– авіаційний;	44380	2788	14,9
– автомобільний	43961	2780	14,8
Гас	4291542	2767	14,5
Дизельне	705	2771	14,4
Етиловий спирт	25968	2763	8,4
Бензол	39356	2771	13,2

Які експлуатаційні значення коефіцієнта надлишку повітря?

У звичайних умовах двигуни експлуатують на трохи збідненій ППС (α = 1,05 – 1,15), що забезпечує найбільш економічний режим. Якщо потрібна велика потужність, то удаються до деякого перезбагачення суміші (α = 0,9 – 0,95). В даному випадку паливо не повністю згорає (неекономічний режим).

Від чого залежить повнота згоряння палива?

Повнота згоряння палива залежить від швидкості розповсюдження фронту полум'я. Ця швидкість зростає з підвищенням тиску, температури робочої суміші, частоти обертання колінчастого валу і так далі. Найбільш сприятливий склад робочої суміші при α = 0,93–0,95. При більш збагаченій або збідненій суміші швидкість розповсюдження фронту полум'я значно знижується.

4.3. Сумішоутворюючі властивості палива

Від чого залежить якість сумішоутворення?

Надійне та якісне утворення горючої суміші багато в чому визначає повноту згоряння палива і в цілому

економічну роботу двигуна. Якість суміші залежить від конструкції карбюратора, паливоподаючої системи та від фізико-хімічних властивостей використаного палива, основними з яких є випаровуваність палива та тиск насиченої пари. Під випаровуваністю розуміють властивість палива переходити з рідкого в газоподібний стан.

Чому процесу згоряння палива повинен передувати процес його повного випаровування?

У двигунах паливо згоряє, знаходячись тільки в газоподібному стані. Цьому процесу повинні передувати повне випаровування рідкого палива та хороше перемішування пари з повітрям. Частина палива (у вигляді рідкої фази), яка не випарувалася, не згоряє, що веде до перевитрати палива, а також розріджує моторну оливу. Останнє зумовлює підвищене зношування деталей двигуна.

Від чого залежить процес випаровування палива?

Повнота випаровування палива зростає при підвищенні швидкості руху повітря та температури випаровування. Ця температура залежить від початкової температури повітря, що поступає, і від прихованої теплоти випаровування палива. Із збільшенням молекулярної маси вуглеводнів в паливі підвищуються його густина та температура кипіння, що є причиною погіршення випаровуваності.

Випаровування розрізняють статичне, прикладом якого є випаровування палива з резервуарів при його зберіганні, і динамічне, яке відбувається в умовах відносного перемішування рідкого палива та повітря. Останнє має місце в карбюраторі при утворенні паливоповітряної суміші. Випаровуваність палива оцінюється його фракційним складом, який характеризується температурними межами википання окремих частин палива (фракції).

Як визначають фракційний склад палив?

Фракційний склад визначають по ГОСТ 2177-82 перегонкою його на спеціальному приладі (рис. 4.1). Для цього в колбу 1 наливають 100 мл досліджуваного палива та нагрівають до кипіння. Температуру пари палива фіксують за допомогою термометра 2. Пари палива поступають в

холодильник 3, де конденсуються та далі у вигляді рідкої фази поступають в мірну посудину 4. Температура, при якій відбувається падіння першої краплі, умовно вважають температурою початку кипіння. Потім фіксують температуру, при якій в мірній посудині накопичуються 10, 20, 30% і так далі палива, що переганяється. Процес перегонки закінчується, коли після досягнення свого найвищого значення температура починає падати. Частина палива, що залишилася в колбі, називається залишком. Об'єм її вимірюють окремо.

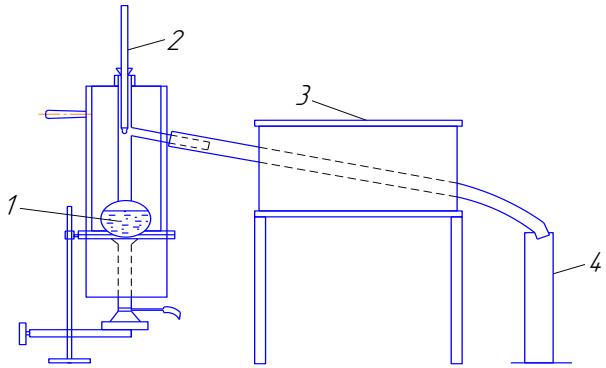


Рис. 4.1 Прилад для визначення фракційного складу палива: 1 – колба; 2 – термометр; 3 – холодильник; 4 – мірна посудина.

Що таке летючість палива, як вона та відбивається на кривій фракціного складу?

Різниця між узятим об'ємом палива (100 мл) і сумою об'ємів відгону в мірній посудині та залишком в колбі представляє втрати, що характеризують летючість палива. За наслідками перегонки будують криву фракційного розгону палива (рис. 4.2).

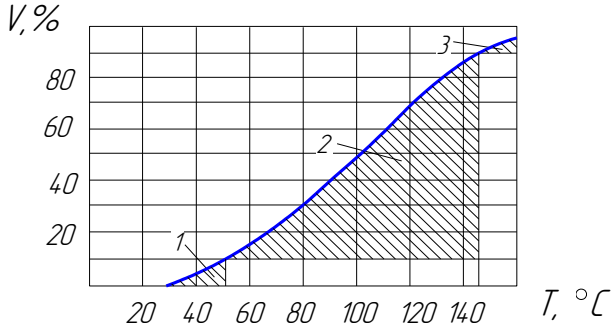


Рис. 4.2 Крива фракційного розгону автомобільного бензину А-76: 1 – пускова; 2 – робоча; 3 – кінцева або хвостова фракція

Які параметри для бензинів передбачаються стандартом?

ГОСТ на бензини передбачає визначення температури початку кипіння, википання 10, 50, 90% фракційного складу і кінця кипіння.

Що таке пускова фракція бензинів?

Перша пускова фракція википання 10% палив характеризує його пускові властивості. Чим нижче температура википання цієї фракції, тим краще пуск двигуна. Для бензинів 10% фракційного складу повинно википати при температурі $t_{10\%}$ не вище 55 – 70°С. Причому, чим нижче температура повітря навколишнього середовища, тим менше значення $t_{10\%}$.

Як визначити мінімальну температуру навколишнього повітря, при якій можливий легкий пуск двигуна?

Знаючи температуру википання 10% бензину $t_{10\%}$, можна визначити мінімальну температуру t_n (°С), при якій можливий легкий пуск двигуна:

$$t_n = 0{,}5\, t_{10\%} - 50{,}5 \qquad (4.2)$$

Легкі пускові фракції палива необхідні головним чином в період пуску та прогрівання двигуна, тому вид бензину для

двигунів вибирають залежно від температури навколишнього повітря.

Які вимоги до літніх бензинів по випаровуваності?

У літній час при відносно високій температурі повітря легкі фракції бензину випаровуються в паливопроводах, що може призвести до утворення парових пробок і порушення режиму живлення двигуна. Тому бензин з максимально допустимим значенням температури випікання 10% повинен забезпечувати легкий пуск холодного двигуна в зимовий час, надійну роботу прогрітого двигуна без утворення парових пробок.

Яка вимога до бензинів передбачає зменшення втрат від випаровування?

Вміст легких вуглеводнів в бензинах обмежується також температурою початку кипіння, значення якої для всіх марок повинне бути не нижче 35°С. Така умова необхідна для зменшення втрат легкокиплячих вуглеводнів бензину від випаровування при зберіганні у разі нагрівання резервуарів сонцем.

Що називають робочою фракцією бензину та як крива розгону характеризує властивості забезпечення стійкої та економної роботи двигуна з доброю прийомистістю?

Частину бензину від 10 до 90% випікання називають робочою фракцією. Температура її випаровування не повинна перевищувати 160–180 °С. Чим більш однорідний вуглеводневий склад бензину, тим більш круто піднімається крива розгону в своїй середній частині. Бензин з такими властивостями дозволяє двигуну стійко та економно працювати на всіх експлуатаційних режимах і забезпечує хорошу прийомистість (перехід з одного режиму на інший). Робочу фракцію нормують також за температурою випікання 50 % бензину.

На що впливає температура випікання 50% фракційного складу бензину?

Температура випікання 50% бензину повинна складати 100-115°С. Таке паливо забезпечує після пуску та прогрівання плавний перехід двигуна з одного швидкісного

режиму роботи на інший. Збільшення цієї температури знижує прийомистість двигуна.

Що таке хвостові фракції бензину?

Важкими вуглеводнями бензину в інтервалі понад 90% википання є кінцеві, або хвостові фракції, які надзвичайно небажані в паливі (рис. 4.2). Вони повністю не випаровуються і, значить, не згорають. Наявність цих фракцій зумовлює неповне згоряння палива, підвищення зносу деталей за рахунок змивання оливи з гільз циліндрів і розрідження моторної оливи (зниження її змащувальної здатності).

Що є причиною утворення парових пробок і як їх попередити?

Окрім фракційного складу, випаровуваність палива характеризується також тиском насиченої пари. Тиск, який розвивають пари, що знаходяться в умовах рівноважного стану з рідиною при даній температурі, називається тиском пари даної рідини. З підвищенням температури цей тиск зростає. Чим вище тиск насиченої пари палива, тим краще його випаровуваність і тим менше теплоти буде потрібно для його випаровування. Проте використання палива з високим тиском насиченої пари призводить до утворення парових пробок, зниженню наповнення циліндрів і, отже, до падіння потужності. Тиск насиченої пари для літніх бензинів допускається не вище 0,667 кПа (500 мм рт. ст.), для зимових – 0,667 – 0,933 кПа (500 – 700 мм рт. ст.). Від значення тиску насиченої пари бензину залежить температура повітря, при якій можливий пуск двигуна.

4.4. Нормальне і детонаційне згоряння палива

Які параметри впливають на досконалість процесу горіння?

Техніко-економічні показники ДВЗ багато в чому залежать від досконалості процесу горіння палива в циліндрі. На цей процес впливають: хімічний склад палива, склад паливоповітряної суміші, тиск, температура та час згоряння робочої суміші.

Чим характеризується процес нормального згоряння робочої суміші?

При нормальному згорянні робочої суміші окремі її частини спалахують і фронт полум'я переміщується за рахунок передачі теплоти за допомогою теплопровідності та випромінювання. Швидкість розповсюдження фронту полум'я при цьому складає 25 – 40 м/с. Це значення збільшується з підвищенням тиску та температури робочої суміші. Максимальна величина швидкості відповідає коефіцієнту надлишку повітря 0,93 – 0,95. Збагачення або збіднення суміші веде до зниження швидкості розповсюдження фронту полум'я.

Які умови виникнення детонаційного або вибухового горіння?

При нормальному згорянні палива в циліндрі двигуна тиск наростає плавно. При підвищенні температури та тиску нормальне згоряння може порушуватись та переходити в детонаційне або вибухове. При цьому швидкість розповсюдження фронту полум'я наростає стрибкоподібно та досягає 1500 – 2500 м/с, з характерною появою динамічних хвиль від ударів по стінках камери згоряння після багаторазового відбиття, які і є причиною вібраційних процесів. В результаті вібрації виникає характерний металевий стукіт та можливі процеси руйнування.

Які признаки та наслідки вибухового горіння?

В результаті вибухового горіння робочої суміші частина палива не встигає повністю згоріти та є характерною поява димного вихлопу. За рахунок ударної дії гарячих газів на стінки камери згоряння збільшується тепловіддача, що призводить до перегріву двигуна та зниження його потужності. Підвищується знос деталей циліндропоршневої групи та вкладишів підшипників колінчастого вала.

Від чого залежить інтенсивність детонаційного горіння?

Інтенсивність детонаційного процесу залежить від кількості палива в суміші, яке згоряє з детонацією. Зовнішні ознаки детонації з'являються вже при згорянні 5% суміші;

при детонаційному згорянні 10 – 12% робочої суміші процес має середню інтенсивність, а при детонації 18 – 20% суміші, він носить характер сильного детонаційного згоряння. Така детонація зазвичай передається на інші циліндри та може призвести до аварійного стану двигуна.

Вибухове згоряння частини суміші виникає від перенасичення її перекисними з'єднаннями (при концентрації перекисних з'єднань в суміші вище критичної).

4.5. Вплив конструктивних і експлуатаційних чинників і складу палива на процес згоряння

Які конструктивні чинники впливають на характер згоряння палива?

У карбюраторних двигунах на характер згоряння палива впливають наступні конструктивні чинники: ступінь стиснення, форма камери згоряння, розташування та кількість іскрових свічок запалення, розміри гільз циліндрів, матеріал поршнів, головок блоку та гільз циліндрів і ін.

Яка роль ступеня стиснення робочої суміші в двигуні для підвищення економічності та потужності?

Підвищення економічності двигунів, збільшення їх потужності досягаються підвищенням ступеня стиснення, граничне значення якого складає 10 – 12. Це призводить до збільшення тиску та температури в кінці такту стиснення, що сприяє самозайманню палива. В результаті самозаймання в циліндрі двигуна розвивається високий тиск, перш, ніж поршень досягає ВМТ. На подолання цього тиску витрачається частина потужності, що знижує техніко-економічні показники двигуна.

Яке паливо необхідно використовувати при наявності наддуву двигуна?

Одним із способів підвищення потужності та економічності двигуна є використання наддуву. Проте із-за різкого підвищення тиску та температури робочої суміші, як і при підвищенні ступеня стиснення, потрібне паливо з вищою детонаційною стійкістю.

Як досягається зниження температури робочої суміші для зменшення детонації?

Зниження температури робочої суміші для зменшення детонації можна досягти інтенсивнішим її охолоджуванням. Цьому сприяють досконаліша конструктивна форма камери згоряння, використання металу з більшою теплопровідністю.

Наприклад, поршні з алюмінію, з вищою теплопровідністю в порівнянні з чавуном, дозволяють зменшити температуру робочої суміші і, отже, знизити детонацію.

Від чого залежить характер згоряння робочої суміші?

Характер згоряння робочої суміші багато в чому залежить від діаметра поршня, місця розташування і числа іскрових свічок запалення. Збільшення діаметра циліндра або застосування тільки одній свічки подовжує шлях проходження фронту полум'я, внаслідок чого зростає час згоряння робочої суміші, а в незгорілій її частині різко підвищується тиск, що сприяє виникненню детонації. При такому згорянні робоча суміш охолоджується менше, що веде до підвищення її температури.

Як розрахувати детонаційну стійкість бензинів за параметрами ступеня стиснення та діаметром циліндра?

Детонаційна стійкість бензинів знаходитися в залежності від ступеня стиснення та діаметра циліндра:

$$ОЧ = 125{,}4 – 413 / E + 0{,}183D_ц, \qquad (4.3)$$

де $ОЧ$ – необхідна для двигуна детонаційна стійкість бензину, що виражається октановим числом;

E – ступінь стиснення;

$D_ц$ – діаметр циліндра, мм.

Які параметри впливають на процес згоряння робочої суміші в двигуні?

На процес згоряння робочої суміші здійснює вплив також кут випередження запалення, частота обертання колінчастого вала двигуна, коефіцієнт надлишку повітря, вологість і атмосферний тиск повітря, тепловий режим і

навантаження двигуна, нагароутворення на деталях камери згоряння та ін. Необхідно встановити строго певний кут випередження запалення робочої суміші. Із збільшенням цього кута погіршуються оптимальні умови згоряння суміші, а до кінця згоряння палива температура та тиск суміші значно зростають, що сприяє утворенню та накопиченню перекисних з'єднань, які викликають детонацію.

Як впливає частота обертання колінчастого вала двигуна на швидкість розповсюдження фронту полум'я?

Із збільшенням частоти обертання колінчастого вала швидкість розповсюдження фронту полум'я підвищується та зменшується час, що відводиться на згоряння палива.

Як збіднення та збагачення паливоповітряної суміші впливає на детонацію?

Швидкість згоряння палива залежить також від складу суміші, тобто коефіцієнта надлишку повітря α. Найбільша швидкість досягається при $\alpha = 0{,}9 - 1{,}1$. Збіднення або збагачення паливоповітряної суміші зменшуватимуть прояви детонації.

Як можна впливати на детонацію способами зниження температури робочої суміші?

Детонації можна запобігти, знижуючи температуру робочої суміші при згорянні, що можливо добрим охолодженням деталей двигуна та інтенсивним відведенням теплоти від стінок камери згоряння. При підвищенні вологості повітря, що подається, або уприскуванні води в циліндр, також знижується температура робочої суміші – це перешкоджає утворенню перекисних з'єднань, які викликають детонацію. При зменшенні відкриття дроселя детонація також знижується. Це пояснюється тим, що збільшується кількість залишкових газів в робочій суміші, концентрація кисню знижується, перешкоджаючи утворенню перекисів.

Як впливає нагароутворення на деталях камери згоряння на детонацію?

Відкладення нагару на поверхнях деталей камери згоряння збільшує можливість виникнення детонації.

Аналогічно діють утворення накипу на циліндрах і деталях системи охолоджування.

Як впливає на процес горіння атмосферний тиск і хімічний склад палива?

Зниження атмосферного тиску в деякій мірі зменшує можливість детонації. Процес горіння палива в значній мірі визначається його хімічним складом і молекулярною будовою вуглеводнів. Вуглеводні, що входять до складу палива, мають різну детонаційну стійкість. Парафінові вуглеводні нормальної будови надзвичайно схильні до детонаційного згоряння. І-парафіни мають високу детонаційну стійкість.

Нафтенові вуглеводні займають за детонаційною стійкістю проміжне положення між Н і І-парафінами.

Ароматичні вуглеводні мають найбільш високу детонаційну стійкість. Октанове число таких ароматичних вуглеводнів, як бензол, толуол, ксилол, складає 100 од. і вище.

Ненасичені вуглеводні мають високу детонаційну стійкість. У ненасичених вуглеводнів нормальної будови вона вища, ніж у відповідних парафінових вуглеводнів. Таким чином, в бензинах бажаний вміст ізопарофінових і ароматичних вуглеводнів.

4.6. Оцінка та методи підвищення антидетонаційних властивостей бензинів

На якій установці визначають детонаційні властивості бензинів?

Детонаційні властивості бензинів можна визначити за допомогою установки УЗТ-65, що має одноциліндровий двигун із змінним ступенем стиснення та електронними пристроями, для підтримання постійного режиму та реєстрації початку детонаційного згоряння суміші.

В чому суть порівняльного методу на базі еталонного палива для визначення детонаційної стійкості?

Для визначення детонаційної стійкості бензинів застосовується метод порівняння з відомою детонаційною

стійкістю еталонного палива. Воно є сумішшю двох вуглеводнів: ізооктану та нормального гептану. Оціночним показником детонаційної стійкості бензинів є октанове число (ОЧ). Детонаційна стійкість ізооктану оцінюється 100 од., Н-гептану – 0 од.

Що називається октановим числом?

ОЧ називається величина, чисельно рівна процентному вмісту (за об'ємом) ізооктану в такій його суміші з Н-гептаном, яка за детонаційною стійкістю відповідає випробовуваному паливу при оціночних дослідженнях на стандартному двигуні в однакових умовах. Якщо октанове число бензину рівне 76 од., то це означає, що його детонаційна стійкість така, як у суміші, що складається з 76% ізооктану та 24% Н-гептану.

В чому основна суть визначення октанового числа моторним методом?

Для визначення ОЧ бензину моторним методом (ГОСТ 511-82) встановлюють стандартний режим роботи одноциліндрового двигуна з переводом його на випробовуване паливо. Змінюючи ступінь стиснення Е, добиваються появи детонації певної інтенсивності. Потім підбирають таку еталонну суміш ізооктану з Н-гептаном, яка в аналогічних умовах детонує з тією ж інтенсивністю. Процентний вміст ізооктану в підібраному паливі визначає октанове число випробовуваного палива.

В чому основна суть дослідницького методу визначення октанового числа?

Застосовується також дослідницький метод визначення октанового числа (ГОСТ 8226-82), при якому режим роботи двигуна менш напружений. Тому октанове число за дослідницьким методом (ОЧД) декілька вище, ніж визначене моторним методом (ОЧМ).

Як розшифровується позначення бензинів згідно ГОСТ 8226-82?

Якщо октанове число визначене дослідницьким методом, то в позначенні бензину є індекс «И», наприклад, автомобільні бензини АИ-93, АИ-95. Цифри 93 і 95

позначають октанові числа, визначені дослідницьким методом. Октанове число вказаних бензинів, визначене моторним методом, складає 85 і 89 од.

Що називають чутливістю бензинів?

Різницю в октанових числах, визначену за дослідницьким та моторним методами, називають чутливістю бензину. Вона залежить від фізичного та фракційного складів бензину. Відповідність октанових чисел, визначених лабораторними методами (ОЧМ і ОЧД), їх дійсній детонаційній стійкості в дорожніх умовах залежить від конструктивних особливостей двигуна та системи живлення, від ступеня випаровування палива у впускній системі двигуна та ін.

Які шляхи підвищення октанових чисел бензинів?

Підвищення октанових чисел бензинів можливе наступним шляхом: підбором відповідної нафтової сировини; вдосконаленням технології переробки та очищення бензину; зміною будови вуглеводнів та ін. Найбільш ефективним і економічним способом підвищення детонаційних властивостей є додавання до бензинів антидетонаторів. Як антидетонатор широко застосовується тетраетилсвинець $Pb(C_2H_5)_4$, що є густою безбарвною рідиною з густиною 1,659 г/см^3, яка добре розчиняється в нафтопродуктах і не розчиняються у воді, з температурою кипіння 200°С. Тетраетилсвинець (ТЕС) – отруйна речовина.

Який механізм антидетонаційної дії ТЕС?

Механізм антидетонаційної дії ТЕС полягає в тому, що при високих температурах утворюється вільний свинець РЬ, а при окисленні його утворюється двоокис свинцю PbO_2, який взаємодіє із перекисними з'єднаннями, в результаті останні руйнуються, та ланцюгова реакція окислення припиняється.

Що використовується для недопущення явища освинцювання при використанні ТЕС?

Недоліком ТЕС є те, що свинець з камери згоряння видаляється не повністю, що призводить до освинцювання камери. З метою зменшення цього явища до ТЕС додають

бромисті та хлористі з'єднання, названі виносниками свинцю. Суміш ТЕС з виносником, в яку входять також наповнювач (бензин) і барвник (для розрізнення етильованого бензину від неетильованого), називають етиловою рідиною (ЕР) (табл. 4.2). Дану рідину вводять в бензин в кількості 0,5 – 1,0 г/кг.

Таблиця 4.2

Етилові рідини

Компоненти	Склад рідини, % маси		
	Р-9	1-ТС	П-2
Тетраетилсвинець	54,0	58,0	55,0
Бромистий етил:			
– диброметан	33,0	36,0	
– дибромпропан	–	–	34,4
Альфамонохлорнафталін	6,8	–	5,5
Фарбуючі речовини	0,1	0,5	0,1
Наповнювач	6,1	5,5	5,0

Який виносник свинцю є найбільш придатним в умовах низьких температур?

Недоліком виносника бромистого етилу в рідині Р -9 є те, що він має низьку температуру кипіння (34°С) та при зберіганні випаровується. Виносник диброметан в рідині 1 - ТС кристалізується при – 8 °С, що робить неможливим застосування бензину з цією рідиною взимку. Виносник дибромпропан, що входить в рідину П-2, кипить при 141 °С та кристалізується при –55 °С, тому є найбільш придатним для використання в умовах Сибіру.

Що для високофорсованих двигунів рекомендується використовувати замість ТЕС?

У високофорсованих двигунах застосовується ефективніша органічна сполука свинцю – тетраметилсвинець (ТМС). Він має вищу термічну стійкість, ніж (ТЕС) і розкладається в момент максимального утворення перекисних з'єднань.

4.7. Схильність бензинів до утворення відкладень

Який характер відкладень на деталях двигуна в залежності від температури?

При роботі карбюраторного двигуна утворюється відкладення на деталях паливної системи та камери згоряння. У баку, на фільтрі та в карбюраторі відкладення смолянистих речовин порівняно м'які та липкі, у всмоктувальному патрубку, де температура значно вища – щільні. На стрижнях всмоктувальних клапанів відкладення можуть бути щільними та навіть заважати клапанам закриватися. Надалі ці відкладення перетворюються на нагар. На поверхнях деталей камери згоряння утворюються тверді відкладення у вигляді нагару. При цьому різко погіршується тепловідведення, що призводить до детонаційного згоряння палива. Наявність нагару на іскрових свічках може привести їх в неробочий стан (відсутність іскри).

Які відкладення утворюються на жиклерах і до чого вони призводять?

При налипанні на жиклер і карбюратор смолянистих відкладень зменшуються їх прохідні перетини, внаслідок чого збіднюється робоча суміш, потужність і економічність двигуна знижуються.

Від чого залежить кількісний та якісний характер відкладень в двигуні?

Кількість і характер відкладень в двигуні залежить головним чином від якості палива, а також від умов експлуатації та режиму роботи двигуна.

Як впливають ароматичні вуглеводні на схильність бензинів до нагароутворення?

Схильність бензинів до нагароутворення збільшується з підвищенням вмісту в них ароматичних вуглеводнів, сірки, антидетонаційних присадок і за наявності в них смолянистих речовин і смолоутворюючих з’єднань.

Як нормуються смолянисті речовини в паливі для карбюраторних двигунів?

Паливо для карбюраторних двигунів не повинне містити велику кількість смолянистих з’єднань і речовин малостійких

до утворення фактичних смол. Їх вміст в паливі строго нормують (не більше 5 міліграма на 100 мл).

За якими показниками оцінюється потенційна здатність палива до смолоутворення?

Про потенційну здатність палива до смолоутворення можна судити за показником стабільності, який оцінюється індукційним періодом – часом, протягом якого паливо, що знаходиться в умовах, сприятливих для окислення, практично не поглинає кисень.

Індукційний період автомобільних бензинів на місці виробництва повинен складати не менше 900-1200 хв. Інтенсивність окислення та осмолення палива залежить не тільки від вуглеводневого складу, але і від температури, ступеня аерації, а також наявності речовин, що каталітично діють на процес окислення.

Які добавки рекомендується додавати до бензинів, що містять продукти термічного, каталітичного крекінгу, коксування та піролізу?

У автомобільний бензин, що містить продукти термічного та каталітичного крекінгу, коксування та піролізу, при його виготовленні необхідно додавати антиокислювач: 0,007-0,010% параоксидифеніламіну або 0,03-0,10% суміші фенолів ФЧ-16, або 0,05- 0,15% деревно-смоляного антиокислювача, або 0,03 - 0,10% іонолу або не більше 0,15% агідолу-12.

4.8. Корозійні властивості бензинів

Вмістом яких складових в паливі викликається корозія деталей двигуна?

Корозія деталей двигуна та системи його живлення, ємкостей для зберігання та транспортування викликається вмістом в паливі таких речовин, як водорозчинні кислоти та луги, органічні кислоти, сірка, сірчисті з'єднання та вода.

Які вимоги стандартів до вмісту водорозчинних кислот і лугів?

Беручи до уваги сильну корозійну дію водорозчинних кислот і лугів на метали, наявність їх в паливі не

допускається і контролюється за ГОСТ 6307-75.

Які обмеження накладаються стандартами на вміст органічних кислот і як визначають кислотність палив?

Органічні кислоти, переважно нафтенові, за своєю корозійною активністю слабкіші водорозчинних. Наявність їх в паливі допускається з обмеженням. Вміст органічних кислот оцінюють за показником кислотності, під яким розуміють кількість лугу КОН (міліграм), що необхідна для нейтралізації органічних кислот в 100мл палива. Кислотність визначають за ГОСТ 5985-79. Допустима кислотність неетильованих бензинів АИ-93 і АИ-76 складає відповідно 0,8 і 1,0 мг/100 мл; бензину АИ-95 – 2,0 мг/100 мл; решті марок – 3,0 мг/100 мл.

Які вимоги стандартів до наявності в паливах активних сірчистих з'єднань та за якою методикою визначається їх наявність?

Наявність в паливі активних сірчистих з'єднань (сірководень, нижчі меркаптани) і елементної сірки, що викликають сильну корозію деталей двигуна та системи живлення не допускається. Активність сірчистих з'єднань в паливі перевіряють на мідній пластинці за ГОСТ 6321 -69.

Що таке неактивні сірчисті з'єднання?

Неактивні сірчисті з'єднання – сульфіди, теофени та тому подібні практично не діють на метали в звичайних умовах. Проте при їх згорянні виділяються сірчисті SO_2 та сірчані SO_3 ангідриди, які утворюють сірчисту та сірчану кислоти, що викликають сильну корозію деталей. Вміст сірки в паливі за технічними вимогами не повинен перевищувати 0,1% і визначається за ГОСТ 19121-73.

Як впливає вода на корозійну активність палива?

Корозійна активність палива підвищується із збільшенням вмісту води. Крім того, наявність води в бензині при негативних температурах може викликати закупорку в паливопроводах із-за утворення в них кристалів льоду. Внаслідок цього може порушуватися подача палива, а, отже, і робота двигуна.

Які вимоги до наявності механічних домішок в паливі?

Надзвичайно небажана наявність в паливі механічних домішок, які забивають жиклери карбюратора та сприяють підвищенню зношування деталей двигуна.

4.9. Марки, види бензинів та їх застування

Що таке товарні бензини?

Товарні автомобільні бензини виготовляються як суміші бензинів прямої перегонки та крекінгу з додаванням високооктанових компонентів.

Який асортимент бензинів регламентується ГОСТ 2084-77?

У відповідності до ГОСТ 2084-77 визначені наступні марки автомобільних бензинів: А-72, А-76, АИ-93; АИ-95; АИ-98 (бензин А-72 з виробництва знятий).

Як маркуються автомобільні бензини?

В маркуванні автомобільних бензинів літера А – показує його автомобільне призначення, а літера И – дослідницький метод визначення октанового числа. Цифра після літери А визначає мінімальне значення октанового числа за моторним методом.

Який поділ бензинів за кліматичними умовами?

Усі бензини, окрім АИ-98, випускаються двох видів: літні та зимові (літні використовують з 1 квітня до 1 жовтня, а зимові – з 1 жовтня до 1 квітня). У перехідний період допускається застосування зимових і літніх видів бензинів.

Як виготовляють товарний бензин марки А-76?

Бензин марки А-76 (А-80) готують змішуванням відповідних фракцій каталітичного крекінгу з бензиновими фракціями, виготовленими іншими методами (наприклад, каталітичним риформінгом) з додаванням 15…30 % фракцій прямої перегонки. Ця марка може бути неетильована або етильована з вмістом ТЕС не більше 0,24 %.

Який поділ бензинів на етильовані та неетильовані?

При виготовленні бензинів АИ-93 та АИ-95 використовують бензинові фракції каталітичного крекінгу та риформінгу і синтезовані компоненти з вуглеводневих газів.

Бензин АИ-93 випускають в етильованому та неетильованому варіантах.

Вміст ТЕС обмежено до 0,5 г/кг (0, 37 %). У неетильованому варіанті випускають бензин АИ-92. Крім звичайних видів, виготовляють бензини зі знаком якості. Зимовий бензин А-76 зі знаком якості не випускають.

Які бензини регламентує ТУУ 001 499.501-98?

З 1998 р. діють ТУУ 001499.501-98, згідно з якими в Україні виготовляють бензини з підвищеною температурою кипіння (t_k = 215° С): А-80, А-92, А-96, А-98.

В цих марках октанові числа визначені за дослідницьким методом. Вони не поділяються на літні та зимові види. Якістю від тих, які визначає ГОСТ 2084-74, відрізняються незначно.

Як поділяється номенклатура бензинів ТУУ 001499.501-98 за етилюванням?

Бензин А-96 виробляється етильованим і неетильованим, решта бензинів – неетильовані.

Яка порівняльна оцінка зміни вимог стандартів до якості бензинів?

Для країн ЕС з 1 січня 2005 р. стандартом EN 228 – 2004 на бензин допускається виробництво лише малосірчистих бензинів з вмістом сірки до 50 мг/кг, а з 2002 р. – лише безсірчистих, з вмістом сірки до 10 мг/кг. Бензин з 2005 р. повинні містити не більше 35 % за об'ємом ароматичних вуглеводнів, 1 % об. бензолу, 18 % об. олефінів.

Вимоги національного стандарту ДСТУ 4063-2001 на бензин недостатньо гармонізовані з EN 228. Обмеження в бензинах вмісту сірки, ароматичних вуглеводнів і бензолу становить відповідно: 500 мг/кг; 50 % об. (58 % мас.); 4,2 % об.; (5,0 мас), вміст олефінів взагалі необмежено.

З 1 січня 2008 р. в Україні набув чинності новий національний стандарт ДСТУ 4839-2007 на автомобільні бензини, який відповідає нормам до палив «Євро-3», «Євро-4», і які призначені для двигунів надсучасних керованих транспортних засобів (КТЗ). Цей стандарт є гармонізованим з EN 228-2004 у частині технічних вимог і методів

контролювання, поширюється на нові марки бензину («Євро») і діє одночасно з ДСТУ 4063-2001, що визначає вимоги до марок бензинів для двигунів менш сучасних і застарілих КТЗ.

Контрольні запитання

1. Що являє собою товарний бензин?
2. Які показники якості бензину впливають на пуск двигуна та які є методи полегшення його пуску?
3. Як впливає фракційний склад бензину на роботу двигуна, витрати ПММ, оточуюче середовище?
4. Які фактори і як саме впливають на процес згоряння бензину?
5. Що називають октановим числом і який його вплив на роботу двигуна?
6. Які можливості підвищення октанового числа бензину та його економії?
7. Від чого залежить корозійність бензину?
8. Привести порівняльну оцінку зміни вимог стандартів до якості бензинів.

5. ДИЗЕЛЬНІ ПАЛИВА

5.1. Вимоги до дизельного палива

Які переваги дизельних двигунів в порівнянні з карбюраторними?

Дизельні двигуни в порівнянні з карбюраторними мають наступні переваги: високу економічність; застосування в якості палива більш широких фракцій нафти; кращу прийомистість і можливість переходу на режим з навантаженням без повного прогрівання; надійність і довговічність в експлуатації. Вони набули широкого поширення в сільському господарстві. Практично на всіх сучасних тракторах встановлені дизельні двигуни.

Чим відрізняється робочий процес дизеля від робочого процесу карбюраторного двигуна?

Робочий процес дизеля відрізняється від робочого процесу карбюраторного двигуна приготуванням і займанням паливоповітряної суміші. У дизелі паливо безпосередньо вприскується в камеру згоряння, де знаходиться з високою температурою повітря та практично одночасно відбувається утворення паливоповітряної суміші з її самозайманням. Ступінь стиснення у дизельних двигунів складає 14 -20, коефіцієнт надлишку повітря 1,4 - 1,5.

Які спеціальні вимоги пред'являються до дизельного палива?

Дизельне паливо, окрім загальних, повинне відповідати спеціальним вимогам:

– мати хороші сумішоутворюючі властивості, запальність і згоряння;

– мати відповідну в'язкість;

– мати хорошу прокачуваність при різних температурах навколишнього середовища;

– не містити сірчистих з'єднань, водорозчинних кислот і лугів, механічних домішок і води.

5.2. Умова згоряння палива

Як здійснюється робочий процес у чотиритактному дизелі?

Робочий процес в чотиритактному дизелі здійснюється таким чином. При такті всмоктування в циліндр поступає очищене повітря, яке в другому такті стиснення стискається. Тиск в камері підвищується до 2–5 МПа, а температура досягає 600-900°С. За 14–23° повороту колінчастого валу до приходу поршня у ВМТ починається вприскування палива в камеру згоряння, яке закінчується на 6–12° повороту колінчастого валу після приходу поршня у ВМТ.

У цей період паливо інтенсивно перемішується з повітрям, випаровується та займається. Потім здійснюється такт робочого ходу, при якому робоча суміш згоряє. Тиск в циліндрі двигуна при цьому підвищується до 7–9 МПа, а температура до 1700–2000°С. Останній, четвертий такт випуску відбувається для видалення з робочого об'єму

циліндра продуктів згоряння палива.

Від чого залежить займистість дизельного палива?

Для того, щоб паливо займалося, воно повинно бути нагріте до певної температури, яку називають температурою самозаймання. Ця температура залежить від хімічного складу палива та зовнішніх умов (тиску, складу робочої суміші, типу камери згоряння та ін.).

Як впливають ароматичні вуглеводневі в дизельному паливі на роботу двигуна?

Наявність ароматичних вуглеводнів в дизельному паливі, що мають високу стійкість до утворення перекисних з'єднань, викликає збільшення періоду затримки самозаймання і, як наслідок цього – жорстку роботу двигуна.

5.3. Оцінка самозапалювання палива

Чим характеризується легка або жорстка робота дизеля?

Властивість дизельного палива, що характеризує легку або жорстку роботу дизеля, оцінюють по його самозапалюванню. Цю характеристику визначають шляхом порівняння роботи стандартного дизеля на випробовуваному та на еталонному паливах. Показником оцінки самозаймистості служить цетанове число палива.

Що визначає цетанове число?

Цетановим числом дизельного палива називають відсотковий (за об'ємом) вміст цетану в суміші з альфаметилнафталіном, що по самозаймистості рівноцінно випробовуваному в стандартному двигуні паливу.

Цетан має малий період затримки займання. Його цетанове число прийняте за 100 один. Альфаметилнафталін є ароматичним вуглеводнем, що має великий періодом затримки займання та викликає дуже жорстку роботу двигуна. Його цетанове число умовно прийнято за 0 одн.

Як експериментально визначають цетанові числа?

Наприклад, якщо самозаймистість випробовуваного палива рівноцінне самозаймистості суміші, що складається з 45% цетану та 55% альфаметилнафталіну, то цетанове число

палива буде рівне 45 одн. Цетанове число визначають по збігу спалахів на одноциліндровій установці ИТ9-3М, що працює за принципом самозаймання палива від стиснення (ГОСТ 3123-87). Конструкція установки забезпечує зміну ступеня стиснення в межах від 7 до 23. Спочатку пускають двигун і встановлюють стандартний режим роботи, після чого переводять на випробовуване паливо. Змінюючи ступінь стиснення, добиваються початку самозаймання палива у ВМТ. Потім підбирають таку суміш цетану з альфаметилнафталіном, щоб вона за цих же умов займалася строго у ВМТ. Відсотковий вміст цетану в цій суміші показує цетанове число випробовуваного палива.

Які межі цетанових чисел і чому є недоцільним встановлення цетанових чисел >50 ?

Для отримання дизельного палива краще використовувати нафти алканової та алканоцикланової основ, в дистилятах яких відносний вміст ароматичних вуглеводнів невисокий. Цетанове число дизельного палива повинно бути не менше 45 одн.

Застосування палива з меншим цетановим числом призводить до збільшення періоду затримки самозаймання та виникнення жорсткої роботи двигуна. Цетанове число вище 50 одн. встановлювати недоцільно із-за зменшення повноти згоряння палива.

Для чого до дизельного палива додають спеціальні високоцетанові компоненти та чому вони знижують хімічну стабільність палива?

Для підвищення цетанового числа до дизельного палива додають спеціальні високоцетанові компоненти, наприклад, відповідні фракції рідкого палива, що отримане в результаті синтезу з оксиду вуглецю та водню. Для цього в паливо також вводять спеціальні присадки – перекиси вуглеводнів, нітросполуки – нітроалкани, ізопропілнітрат і ін. Проте, при цьому знижується стабільність палива при зберіганні, із-за наявності ненасичених вуглеводневих.

Що значно впливає на процес згоряння палива?

На процес згоряння палива значний вплив складають

конструктивні та експлуатаційні чинники. Позитивно впливає підвищення ступеня стиснення, а, отже, температура та тиск повітря в циліндрі двигуна. При цьому знижується період затримки самозаймання і двигун працює краще.

Як впливає кут випередження вприскування палива на період затримки самозаймання?

Збільшення кута випередження вприскування палива негативно позначається на періоді затримки самозаймання, оскільки паливо поступає в менш стиснуте та нагріте середовище, і робота двигуна буде жорсткішою. Якщо вприскування відбувається дуже рано, то за рахунок займання та передчасного згоряння частини палива може створитися значний тиск до приходу поршнів у ВМТ. Це викликає втрату потужності двигуна.

Як впливає форма камери згоряння та матеріал поршня на процес згоряння палива?

Форма камери згоряння повинна забезпечувати інтенсивне вихороутворення при стисненні повітря, що забезпечує скорочення часу нагріву та випаровування вприснутого палива. Як матеріал для поршнів краще використовувати чавун, а не алюміній, оскільки він має меншу теплопровідність і його температура буде вища, що сприяє зменшенню періоду самозаймання.

5.4. Сумішоутворюючі властивості дизельного палива

Які особливості процесу сумішоутворення в дизельному двигуні?

При вприскуванні палива в середовище стиснутого повітря, яке нагріте до температури 600-700°С, частина палива займається і процес горіння з виділенням теплоти починається ще до закінчення циклової подачі палива.

Утворення паливоповітряної суміші протікає при вищій температурі, ніж в карбюраторному двигуні, яка підвищується внаслідок часткового поєднання процесів утворення та згоряння паливоповітряної суміші.

Від чого залежить утворення робочої суміші в

дизельному двигуні?

Утворення робочої суміші в дизельному двигуні залежить від ряду чинників, основними з яких є: температура та тиск в камері згоряння; надійність подачі та ступінь розпилювання палива при вприскуванні; физико-хімічні властивості палива.

Від чого залежить температура та тиск в камері згоряння?

Температура та тиск в камері згоряння залежать від ступеня стиснення, охолоджування двигуна, частоти обертання колінчастого валу, наявності наддуву і тому подібне.

Що впливає на правильне сумішоутворення?

Надійність подачі палива є необхідною попередньою умовою правильного сумішоутворення та згоряння. Паливо повинно бути чистим. Механічні домішки, навіть в невеликій кількості, забивають фільтрувальні елементи і, найголовніше, викликають зношування плунжерних пар, корпусів і голок розпилювачів форсунок, виготовлених з високою точністю. Зношування прецизійних деталей призводить до зниження тиску та циклової масової подачі палива, зменшення тиску вприскування, підтікання палива з-під голок розпилювачів форсунок, що практично повністю порушує роботу дизеля. Вміст механічних домішок в дизельному паливі не допускається та визначається за ГОСТ 6370-59.

До чого призводить присутність води в паливі?

При присутності води в паливі знижується надійність його подачі, погіршується пуск двигуна, а при експлуатації в зимовий час порушується подача палива із-за утворення в трубопроводах кристалів льоду. Тому вміст механічних домішок і води в дизельному паливі не допускається.

Як повинно відбуватись розпилювання палива?

Під розпилюванням палива розуміють розділення його на найдрібніші частинки для створення найкращих умов сумішоутворення та випаровування. При струменевому розпилюванні паливо потрапляє в середовище стиснутого повітря, що має вихороподібний рух. Під дією кінетичної

енергії вприскування воно достатньо повно перемішується з повітрям і випаровується.

Як покращити розпилювання палива?

На якість сумішоутворення при цьому впливають ступінь розпилювання та довжина струменя вприскуваного палива. При збільшенні тиску вприскування зростає швидкість струменя і зменшується діаметр крапель. На тонкість і однорідність розпилювання палива впливає також протитиск в циліндрі, діаметр сопла форсунки, в'язкість, густина та поверхневий натяг.

Що може покращувати розпилювання?

Збільшення протитиску або підвищення густини середовища, в яке вприскується паливо, покращують розпилювання.

Як конструкція вихрової камери впливає на процес сумішоутворення?

У двигунах з вихровими камерами процес сумішоутворення протікає краще за рахунок повнішого згоряння палива. У вихровій камері паливо займається та частково згоряє; а продукти, що утворюються, виходять в основну камеру, де інтенсивно перемішуються з повітрям і догоряють.

Як швидкість випаровування впливає на роботу двигуна?

Швидкість випаровування палива після вприскування зростає з поліпшенням якості розпилювання. При застосуванні палива, що має незадовільну випаровуваність, тобто википає при високих температурах, швидкість випаровування може зменшитися настільки, що паливо не встигне перейти в газоподібний стан, а, значить, повністю не згорить. При цьому збільшується його витрата та підвищується зношування деталей циліндропоршневої групи внаслідок змивання незгорілим паливом оливи із стінок гільз циліндрів.

Який фракційний склад важливий для пуску двигуна?

Випаровуваність палива оцінюється фракційним складом. Для пуску двигуна бажаний полегшений

фракційний склад унаслідок недостатньо високої температури та зниженого тиску стислого повітря в циліндрах двигуна.

Як на пуск двигуна впливає цетанове число?

На пуск двигуна впливає також цетанове число. Чим вище цетанове число, тим легше здійснюється пуск двигуна. Пускові властивості дизельного палива оцінюються температурою википання 50% палив. Дана фракція повинна переганятися у марок палива Л (літнє), З (зимове) при температурі не вище 280°С, А (арктичне) – 255 °С. 95% палив марки Л повинно переганятися при температурі не вище 360 °С, З – 340 °С, А – 330 °С.

Як визначається фракційний склад дизельного палива?

Фракційний склад дизельного палива визначають так, як і карбюраторного. Відповідно до ГОСТ 305-82 на дизельне паливо визначають також температуру спалаху за методикою по ГОСТ 6336-75. Під температурою спалаху розуміють ту мінімальну температуру, до якої необхідно нагрівати паливо, щоб пари, які утворюються над його поверхнею, спалахували від піднесеного відкритого полум'я. Значення її у палива марки Л повинне бути не нижче 40°С, З – 35°С, А – 30°С.

Як пов'язана якість дизельного палива з його прокачуванням?

Одна з найважливіших вимог до якості дизельного палива – легке прокачування при різних температурах навколишнього середовища. Ця якість залежить від в'язкості та температури застигання. У свою чергу в'язкість залежить від температури. Наприклад, зимове паливо при температурі 20°С мало в'язкість 6,36 сСт, а при мінус 20°С – 50,92 сСт.

Як в'язкість дизельного палива впливає на прокачування та розпилювання?

При підвищенні в'язкості дизельне паливо гірше проходить через паливні фільтри, внаслідок чого знижується його подача. Розпилювання палива погіршується з підвищенням в'язкості.

Що таке оптимальна кінематична в'язкість дизельного палива?

Оптимальна кінематична в'язкість дизельного палива складає 3–8 мм^2/с (сСт) при 20°С. Використання палива з в'язкістю меншою вказаних значень недопустимо, оскільки воно одночасно служить змащувальною рідиною для пристроїв системи живлення. Кінематичну в'язкість визначають за ГОСТ 33-66 за допомогою капілярних віскозиметрів ВПЖ-1, ВПЖ-2 і Пінкевіча.

Що таке температура помутніння дизельного палива?

Важливим показником палива є температура, при якій парафінові вуглеводні, що входять до його складу, переходять в твердий стан. Кристали, що утворюються при цьому, забивають паливні фільтри, в результаті чого порушується або припиняється подача палива. Такий стан палива визначається за температурою помутніння, при якій втрачається його фазова однорідність. Ця температура визначається за ГОСТ 5066-56 і повинна складати для літнього палива не вище мінус 5°С, зимового – мінус 25–35°С.

Що таке температура застигання дизельного палива?

Іншою характеристикою палива є температура застигання, при якій паливо втрачає рухомість. Цю температуру визначають за ГОСТ 20287-74. Зимове паливо повинне мати температуру застигання не вище мінус 35–45°С, літнє – мінус 10°С.

5.5. Нагароутворюючі властивості палива

Що впливає на процес нагароутворення в дизельному двигуні?

На процес нагароутворення в дизельному двигуні складають вплив наступні якісні показники палива: неповнота згоряння із-за важкого фракційного складу та підвищеної в'язкості; наявність в паливі високомолекулярних смолянисто-асфальтових з'єднань, ненасичених вуглеводнів,

сірчистих з’єднань і механічних домішок; підвищена зольність.

Які вимоги стандартів до вмісту сірки в дизельному паливі?

Масова частка сірки в паливі визначається за ГОСТ 19121-73 і повинна складати в літньому та зимовому паливах не більше 0,2–0,5%, арктичному – 0,4%. Вміст в паливі активних сірчистих з'єднань не допускається та визначається за ГОСТ 6321-69 випробуванням на мідній пластинці.

Що таке зольність палива та яким показником визначають його схильність до нагароутворення?

Вміст механічних домішок в паливі не допускається та визначається за ГОСТ 6370-59. Зола небажана частина дизельного палива. Зольність палива визначається за ГОСТ 1461-75 і допускається не більше 0,01%. Вона є мінеральним залишком після спалювання палива при температурі 800-850°С. Для оцінки схильності палива до нагароутворення використовують показник коксованості. Його зручно застосовувати для порівняльної оцінки різних партій палива. Коксованість палива визначається за ГОСТ 19932-74. У фарфоровий тигель беруть зважене паливо або його фракцію та ставлять в залізний тигель, який служить повітряною банею, після чого їх поміщають в тигель з піском, що виконує функцію пісочної бані. Потім тиглі ставлять в залізний асбестований муфель і закривають ковпачком. При нагріванні тиглів паливо коксується. Пари та гази, що виходять з ковпака, підпалюють. Закінчення коксування визначають по припиненню виділення газів, тобто по припиненню горіння. Потім фарфоровий тигель охолоджують в ексикаторі та зважують. Коксованість виражається у відсотках від узятого зважування. За стандартом коксованість дизельного палива допускається не більше 0,05%. На практиці визначають коксованість залишку, що отримується після відгону з колби 90% фракцій палив. Коксованість 10% залишку допускається не більше 0,3%.

Як регламентується стандартами вміст в паливі смол?

Побічно показник коксованості палива можна оцінювати за вмістом в ньому смол. Концентрація фактичних смол в паливі визначається за ГОСТ 8489-85 і допускається для літнього палива не більше 30 міліграм, зимового та арктичного - 40 міліграм на 100 $см^3$.

Як оцінюють схильність дизельного палива до лакоутворення?

Для оцінки схильності палива до лакоутворення використовують спеціальну методику та прилад, розроблений професором К.К. Папок. 1 мл випробовуваного палива поміщають в алюмінієву чашку та випаровують в спеціальному термостаті – лакоутворювачі при температурі 250°С. По закінченню випаровування в чашці залишається лакова плівка. Після охолоджування лак, що утворився в ній, зважують. Розрахунок ведуть на 10 $см^3$ палива. Чим легше паливо за фракційним складом, тим менше утворюється лаку.

Яким способом визначають вміст ненасичених вуглеводнів в дизельному паливі для оцінки лако- та нагароутворення?

До лако- і нагароутворення схильні ненасичені вуглеводні. Їх вміст можна оцінити за йодним числом. Це число рівне кількості йоду в грамах, яке вступає в реакцію з 100 г палива. Йодне число визначають за ГОСТ 2070-55 і не повинно перевищувати 6 г на 100 г палива.

5.6. Корозійні властивості палива

Які основні чинники, що зумовлюють корозію?

Основним чинником, що зумовлює корозію, є вміст в паливі водорозчинних кислот і лугів, органічних кислот, води та сірчистих з'єднань.

Які вимоги стандартів до вмісту в дизельному паливі кислот, лугів і води?

За вимогою ГОСТ 305-82 в дизельному паливі вміст водорозчинних кислот, лугів і води не допускається. Органічні кислоти чинять слабку корозійну дію на деталі

циліндропоршневої групи та матеріали ємкостей для зберігання та перекачування палива. Вміст їх оцінюють за показником кислотності.

За стандартом кислотність дизельного палива повинна бути не більше 5 мг КОН на 100 $см^3$.

Які види корозійного зношування в залежності від умов експлуатації відбуваються в дизельному двигуні?

Особливо сильний вплив на підвищення корозійного зношування роблять сірчисті з'єднання, що містяться в паливі. У зоні високих температур, де конденсація вологи обмежена або відсутня, переважає газова корозія від дії сірчистих SO_2 або сірчаних SO_3 ангідридів. В області знижених температур, де можливі конденсація вологи утворенням сірчистої та сірчаної кислот, переважає кислотна корозія. Негативна дія сірчистих з'єднань в ще більшій мірі проявляється в умовах знижених температур.

Яка методика перевірки активності дії сірчистих з'єднань в дизельному паливі?

Активність дії сірчистих з'єднань в паливі перевіряють випробуванням на мідній пластинці, згідно ГОСТ 6321-69. З цією метою добре очищену та відполіровану мідну пластинку поміщають в пробірку з випробовуваним паливом і нагрівають протягом трьох годин у водяній бані при температурі 50°С. Потім пластинку промивають. Якщо на ній залишилися чорний, темно-коричневий або сірий нальоти, то це вказує на наявність в паливі сірчистих з'єднань. Наявність активних сірчистих з'єднань в паливі, що зумовлюють сильну корозію деталей циліндропоршневої групи та ємкостей для зберігання, не допускається.

Для зниження корозійної дії сірчистих з'єднань палива на деталі двигуна використовують антикорозійні покриття на верхніх компресійних кільцях і верхній частині гільз циліндрів, що значно знижує їх зношування.

5.7. Марки та види дизельних палив

Які марки дизельного палива регламентуються стандартом в залежності від умов експлуатації?

Залежно від умов застосування встановлюються три марки дизельного палива (ГОСТ 305-82):

Л (літнє) – рекомендується для використання при температурі навколишнього повітря 0°С і вище;

З (зимове) – рекомендується для застосування при температурі навколишнього повітря мінус 20°С і вище (температура застигання палива не вище мінус 35°С) та мінус 30°С і вище (температура застигання палива не вище мінус 45°С);

А (арктичне) – рекомендується для експлуатації при температурі навколишнього повітря мінус 50°С і вище.

Які два види дизельного палива регламентуються стандартом за вмістом сірки?

За вмістом сірки дизельні палива підрозділяються на два види:

1 – масова частка сірки не більше 0,2%;

2 – масова частка сірки не більше 0,5% (для марки А не більше 0,4%).

В умовні позначення палива марки Л входять відсоткова частка сірки та температура спалаху; палива марки З – масова частка сірки та температура застигання; палива марки А – масова частка сірки.

Як розшифровуються умовні позначення дизельного палива згідно ГОСТ 305 – 82?

Приклади умовних позначень дизельних палив:

1. Паливо літнє з масовою часткою сірки до 0,2% і температурою спалаху 40°С – паливо дизельне Л-0,2-40 ГОСТ 305-82.
2. Паливо зимове з масовою часткою сірки до 0,2% і температурою застигання мінус 35°С – паливо дизельне З-0,2-35 ГОСТ 305-82.
3. Паливо арктичне з масовою часткою сірки 0,4% – паливо дизельне А-0,4 ГОСТ 305-82.

5.8. Порівняння особливостей дизельних палив та бензинів

1. Дизельним паливам характерна запальність на відміну від детонаційної стійкості бензинів, що пояснюється відповідним вуглеводним складом і їх структурною будовою. Основна складова дизельних палив – це Н-парафінові вуглеводні. Вони мають відносно меншу енергію руйнування структурних зв'язків в процесах окислення в порівнянні з ароматичними вуглеводнями, що відповідальні за детонаційну стійкість.
2. Дизельним паливам характерний більш важкий фракційний склад, що вимагає в конструкції двигуна більших температур в циліндрах для переходу палива в газоподібний стан.
3. При сумішоутворенні дизельне паливо подається в середовище з протитиском. Збільшення величини протитиску та густини середовища вприскування впливає на тонкість розпилювання, вона покращується.
4. Запалювання дизельного палива відбувається в умовах відмінних від умов запалювання бензинів: відсутність іскроутворення, більша ступінь стиснення в циліндрі (14-20 в порівнянні з 10-12 для бензинів).
5. Для створення кращих умов самозапалювання палива, зменшенням тепловідведення, поршні дизельних двигунів рекомендується виготовляти з чавуну замість алюмінієвих в карбюраторних двигунах.
6. Величини коефіцієнтів надлишку повітря α для оптимального згоряння дизельних палив значно більші (α = 1,4…1,5) ніж для бензинів (1,05…1,15), що пояснюється більшими швидкостями їх горіння.
7. В дизельних паливах нагароутворення, на відміну від бензинів, визначається відносно більшою кількістю сірчистих і смолянистих з'єднань.
8. Дизельні палива застигають при температурах значно вищих чим бензини, в зв'язку з чим в умовах зимової експлуатації можуть виникати певні проблеми з їх прокачуванням.

Яка порівняльна оцінка зміни вимог стандартів до якості дизельних палив?

Для країн ЕС з 1 січня 2005 р. стандартом EN 590 – 2004 на дизельне паливо допускається виробництво лише малосірчистих дизельних палив з вмістом сірки до 50 мг/кг, а з 2009 – лише безсірчистих з вмістом сірки до 10 мг/кг та не більше 11 % за масою поліциклінічних ароматичних вуглеводнів та повинні мати температуру спалаху, цетанове число і цетановий індекс, відповідно, не менше ніж 55°С, 51 та 46.

Вимоги національного стандарту ДСТУ 3868-99 до дизельного палива недостатньо гармонізовані з EN 590 – 2004. Обмеження в автомобільному дизельному паливі вмісту сірки та мінімальних значень температури спалаху і цетанового числа встановлені, відповідно: 2000 мг/кг; 35-40° С (залежно від виду дизельного палива) та 45. Цетановий індекс і вміст поліциклічних ароматичних вуглеводнів на відміну від EN 590 не нормовані.

З 1 січня 2008 р. в Україні набув чинності новий національний стандарт ДСТУ 4840 – 2007 на дизельне паливо підвищеної якості, який відповідає нормам до палив ”Євро-3” і “Євро-4”, які призначені для двигунів надсучасних КТЗ. Цей стандарт є гармонізованим з EN 590 – 2004 у частині технічних вимог і методів контролювання на всі марки дизельного палива (“Євро”) і діє одночасно з ДСТУ 3868-99, що визначає вимоги до дизельного палива для двигунів менш сучасних та застарілих КТЗ.

Контрольні запитання

1. Яка основна відмінність у роботі бензинового двигуна і дизеля та які вимоги залежно від цього ставляться до дизельного палива?
2. Від яких показників якості дизельного палива і як залежить властивість його прокачування?
3. Як покращити низькотемпературні властивості дизельного палива?

4. Що називають цетановим числом дизельного палива і як воно впливає на роботу двигуна, витрати ПММ, склад відпрацьованих газів?
5. Від чого залежить утворення різних відкладень в дизелі?
6. Порівняльні особливості дизельних палив і бензинів.

6. ГАЗОПОДІБНІ ПАЛИВА

6.1. Види газоподібного палива

Які переваги газоподібного палива?

У сучасних умовах газоподібне паливо широко використовується для технологічних (при опалюванні теплиць, парників, сушарок, тваринницьких і птахівницьких комплексів) і побутових цілей. Його застосовують також для ДВЗ.

До переваг газоподібного палива можна віднести:

– згоряє в теоретично необхідній кількості повітря, що забезпечує високий тепловий ККД і температуру горіння;

– при згорянні не утворює небажаних продуктів сухої перегонки та сірчистих з'єднань, копоті і диму, знижується токсичність відпрацьованих газів завдяки зменшенню в них в 3-4 рази двооксиду вуглецю та у два рази оксидів азоту;

– порівняно легко підводиться до об'єктів споживання та може зберігатися централізовано;

– легко запалюється при будь-якій температурі навколишнього середовища;

– для ДВЗ може бути використано в стислому або зрідженому станах;

– має високі антидетонаційні властивості, що дає можливість використовувати його у двигунах з високим ступенем стиснення;

– забезпечує значно менші зношування деталей двигуна циліндропоршневої групи (на 15-17%);

– термін заміни моторної оливи збільшується в два-три рази, тому що газоподібна суміш не змиває оливну плівку з дзеркала циліндра і не розріджує оливу в картері;

– поліпшується рівномірність розподілу горючої суміші між циліндрами.

Однак не всі переваги завжди вдається реалізувати із-за недоліків бензинових і дизельних двигунів і в зв'язку з необхідністю хоч і незначного їх переобладнання: потрібно замінювати або встановлювати додатково спеціальну газову паливоподавальну апаратуру. При цьому потужність бензинового двигуна зменшується приблизно на 16-20%. Цей недолік можна усунути збільшенням до 8,5-10 ступеня стиснення або більш складним способом – застосуванням турбонаддування.

Які недоліки газоподібного палива?

Разом з тим газоподібне паливо має також певні недоліки: отруйна дія, утворення вибухонебезпечних сумішей при змішуванні з повітрям.

Яке газоподібне паливо має найбільше розповсюдження?

Найширше застосовуються природний або попутний гази нафтових чи газових родовищ, а також промислові гази нафтопереробних і інших заводів. Основними компонентами цих газів є вуглеводні з числом атомів вуглецю в молекулах від одного до чотирьох (метан, етан, пропан, бутан і їх похідні).

Природні гази практично повністю складаються з метану (82-98%) з невеликими домішками етану (до 6%), пропану (до 1,5%) і бутану (до 1%). У попутних нафтових газах вміст метану коливається в межах 40-85%, етану та пропану до 20% (кожного).

У горючих газоподібних паливах можуть міститися також інші з'єднання – небажані компоненти, тому газ додатково спеціально очищають.

Газоподібне паливо за теплотою згоряння умовно поділяють на 3 групи:

– вищекалорійне, з теплотою згоряння більше 20000 кДж/м³ (природні гази з газових свердловин і нафтові, що отримують попутно з нафтою та при її переробці);

– середньокалорійне, з теплотою згоряння 10000-20000

кДж/м³ (коксівний, світильний та ін. гази);
– низькокалорійне, з теплотою згоряння до 10000 кДж/м³ (доменний, генераторний та ін. гази).

В зв'язку з чим газоподібне паливо може бути стиснутим або зрідженим?

Залежно від фізичних властивостей гази можуть бути стиснутими та зрідженими. Деякі гази мають низьку критичну температуру, не переходять в рідкий стан при звичайній температурі навіть під дією високого тиску (метан та ін.). Гази, які мають критичну температуру нижчу за звичайні температури їх застосування, використовують переважно стиснутими (тиск до 20 МПа). Зріджені - це гази, критична температура яких вище звичайних температур їх застосування. Такі гази знаходяться під тиском до 1,5-2 МПа.

6.2. Застосування газоподібного палива для двигунів внутрішнього згоряння

Яке газоподібне паливо використовується для автомобілів?

Для автомобілів використовують високо- і середньокалорійні гази. Випускають природний, коксовий метанізований та коксовий збагачений стиснуті гази. Їх теплота згоряння складає відповідно 29000, 27000 і 22000 кДж/м³.

Що є основним горючим компонентом газоподібних палив?

Основним горючим компонентом газоподібних палив є метан. Наявність в них сірководню вкрай небажана. Октанове число природного газу складає 94-105 одн., що дозволяє форсувати автомобільні двигуни за ступенем стиснення до 10-11.

Чим забезпечується повніше згоряння газоподібного палива та менша токсичність відпрацьованих газів?

Високий вміст водню забезпечує повніше згоряння газоподібного палива в циліндрах двигуна. При цьому паливо більш рівномірно розподіляється по циліндрах. При застосуванні газоподібного палива нерівномірність розподілу

складає до 20%, що в порівнянні з рідким паливом (бензином) у вигляді робочої суміші досягає 35% і більше з істотним зниженням токсичності відпрацьованих газів.

Які втрати зазнає автомобільний транспорт в зв'язку з використанням газових балонів?

Найчастіше на автомобілях встановлюють циліндричні балони, розраховані на робочий тиск 20 МПа. У одному балоні (місткістю по воді 50 л) вміщується 10 $м^3$ газу. Установка на автомобіль газових балонів знижує корисну вантажопід'ємність на 12–20%, потужність двигуна – на 15–20% при дальності пробігу на одній заправці приблизно 200 км.

Які переваги використання газових палив в порівнянні з рідкими для автомобілів?

Для газобалонних автомобілів використовують також зріджені пропан-бутанові фракції нафтових і ненафтових газів. Теплота згоряння їх складає 46055 кДж/$м^3$, октанове число – 85-100 одн. При роботі двигуна на газоподібному паливі значно менше забруднюється моторна олива, знижується кількість відкладень на деталях циліндро-поршневої групи.

Які марки зріджених газів регламентуються стандартами?

По ГОСТ 20448-90 випускають зріджені гази двох марок: СПБТЗ і СПБТЛ – суміші пропану та бутану технічні відповідно зимова і літня.

Для автомобільного транспорту випускається дві марки зріджених газів: ПА – пропан автомобільний (застосовується взимку при температурах повітря –20…–35 °С) та ПБА – пропан-бутан автомобільний (використовується у всіх кліматичних зонах при температурах повітря не нижче – 20 °С).

При роботі двигунів на зрідженому газі потужність знижується значно менше, ніж при роботі на стиснутому. Втрати потужності двигуна при роботі на стиснутому та зрідженому газах можна компенсувати за рахунок підвищення ступеню стиснення.

Які марки стиснених газів використовуються для автомобілів як палива?

Для заправки автомобілів застосовуються дві марки стиснених природних газів: СПГ-А та СПГ-Б. В основному це метан (90…95 ± 5%), що має високу теплотворність, низький вміст токсичних речовин у продуктах згоряння, високу детонаційну стійкість, яка забезпечує м'яку роботу двигуна і дає змогу форсувати його за ступенем стиснення.

Які заходи безпеки треба пам'ятати при користуванні газовими балонами?

Особливістю зріджених газів є вище значення коефіцієнта об'ємного розширення, ніж для рідких нафтопродуктів. Цю властивість слід враховувати при заповненні балонів газом. Для попередження вибуху їх слід заповнювати не більш як на 90%, а близько 10% залишати на «парову подушку». При 100% заповненні приріст тиску в балоні становить приблизно 0,7 МПа на один градус підвищення температури зрідженого газу.

Контрольні запитання

1. Які переваги та недоліки використання газоподібних палив замість нафтових?
2. Які марки зріджених та стиснених газоподібних палив для автомобілів регламентуються стандартами?
3. Які заходи безпеки при користуванні газовими балонами?

7. МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

7.1. Тертя і мащення

7.1.1. Призначення мастильних матеріалів і види тертя

Які основні функції та призначення мастильних матеріалів?

Основне призначення мастильних матеріалів – зменшення зношування деталей тертя та зниження втрат енергії на тертя.

Окрім цих функцій, мастильні матеріали виконують і інші:
– відводять тепло від деталей тертя,
– захищають деталі від корозії,
– очищають поверхні тертя від продуктів зношування та інших домішок,
– герметизують вузли тертя та ущільнюють рухомі з'єднання.

Як класифікують тертя?

Залежно від характеру відносного переміщення поверхонь розрізняють – тертя ковзання та кочення. Сили тертя кочення завжди менші сил тертя ковзання, тому там, де це можливо, переважно застосовують підшипники кочення.

За наявністю та розподілу на поверхнях тертя змащувального матеріалу розрізняють наступні види тертя:
– сухе, коли між поверхнями тертя відсутня змащувальна речовина;
– рідинне, при якому поверхні тертя повністю розділені шаром змащувальної речовини;
– граничне, коли поверхні тертя розділені найтоншим молекулярним шаром адсорбованих на них змащувальних речовин;
– напіврідинне – перехідне між рідинним і граничним видами тертя.

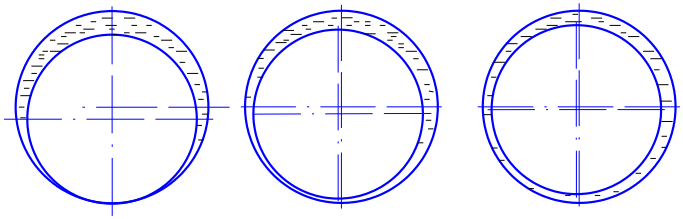
Сухе тертя – найнебезпечніше для вузлів і механізмів, оскільки супроводжується різким збільшенням зношування, втратою енергії на тертя, збільшенням температур і т. ін.

Рідинне тертя забезпечується при умові, коли змащувальна рідина повністю розділяє поверхні тертя, тобто тертя між твердими тілами замінюється тертям між частинками рідини. При цьому в 10-15 разів знижуються втрати потужності на тертя, різко зменшуються зношування та нагрів деталей, вузол тертя витримує вищі навантаження. Робота вузла тертя, а отже, машини в цілому стає тривалішою та надійнішою.

Утворення оливного шару між поверхнями тертя при заданому навантаженні залежить від швидкості їх відносного переміщення та в'язкості оливи (рис. 7.1).

Які оливні зазори мають місце при відсутності обертання вала?

В стані спокою вал опирається на вкладиш. При цьому між валом і підшипником має місце тільки найтонша оливна плівка, зазор в місці контакту практично рівний 0, а олива знаходиться в серповидних зазорах по обидва боки вала (рис.7.1, а).



а б в

Рис.7.1 .Схема положення оливного шару в парі тертя вал-вкладиш підшипника: а – в стані спокою вала; б – на початку обертання вала; в – при обертанні вала з високою швидкістю

Як збільшуються оливні зазори при обертанні вала, коли виникає гідродинамічний тиск?

Коли вал починає обертатися, частинки оливи приводяться в рух. Шари оливи, що знаходяться на поверхні вала, захоплюють за собою прилеглі шари оливи. У вузьку серповидну частину (по ходу обертання вала) подається все більша кількість оливи. Шари оливи, що накопичується у вузькій частині зазору, створюють гідродинамічний тиск, під дією якого вал починає підніматися (іншими словами, вал спливає в підшипнику (див. рис.7.1, б), між валом і нижньою частиною підшипника утворюється оливний клин.

Яка умова утворення суцільного оливного шару?

При збільшенні частоти обертання вала все більша кількість оливи захоплюється та обертається разом з валом. Гідродинамічний тиск зростає, що веде до збільшення товщини оливного шару. Найбільший тиск виникає в нижній частині вала. У такому положенні вал вже не дотикається до

поверхні підшипника, весь зазор заповнений оливою (див. рис.7.1, в), а тертя між валом і вкладишем підшипника замінюється тертям між частинками оливи. Мінімальний зазор при цьому декілька зміщується від вертикальної осі по ходу обертання вала. Утворення оливного шару можливе в тому випадку, коли виникаючий гідродинамічний тиск перевищує питомі навантаження на вал.

Як змінюється надійність оливного шару (або несуча здатність підшипника) при збільшенні частоти обертання вала?

Мінімальну товщину оливного шару, що забезпечує рідинне тертя, визначають залежністю:

$$h = \frac{\eta C V}{P_{\ddot{I}}}, \qquad (7.1)$$

де η – динамічна в'язкість оливи, Нс/м^2 ;

C – коефіцієнт, що враховує розміри підшипників;

V – швидкість переміщення поверхонь тертя, м/с;

$P_{П}$ – питомий тиск підшипника, Н/м^2 .

Яка мінімальна товщина оливного шару для забезпечення рідинного тертя автотракторних двигунів?

Коефіцієнт рідинного тертя складає 0,001-0,01, а мінімальна товщина оливного шару при рідинному терті для автотракторних двигунів складає 4-6 мкм.

Які фактори спричиняють перехід рідинного тертя в граничне?

У ряді випадків двигун може короткочасно працювати в несприятливих умовах (різке зростання навантаження, значне зниження частоти обертання вала, перегрів двигуна, надмірне зниження в'язкості оливи та ін.), при яких гідродинамічний шар оливи порушується, і рідинне тертя переходить в граничне.

Що таке граничне тертя та який коефіцієнт граничного тертя?

При переході рідинного тертя в граничне між поверхнями тертя залишається надзвичайно тонкий шар

оливи. Плівка оливи на металевій поверхні міцно утримується силами міжмолекулярної взаємодії. Вони залежать від мастильної здатності оливи та фізико-хімічних властивостей поверхонь тертя. При цьому товщина оливного шару складає 0,1-1,0 мкм, а коефіцієнт тертя 0,01-0,1.

Чим характеризується мастильна здатність оливи?

Всі змащувальні оливи мають властивість змочуваності, тобто здатність розтікатися тонким шаром на поверхні металу. Ця здатність залежить від внутрішніх сил зчеплення. Граничний шар наявний у випадку, коли сили взаємодії між металом і частинками оливи більші за сили молекулярної взаємодії між частинками оливи. Мастильна здатність оливи є дуже важливою у багатьох випадках експлуатації двигунів внутрішнього згоряння: під час пуску двигуна, при прогріванні двигуна.

Що таке напіврідинний режим роботи вузла тертя?

Напіврідинним тертям називають такий режим тертя, коли разом з рідинним має місце також граничне тертя (наприклад, при пуску та зупинці двигуна, несталому навантаженні, різкій зміні швидкостей). Напіврідинне тертя спостерігатиметься при високих питомих навантаженнях і робочих температурах, низькій в'язкості оливи, порушенні герметичності вузлів, недостатньому надходженні оливи при попаданні в неї абразивних і механічних домішок.

7.1.2. Види зношування поверхонь деталей

З чим пов'язаний процес зношування?

Зношування – це процес, взаємозалежний від тертя, яке відбувається в результаті цілого ряду різних явищ, що виникають при взаємному переміщенні зв'язаних поверхонь тертя.

Які види зношування бувають?

Розрізняють наступні види зношування: механічне (абразивне), молекулярно-механічне та корозійно-механічне.

Що таке механічне зношування?

Механічним називають зношування, що відбувається при контакті робочої поверхні з достатньо твердими тілами,

які можуть дряпати або різати її. Наприклад, зношування механізмів плуга та лап культиваторів, які виникають від дії твердих кварцевих частинок ґрунту.

Що таке молекулярно-механічне зношування?

Молекулярно-механічне зношування характеризується вириванням частинок робочих поверхонь в результаті їх налипання та наволочення, а також перенесенням металу з поверхні одного зв'язаного тіла на поверхню та в приповерхневий шар іншого.

Що таке корозійно-механічне зношування?

Корозійно-механічне зношування спостерігається при знаходженні поверхонь тертя в агресивному середовищі (кислот і лугів), яке хімічно діє на них, внаслідок чого разом з механічним відбувається і корозійне зношування. При цьому продукти хімічної взаємодії (оксиди) видаляються в процесі тертя або змиваються змащувальною оливою.

В чому полягає комплексний характер зношування деталей машин?

При експлуатації тракторів, автомобілів, комбайнів і інших самохідних машин зношування деталей носить складніший, комплексний характер, Наприклад, зношування гільз циліндрів двигуна та поршневих кілець відбувається під дією абразиву (дорожній або ґрунтовий пил), продуктів згоряння палива, які створюють агресивне середовище (сірчана кислота та ін.), а також високої температури, тиску та кисню повітря. Для цієї групи деталей поєднуються закономірності всіх трьох видів зношування.

Вивчаючи характер зношування поверхонь тертя слід враховувати попадання в змащувальне середовище вологи, пилу, продуктів зношування, органічних кислот і інших речовин.

7.1.3. Види змащувальних матеріалів і вимоги до них

Як класифікують оливи за походженням?

За походженням оливи розділяють на:

– мінеральні або нафтові, які є основною групою змащувальних олив, що виготовляються (більше 90%).

Залежно від способу отримання їх розділяють на:
– дистилятні, залишкові, компаундні або змішані;
– рослинні та тваринні, що мають органічне походження.

Рослинні оливи отримують шляхом переробки насіння певних рослин. Виробляється касторова, гірчична та суріпна оливи.

Тваринні оливи виробляють з тваринних жирів (баранячий та яловичий , технічний риб'ячий жир, кісткове масло та ін.).

Органічні оливи, в порівнянні з нафтовими, мають вищі змащувальні властивості та нижчу термічну стійкість. Тому їх частіше використовують в суміші з нафтовими;
– синтетичні, які отримують з різної сировини багатьма методами (каталітична полімеризація рідких або газоподібних вуглеводнів нафтової та ненафтової сировини; синтез кремнійорганічних з`єднань – полісилоксанів; отримання фторвуглеводневих олив і т. ін.). Синтетичні оливи мають всі необхідні властивості, проте із-за високої вартості застосовуються тільки в найвідповідальніших вузлах тертя.

Як класифікуються мастильні матеріали за агрегатним станом ?

За агрегатним станом змащувальні матеріали діляться на:
– рідкі змащувальні оливи, які в звичайних умовах є рідинами, що мають певну текучість (нафтові та рослинні оливи);
– пластичні або консистентні мастила, які в звичайних умовах знаходяться в мазеподібному стані (технічний вазелін, солідоли, консталіни, жири та ін.) Вони поділяються на антифрикційні, консерваційні, ущільнювальні та ін;
– тверді мастильні матеріали, які не змінюють свого стану під дією температури, тиску (графіт, слюда, тальк і ін.). Їх зазвичай застосовують в суміші з рідкими або пластичними змащувальними матеріалами.

Як класифікують оливи за призначенням?

За призначенням змащувальні оливи поділяють на:
– моторні, для двигунів внутрішнього згоряння;

– трансмісійні, що використовують в трансмісіях тракторів, автомобілів, комбайнів, самохідних і інших машин;
– гідравлічні - для гідросистем різних машин та інші.
За температурою застосування оливи розрізняють на:
– низькотемпературні, для температури не більш 60°С;
– середньотемпературні, що використовуються при температурах 150 – 200 °С;
– високотемпературні, що використовують у вузлах, які піддаються дії температур до 300°С і вище (моторні оливи).

Яким основним параметрам повинні відповідати оливи?

Змащувальні оливи повинні мати відповідну в'язкість і індекс в'язкості; високу термоокисну стійкість і гарні протикорозійні властивості; протизношувальні показники та добру прокачуваність при різних температурах навколишнього середовища. Оливи повинні забезпечувати максимально можливий термін служби до заміни та не утворювати на поверхнях деталей різних відкладень.

Чим забезпечується відповідність комплексу вимог до олив?

Щоб задовольнити весь комплекс вимог до змащувальних олив широко використовують спеціальні добавки (присадки).

7.2. Присадки до олив

7.2.1. Призначення, види та механізм дії присадок однофункціонального призначення

Що таке присадки до олив і для чого вони додаються?

Найбільш ефективним і достатньо дешевим способом поліпшення експлуатаційних властивостей змащувальних олив є легування їх спеціальними присадками. Присадки – це складні хімічні сполуки різних речовин, які вводяться в оливи для підвищення їх якості або надання нових, наперед заданих властивостей.

Як поділяються присадки, в залежності від функціональної дії?

За функціональним призначенням присадки поділяються

на антиокисні, протикорозійні, миючі, диспергуючі, протизношувальні, в'язкісні, депресорні, антипінні та ін. Присадки можуть вводитися в оливу для поліпшення або надання їй однієї певної властивості, наприклад, депресорна – для зниження температури застигання. Але найчастіше використовують багатофункціональні присадки, що поліпшують одночасно декілька властивостей змащувальної оливи.

Яким вимогам повинні відповідати присадки?

Присадки повинні відповідати наступним вимогам:

– добре розчинятися в оливах;

– не випадати в осад при зміні температури та бути термічно і хімічно стабільними при зберіганні;

– не змінювати свого функціонального призначення при застосуванні;

– не змінювати інших якостей олив і таке інше.

Що таке сумісність присадок?

Добавлена в оливу присадка не повинна погіршувати інших властивостей оливи чи нейтралізувати дію інших присадок і не вступати з ними у взаємодію. Це називають сумісністю присадок [3]. І при виборі присадки до будь-якого типу оливи обов'язково вивчають їх дію (ефективність) і сумісність.

Яке призначення антиокислювальних присадок і що використовують в їх якості?

Антиокисні присадки покращують стійкість олив проти окислення при високих температурах. В їх якості найчастіше використовують алкілфенольні з'єднання (іонол, з'єднання, що містять азот, азот і фенольний гідроксил, азот і фосфор і ін.)

Ці присадки можуть затримувати початок процесу окислення, руйнувати гідроперекиси, що утворюються, і тим самим гальмувати реакції розгалуження ланцюгів, а також взаємодіяти з продуктами окислення вуглеводнів і утворювати нові речовини, що мають антиокисні властивості. Марки антиокислювальних присадок: ДФ-11, ДФБ, ДФ-1, ВНИЦНП-354, ИХП-21, МНИИП-22К, КАСП-13, «Бория»,

ДБК, Агидол-2.

Яке призначення протикорозійних присадок і що використовують в їх якості?

Протикорозійні присадки додають в оливи для зниження корозії металів, особливо сплавів кольорових металів (мідно - свинцеві та ін.). В їх якості використовуються різні з'єднання: трибутилфосфіт, трифенілфосфіт, осірчену оливу, алкілфеноляти лужних і лужноземельних металів.

Механізм дії цих присадок зводиться до утворення на металі захисних плівок, які перешкоджають безпосередній дії корозійно-активних речовин на метал. Іншим напрямом дії присадки може бути нейтралізація корозійно-агресивних продуктів, що утворюються при згорянні сірчистого палива та окислення оливи. Марки антикорозійних присадок: ДФ-1, ЛАКИ-317 та ін.

Яке призначення миючих і диспергуючих присадок і що використовують для їх виготовлення?

Миючі та диспергуючі присадки перешкоджають утворенню лаків і нагарів на деталях циліндропоршневої групи.

В якості миючих присадок широкого застосування набули солі різних сульфо- та карбонових кислот, алкілфеноляти, беззольні, малозольні полімерні з'єднання та ін.

Наприклад, присадка СБ-3 відноситься до малозольних і низьколужних сульфанатів, які застосовуються як миючо-диспергируючі, протизношувальні; МАСК – багатозольний алкілсаліцинат кальцію; ПМСЯ – багатозольна сульфанатна присадка; ВНИИНП-360 – високолужна присадка (до 6%).

Механізм дії миючо-диспергуючих присадок полягає в переведенні нагароутворюючих речовин в суспензію та утримуванні їх в зваженому стані.

Яке призначення протизношувальних присадок і що використовують для їх виготовлення?

Протизношувальні присадки містять поверхнево-активні речовини, які при підвищенні температури утворюють плівки, що перешкоджають схоплюванню деталей тертя. До

них відносяться з'єднання, що містять неактивну сірку, а також ефіри фосфорних кислот.

При використанні протизадирних присадок продукти їх розкладання хімічно взаємодіють з металом при високих температурах від тертя. При цьому утворюються з'єднання, які мають менший опір зрізу та нижчу температуру плавлення в порівнянні з чистими металами, що і перешкоджає заїданню поверхонь тертя. У склад присадок вводять сірку, фосфор і хлор, а в деякі з них – свинець, сурму молібден у поєднанні з сіркою або фосфором.

Протизношувальні та протизадирні присадки одночасно мають і антифрикційні властивості. Їх марки: ДФ-11, ДФ-1, ВНИИНП-354, ДФБ, МНИИП-22К.

Яке призначення в'язкісних присадок і що використовують для їх виготовлення?

В'язкісні присадки (3-5%) вводять в змащувальні оливи для надання їм необхідних в'язкісно-температурних властивостей, високого індекса в'язкості та забезпечення доброї прокачуваності при мінусових температурах. Такі присадки є високомолекулярними з'єднаннями (поліїзобутилени, полівінілалкілові ефіри, поліметакрилати та ін.). Вони у меншій мірі змінюють свої властивості під впливом високих температур і механічних сил. Оливи, загущені цими присадками, мають гарні в'язкісні властивості, забезпечують легкий пуск двигуна при низьких температурах і тому використовуються як всесезонні. Марки в'язкісних присадок: КП-5, КП-10, КП-20, ПМА «В-1», ПМА «В-2», ВИНИПОЛ ВБ-2, ИХП-234, Атопол.

Яке призначення депресорних присадок і що використовують в їх якості?

Депресорні присадки (0,5-1%) вводять в змащувальні оливи для забезпечення їх придатності використання при низьких температурах навколишнього середовища.

Депресатори перешкоджають утворенню при низьких температурах суцільних кристалічних сіток, завдяки чому змащувальна олива зберігає текучість. Марки депресорних

присадок: АЗНИИ, АЗНИИ-ЦИАТИМ-1, АФК та ін. Їх додають в моторні та трансмісійні оливи.

Яке призначення антипінних присадок і що використовують в їх якості?

Антипінні присадки (тисячні долі %) додають до олив, що використовуються у вузлах, де відбувається спінювання, внаслідок чого різко погіршуються умови змащування поверхонь тертя. Ці речовини знижують міцність поверхневих плівок, які розділяють газові бульбашки та рідку фазу. В якості антипінних присадок використовують поліметилсилоксан (ПМС-200А), полідиметилсилоксан, поліетилсилоксан і ін. Ці присадки вводяться одночасно з миючими в зв'язку з тим, що останні сприяють спінюванню оливи.

7.2.2. Багатофункціональні присадки

Яке призначення багатофункціональних присадок?

Для надання товарній оливі комплексу певних експлуатаційних властивостей до визначеного оливного дистиляту може додаватись декілька органічних компонентів, що мають різні функціональні якості. Багатофункціональні присадки надають оливі набір наперед заданих експлуатаційних властивостей: антиокислювальних протинагарних, протикорозійних та ін.

Що відноситься до багатофункціональних присадок?

До багатофункціональних присадок відносяться алкілфенольні, фенолсульфідні, полімерні з'єднання, а також фосфор і сірка.

Алкілфенольні присадки БФК, КФК, ВНИИНП-370, ВНИИНП-371 мають високі протикорозійні, миючі, протинагарні та антиокислювальні властивості.

Фенолсульфідні присадки АЗНИИ, АЗНИИ-ЦИАТИМ-1, ЦИАТИМ-339 та ін. мають гарні протикорозійні і миючі властивості, покращують змащувальну здатність і знижують температури застигання олив.

Полімерні присадки характеризуються високими миючими та диспергуючими властивостями, а також у ряді

випадків покращують в'язкісно-температурні якості та знижують температуру застигання, підвищують антиокисну здатність і ослаблюють корозійну активність.

Що таке композиції багатофункціональних присадок?

Постійно зростаючі вимоги до якості змащувальних матеріалів призвели до необхідності застосування композицій багатофункціональних присадок, які одночасно підвищують багато експлуатаційних якостей оливи. При додаванні композицій присадок відбувається складна хімічна взаємодія компонентів, внаслідок чого не тільки посилюються певні властивості, але й формуються нові якості.

Приклад композицій присадок для моторних олив групи В: 4%ВНИИНП-360+2%ПМСЯ+1,5%ВНИИНП-354+0,005% ПМС-200А (перша складова покращує миючі, протиокисні та протизношувальні властивості, друга додає миючих якостей, третя покращує протизношувальні, а четверта – антипінні властивості).

7.3. Моторні оливи

7.3.1. Методи оцінки якості змащувальних олив

Додавання присадок до олив може погіршувати окремі фізико-хімічні показники якості оливних дистилятів, які використовуються для виробництва товарних олив.

Які показники використовують для об'єктивної оцінки якості олив?

Для оцінки якості олив з присадками слід застосовувати показники, які характеризують їх експлуатаційні властивості: антикорозійні, антиокисні, протизношувальні, протинагарні та інші, що визначаються присадками. Для цього створені спеціальні лабораторні прилади, що імітують роботу оливи, діючі модельні установки, одноциліндрові та повнорозмірні двигуни. Процес оцінки якості змащувальних олив складається з чотирьох етапів: лабораторних досліджень; випробувань на модельних установках і малогабаритних одноциліндрових двигунах; стендових випробувань на повнорозмірних двигунах; експлуатаційних випробувань на машинах.

При випробуваннях треба враховувати, що мінеральні оливи без присадок є ньютонівськими рідинами в усьому інтервалі температур і значення їх в'язкості при визначеній температурі є величинами постійними, що не залежать від швидкості зсуву шарів. Оливи, що містять в'язкісні присадки, можуть бути неньютонівськими рідинами і за певних умов їх значення в'язкості залежить не тільки від температури, але й від взаємної швидкості зсуву шарів.

7.3.2. В'язкісні властивості олив

Чому за параметром в'язкості визначають придатність оливи для використання в тому або іншому двигуні?

В'язкість – один з найважливіших показників, що характеризує придатність оливи для застосування в тому або іншому двигуні. Певна в'язкість необхідна для утворення мінімального мастильного шару між поверхнями тертя. Для цього краще використовувати оливи з більшою в'язкістю. Однак збільшення в'язкості оливи веде до підвищення непродуктивних втрат потужності двигуна на тертя, зниження ККД. Тому в'язкість оливи повинна бути мінімальною, але достатньою для створення рідинного тертя. Якщо говорити про конкретні значення в'язкості, то слід зазначити, що в'язкість базової основи для приготування загущеної оливи впливає на витрати оливи: мале значення в'язкості (наприклад, ≤ 4 мм^2/с при 100° С) провокує більш високі втрати оливи, тому що малов'язка олива має високу випаровуваність (низькі температури кипіння) порівняно з оливою більш високої в'язкості.

Як правильно підбираються в'язкісні показники моторних олив?

Значення оптимальної величини в'язкості оливи [3] для різних двигунів, з урахуванням їх конструкційних особливостей, різне, яке ще залежить і від умов роботи. Але є нижня межа значення в'язкості для кожного конкретного двигуна для роботи влітку, нижче якої робота двигуна на такій оливі не забезпечується надійною мастильною плівкою

і призводить до підвищеного його зношування та підвищення витрат оливи на угар, що характеризується коефіцієнтом витрат (КВ) оливи. Підбір оливи за коефіцієнтом втрат можна здійснювати згідно рекомендацій [3] за залежністю, приведеною на рис.7.2.

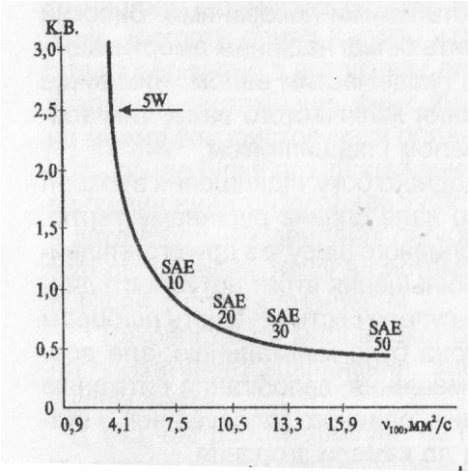


Рис.7.2. Вплив в'язкості оливи (ν_{100}, сСт) на її витрати на угар

При помірних погодних умовах (температура повітря не вище за 18° С) в'язкість оливи може становити SAE 30. При підвищенні температури вище 20° С таке значення в'язкості більшості двигунів не забезпечує належного тиску в оливній системі. Найбільш розповсюдженим рівнем в'язкості при використанні оливи в двигунах легкових та маловантажних автомобілів, мікроавтобусів влітку в кліматичних умовах України є 10-14 мм^2/с (SAE 40). А для мало- та середньо-обертових двигунів в'язкість повинна бути більш високою – 18-22 мм^2/с SAE 50.

Як в'язкість пов'язана з низькотемпературними властивостями оливи?

В'язкість визначає також низькотемпературні властивості оливи, тобто здатність забезпечувати легкий пуск двигуна при низьких температурах навколишнього середовища та надійну подачу оливи до корінних і шатунних

підшипників в період пуску та прогрівання двигуна. Використання базової оливи з великим значенням в'язкості (наприклад, ≥ 8 мм^2/с при 100° С – SAE 20) не забезпечує хороших низькотемпера-турних властивостей.

Як відрізняються низькотемпературні властивості базової, загущеної та незагущеної олив?

Згідно досліджень [3], приведених на рис.7.3, можна характеризувати низькотемпературні параметри в'язкості для базових, загущених і незагущених моторних олив.

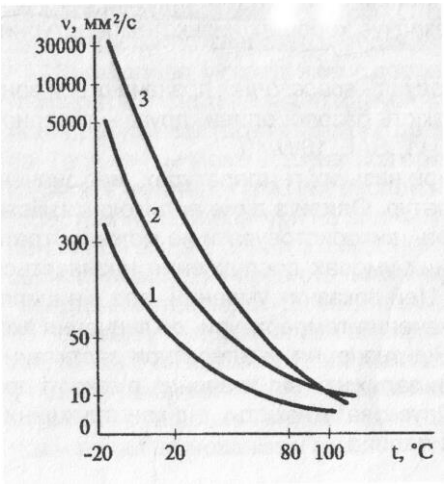


Рис.7.3. В'язко-температурні властивості олив:
1 – оливна основа для виготовлення загущеної оливи;
2 – загущена олива;
3 – незагущена олива.

Як видно, при температурі – 20° С в'язкість загущеної оливи відрізняється від в'язкості базової наближено на порядок, а в'язкість незагущеної від в'язкості загущеної наближено у 6 разів. Іншими словами, загущена олива є оптимальною серединою за низькотемпературними показниками, а в'язкість ν_{100} наближено однакова для базової, загущеної та не загущеної олив.

Яким показником характеризується температурна зміна в'язкості?

Зміна температури оливи в значній мірі впливає на зміну її в'язкості. В'язкісно-температурні властивості олив оцінюють індексом в'язкості. Чим вищий індекс в'язкості

олив, тим менше змінюється їх в'язкість зі зміною температури і тим вища їх якість. Такі оливи при високих температурах надійно змащують деталі тертя, а при низьких забезпечують легкий пуск двигуна та мають гарну прокачуваність. Індекс в'язкості оливи визначають за допомогою номограм. Для цього необхідно знати кінематичні в'язкості випробовуваної оливи при 50 і 100°С. За точкою перетину значень цих в'язкостей з однією з ліній індексу в'язкості номограм визначають його значення.

Індекси в'язкості визначаються у відсотках при порівнянні в'язкісно-температурних властивостей олив, що досліджуються з в'язкісно-температурними характеристиками еталонних олив. За еталонні прийняті парафінові оливи (отримані із пенсільванської нафти), індекси в'язкості яких умовно прийняті за 100 %, а також високонафтенові оливи (отримані з каліфорнійської нафти) з умовно прийнятими індексами в'язкостями 0 %.

Індекс в'язкості оливи залежить від хімічного складу нафти, з якої вона отримана, методу виготовлення та очистки (чистоти) оливи.

Які індекси в'язкості моторних олив?

Оливи з малими значеннями індексів в'язкості для двигунів не використовуються. Це важливо для забезпечення більш легкого пуску двигуна за низьких температур оточуючого середовища, кращої подачі та циркуляції оливи під час прогрівання двигуна та змащування прогрітих його частин, ущільнення (особливо в ЦПГ) і зменшення втрат оливи на угар.

Оливи з високими індексами в'язкості безпосередньо з нафти не можуть бути отримані навіть при найсучасніших технологіях переробки та очистки. Оливи з індексом в'язкості до 100 мають сезонне використання (влітку або взимку).

Для покращення в'язкісно-температурних характеристик готують так звані загущені оливи із значенням індексів в'язкості вище 120. Їх одержують з малов'язких оливних дистилятів (із значенням в'язкості при 100° С, рівним 3, 4, 5,

6 та ін., мм^2/с), що мають високі індекси в'язкості, з урахуванням кліматичних зон та додаванням в'язкісних присадок. Загущені оливи використовуються в двигунах як всесезонні.

7.3.3. Термоокислювальна стабільність олив

Який важливий показник пов'язаний з термоокислювальною стабільністю олив?

Схильність змащувальних олив до утворення на деталях лаків і нагару є важливим комплексним показником їх експлуатаційних властивостей. Цей показник визначають за термоокисною стабільністю оливи, її випаровуваністю та миючими властивостями.

Що таке нагар і лакові вікладення на деталях двигуна?

На високонагрітих деталях двигуна утворюються відкладення (нагар, лаки). Нагаром називаються вуглисті відкладення на стінках камери згоряння, днищах поршнів, клапанах, форсунках і свічках. Лаки або лакові відкладення є тонкими та міцними плівками, що утворюються на поршневих кільцях, канавках і юбках поршнів, шатунах і інших деталях.

Який механізм утворення нагару?

Процес нагароутворення відбувається в результаті окислення та окислювальної полімеризації смолянисто-асфальтових речовин, які відкладаються на поверхнях деталей та утримують продукти неповного згоряння палива, механічні та інші домішки. Під впливом високої температури при згорянні робочої суміші ці продукти закоксовуються та частково згоряють. Товщина шару нагару з часом збільшується, що погіршує тепловідведення, та призводить до підвищення температури деталей. У цих умовах частина нагару починає горіти. При певній товщині шару нагару встановлюється фаза рівноваги, при якій швидкості утворення та згоряння нагару вирівнюються. Товщина шару нагару на деталях може бути різною та залежить від режиму роботи двигуна. При режимі повного навантаження шар

нагару менший, ніж при малонавантаженому режимі з нижчою температурою деталей. Нагароутворення в двигуні залежить від повноти згоряння палива, якості оливи та палива, їх забрудненості та кількості пилу, що потрапляє з повітрям.

Які фактори впливають на процес лакоутворення?

На лакоутворення в зоні поршневих кілець і поршнів в карбюраторних двигунах впливає якість палива та моторної оливи, а в дизелях – переважно якість оливи. Утворення лакових плівок відбувається тим інтенсивніше, чим більша схильність оливи до окислення та окислювальної полімеризації. Міцність плівок залежить від утворення оксикислот і смолянисто-асфальтових речовин.

Який механізм утворення лакових плівок?

Утворення лакових плівок відбувається на поверхнях високонагрітих деталей. Спочатку окислюється тонкий шар оливи, потім відбувається коагуляція на поверхнях деталей з оливи твердих продуктів окислення та продуктів згоряння палива, з подальшою конденсацією продуктів окислення палива та оливи при згорянні робочої суміші. При підвищенні вмісту сірки в паливі відкладення стають щільнішими та важко видаляються.

Що добавляють до олив для зменшення негативного впливу нагару та лаків ?

Для зменшення негативної дії нагару та лаку до олив додають миючо-диспергучі та антиокислювальні присадки. Експлуатаційні властивості таких олив оцінюють по забрудненості деталей циліндропоршневої групи.

Що є основним показником антиокислювальних властивостей олив?

Термоокисна стабільність олив, як показник їх антиокисних властивостей, визначається по методу з кільцями та у спеціальних випарниках.

7.3.4. Протикорозійні властивості олив

Яка послідовність протікання корозійних процесів за видами в металах і сплавах?

Корозія металів і особливо сплавів кольорових металів, що використовуються в конструкціях антифрикційних підшипників (вкладишах), характеризується послідовним протіканням наступних процесів: поява на робочій поверхні шорстких цяток і плям; концентрація корозійних цяток; утворення в місцях концентрації корозійних цяток невеликих раковин, що йдуть в глибину матеріалу; поява тріщин, що з'єднують раковини.

Які методи визначення корозійності олив?

Корозійність оливи визначають спеціальними приладами, що імітують умови її роботи в двигуні. Розглянемо визначення корозійності за методом Пінкевіча. Суть методу полягає у визначенні втрати маси металевої пластинки (із свинцю або свинцевої бронзи) при періодичній дії на неї нагрітої оливи та кисню повітря. Оливу нагрівають до температури 140±2°С і протягом 1 хв. пластинку 15 разів занурюють в це середовище. Процес циклічно повторюють. Тривалість випробування 50 годин.

7.3.5. Протизношувальні властивості олив

В чому проявляються протизношувальні властивості олив і які основні показники їх характеризують?

Протизношувальні властивості оливи характеризує її здатність зменшувати зношування деталей тертя. Основними показниками, що зумовлюють ці властивості оливи, є її в'язкість і мастильна здатність (маслянистість).

Які практичні методи використовують для оцінки протизношувальних і протизадирних властивостей олив?

Для оцінки протизношувальних і протизадирних вдастивостей олив застосовуються різні машини тертя. Найбільшого поширення набула так звана чотирьохкулькова машина тертя. При випробуванні зразка оливи в такій машині оціночними показниками є: коефіцієнт тертя, знос стальних кульок тертя і навантаження, при якому наступає заклинювання (задир) кульок, тобто руйнується оливна плівка. На верхню кульку, що закріплена в шпінделі і обертається з частотою 1500 об/хв, протягом 1 хв.,

ступінчасто діє зростаюче навантаження. Знос оцінюють за допомогою спеціального оптичного мікроскопу по середньому діаметру плями зносу на нижніх трьох кульках. Чим більший діаметр плями зносу, тим гіршими є протизношувальні властивості оливи.

Які складові впливають на протизношувальні властивості мастильних олив?

На протизношувальні властивості оливи значно впливають механічні домішки, особливо абразивні. Тому при експлуатації двигунів слід виключити можливості попадання в оливу абразивів (дорожнього пилу з повітрям та ін.).

7.3.6. Вплив різних чинників на зміну якості оливи в двигуні, класифікація та марки олив

7.3.6.1. Умови роботи та чинники впливу на зміну якості моторної оливи.

Які умови надійної та довговічної роботи двигуна?

Необхідними умовами надійної та довговічної роботи двигуна є безперервне високоякісне змащування його деталей тертя, відведення від них тепла та захист від корозії.

Як характеризуються умови роботи моторної оливи в двигуні?

Умови роботи моторної оливи в двигуні характеризуються температурними параметрами з широким діапазоном їх зміни. Так, температура оливи в картері може змінюватися разом з температурою навколишнього повітря, відхиляючись від нуля в ту або іншу сторону на декілька десятків градусів і в залежності від режиму роботи двигуна може досягати 80–120 °С. Надзвичайно широкий діапазон зміни температур має місце при змащуванні поршня. У нижній його частині температура складає 150–250 °С, на внутрішній поверхні доходить до 340–370 °С, а у верхній зоні – 400 °С. У момент займання робочої суміші температура в камері згоряння досягає 1700–2200 °С і вище.

Як характеризуються умови роботи оливи в картері?

При роботі двигуна олива в картері знаходиться в туманоподібному стані, що створює умови для її інтенсивної

аерації киснем повітря. Разом з тим, олива сприймає також високі питомі навантаження від шестерень оливного насосу, шатунних і корінних підшипників колінчастого вала, опорних шийок розподільчого вала.

Які фактори впливають на оливу в двигуні?

Певний вплив на змащувальну оливу здійснюють кисень повітря, продукти згоряння, каталітична дія різних металів і сплавів, навантаження двигуна і таке ін. А умови експлуатації техніки в сільському господарстві характеризуються додатково значними змінами вологості, запиленням, вібраціями та ін.

Якою повинна бути олива для забезпечення надійного змащування деталей двигуна?

Для забезпечення в складних умовах надійного змащування деталей двигуна олива повинна протягом тривалого періоду зберігати свої властивості, не піддаватися окисленню, не забруднюватися різними домішками, не утворювати відкладень, стійких низькотемпературних осадів, здатних забивати оливоприймальні сітки оливних насосів, фільтруючих пристроїв і оливопроводи.

Розглянемо вплив окремих чинників на зміну якості моторної оливи та на умови змащування.

Як впливає вода на стан моторної оливи в процесі експлуатації?

Наявність води в оливі, особливо у свіжій, недопустиме згідно вимог нормативної документації.

Згідно [3] підвищений вміст води в працюючій оливі може бути наслідком незадовільної вентиляції картера, низького технічного стану двигуна, підвищеного прориву відпрацьованих газів і продуктів згоряння палива у картері, проникнення охолоджувальної рідини із системи охолодження, експлуатації двигуна на низькотемпературному режимі.

Необхідно виявити причину попадання води в оливу і ліквідувати її.

Шкідливість води проявляється в механічному зношуванні поверхонь металів при низьких температурах,

коли вода замерзає; каталітичній дії на окислення оливи і збільшенні осадоутворення; прискоренні корозії; погіршенні мастильних властивостей, що зумовлює підвищене зношування тертьових поверхонь деталей; розкладі та вимиванні присадок.

Дія води на присадки є дуже небезпечною. Використання олив без присадок для двигунів сучасної техніки не припустиме. В експлуатації іноді при зливанні відпрацьованої оливи з картера стікає світло-коричнева емульсія. Це є свідченням наявності води в оливі, розкладу і випадіння присадок. У такому випадку олива працювала без присадок.

Використовувати оливу, навіть свіжу, в яку попала вода не можна, «регенерувати» її на місці використання неможливо. Порівняно невелика кількість води (0,1 – 0,2 %) спроможна протягом кількох діб розкласти більше половини присадок, що є в оливі.

Як режим експлуатації двигуна впливає на обводнення оливи?

При тривалих стоянках техніки, особливо під час сезонних робіт, в оливі накопичується вода, яка спричиняє корозійне зношування двигуна. Зношування деталей двигунів техніки сезонного користування вище порівняно із зношуванням двигунів всесезонного користування.

7.3.6.2. Вплив окремих чинників на окислення моторної оливи

Як впливає кисень на різні складові оливи?

Головним чинником впливу на процес окислення моторної оливи є кисень. Першим продуктом цього процесу є перекиси, які утворюють різні сполуки більш глибокого окислення. Ароматичні вуглеводні з короткими бічними ланцюгами утворюють нейтральні з'єднання, що знаходяться в оливі, як в розчиненому стані (феноли, смоли), так і ті, що випадають в осад (асфальгени, карбени). Вуглеводні парафінового та нафтенового ряду, а також ароматичні з довгими бічними ланцюгами окислюються, з утворенням

кислих продуктів (асфальгенові кислоти, карбоїди оксикислот).

Як впливає підвищення температури на процес окислення оливи в двигуні?

З підвищенням температури значно прискорюються процеси окислення оливи. Найбільша її окислюваність відбувається в температурному інтервалі 130–150°С. Початкова стадія окислення характеризується, так званим, індукційним періодом, протягом якого властивості оливи можна вважати незмінними. Тривалість індукційного періоду у олив різна. Після індукційного періоду настає інтенсивне окислення оливи, з наступною стабілізацією процесу. Продукти окислення зазнають розщеплювання, конденсації, полімеризації та ін.

Як впливає на процес окислення оливи площа контакту її з киснем?

Значний вплив на швидкість дифузії кисню та ступінь окислення оливи здійснює площа контакту її з повітрям. У двигуні, де відбувається розпилювання, розбризкування та багатократна циркуляція оливи, процес окислення значно прискорюється.

Які складові оливи є найбільш стійкими до дії кисню?

Найменш стійкими до дії кисню при високих температурах є парафінові, а також нафтенові поліциклічні вуглеводні. Ароматичні вуглеводні в суміші з нафтенами захищають оливи від окислення.

Які конструкційні матеріали мають порівняно більший каталітичний вплив на процеси окислення оливи?

В порівнянні з олов'янистим бабітом свинцевиста бронза створює більш інтенсивнішу дію на процес окислення оливи в двигуні.

Як діють на деталі двигуна продукти окислення оливи?

Нейтральні продукти окислення сприяють головним чином лако- та нагароутворенню, а кислі продукти (органічні кислоти) через взаємодію з металом викликають його

корозію. Проміжні продукти окислення (перекиси) взаємодіють з металом, з утворенням його окислу, який потім в реакції з кислотою дає сіль.

Яка кислотність оливи є корозійнонебезпечною для чорних і кольорових металів деталей двигуна?

Оливи з кислотністю до 1,5 мг КОН [4] за відсутності води створюють незначну корозійну дію на сталь і чавун, але кислотність в межах 0,5-0,8мг КОН вже достатня для вимивання свинцю з підшипникових сплавів.

Які режими експлуатації сприяють меншому пусковому зношуванню двигуна за низьких температур?

За низьких температур [3] повітря для полегшення пуску двигуна на значний час прикривають повітряну заслінку. При цьому витрачається велика кількість палива, що не повністю згоряє (недостатня температура в двигуні для випаровування), але змиває оливну плівку з циліндро-поршневої групи і зумовлює підвищене її зношування. Паливо, що не згоріло, стікає в оливний картер, погіршує мастильні властивості оливи. Слід уникати довгочасного прогрівання двигуна. При низькій температурі повітря прогріти двигун до необхідної температури охолоджувальної рідини на холостому ході дуже часто не вдається. Рушати з місця слід відразу, як встановиться тиск оливи. Це запобігає підвищеному зношуванню двигуна і передчасному спрацюванню оливи.

7.3.6.3. Вплив прокачуваності оливи на зміну її якості

Яка кількість оливи у %, що подається насосом з картера в систему мащення, витрачається для змащування деталей двигуна при нормальному його стані?

При нормальному технічному стані двигуна на змащування його деталей витрачається близько 20-25% оливи, що подається насосом, решта через перепускний клапан повертається в картер. Зі збільшенням зазорів в з'єднаннях об'єм оливи, що прокачується в систему змащування, також збільшується. Підвищена подача оливи в систему змащування двигуна веде до додаткового її

окислення.

Як змінюються показники лужності та кислотності оливи від зміни її об'єму, що використовується для змащування деталей двигуна?

Зміни лужно-кислотного складу оливи в двигуні Д-50 (при навантаженні 80% номінальної) від подачі оливного насосу приведено на рис.7.4.

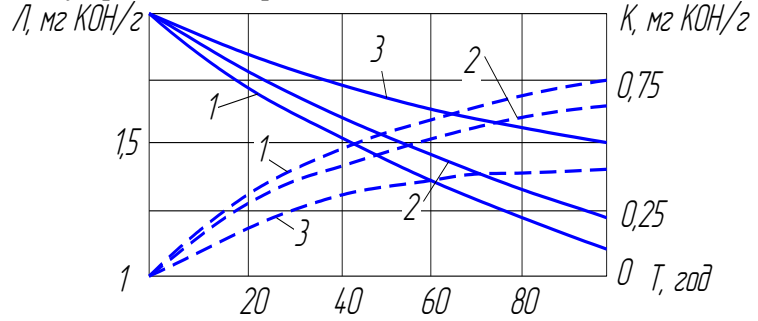


Рис. 7.4. Зміна лужності та кислотності оливи в двигуні Д-50 залежно від подачі оливного насосу в л/хв: 1 – 40; 2 – 28,7; 3 – 8,2; Л – лужність; К – кислотність

Зміна складу моторної оливи в процесі її роботи, в залежності від подачі насосу, показано на рис.7.5.

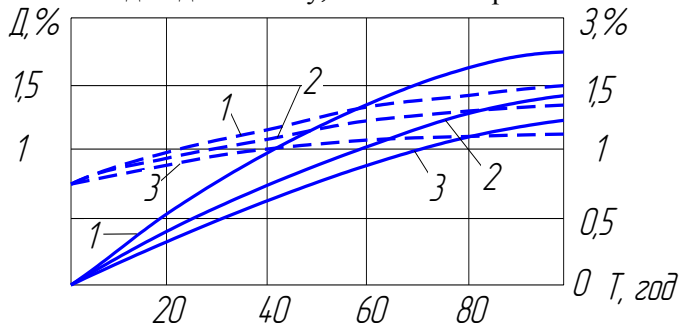


Рис. 7.5. Зміна вмісту механічних домішок і залишку, що не згоряє, в моторній оливі двигуна Д-50 залежно від подачі насосу в л/хв: 1 – 40; 2 – 28,7; 3 – 8,2; Д – механічні домішки; З – залишок, що не згоряє.

Приведені дані свідчать про значний вплив роботи оливного насосу на зміну якості моторної оливи.

7.3.6.4. Вплив об'єму мастильної системи двигуна на зміну якості оливи

До чого призводить зменшення об'єму системи мащення двигуна?

Об'єм системи мащення двигуна істотним чином впливає на зміну якості моторної оливи. Зменшення об'єму оливи в системі мащення призводить до більш інтенсивної зміни її якості (рис. 7.6). Це пояснюється збільшенням кратності прокачування та сприйняттям оливою більших теплових і питомих механічних навантажень (з розрахунку на одиницю об'єму оливи). Чим менший об'єм оливи в системі мащення, тим більше лако- і нагароутворення відбувається на поршні двигуна. Отже, місткість системи мащення слід вибирати з урахуванням зміни якості моторної оливи, а при експлуатації машин необхідно підтримувати оптимальний заданий рівень оливи в картері двигуна.

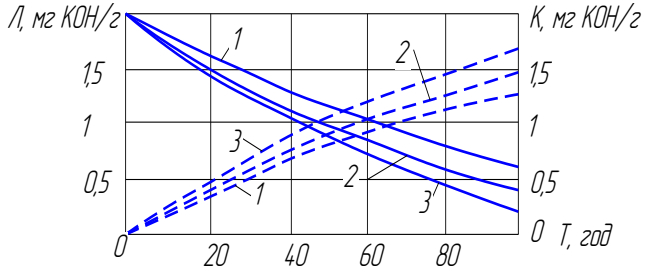


Рис. 7.6. Зміна показників моторної оливи в двигуні Д-50 залежно від об'єму системи мащення: 1 – 16 л; 2 – 12 л; 3 – 8 л; Л – лужність; К – кислотність

7.3.6.5. Вплив завантаження двигуна на зміну якості моторної оливи

Як залежить рівень завантаження двигуна від виду технологічного процесу, що виконується?

Ступінь завантаження двигунів, наприклад, тракторів залежить від технологічного процесу, що виконується. На

сільськогосподарських роботах (оранка, посів і ін.) двигун завантажений на 70–90%, на транспортних операціях – 30-60% номінальної потужності. Оцінка стану моторної оливи після певного часу роботи трактора на різних технологічних операціях дає можливість визначати оптимальні терміни заміни оливи.

Як залежить процес накопичення механічних домішок і інтенсивність окислення оливи від завантаження двигуна?

Процес накопичення механічних домішок в моторній оливі відбувається тим інтенсивніше, чим вище завантаження двигуна (рис. 7.7).

Зі збільшенням завантаження двигуна більш інтенсивно протікають процеси окислення оливи (рис. 7.8).

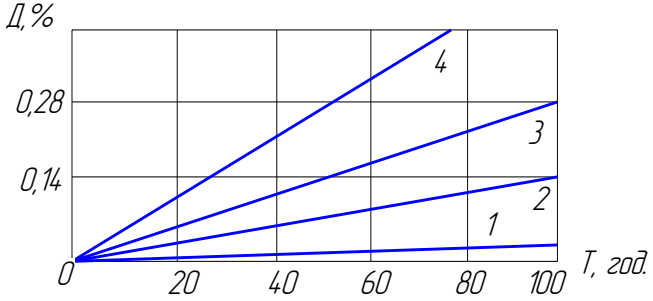


Рис.7.7. Зміна накопичення в моторній оливі механічних домішок залежно від завантаження двигуна Д-50: 1, 2, 3, 4 - завантаженість відповідно 20, 60, 80 і 100% номінальної.

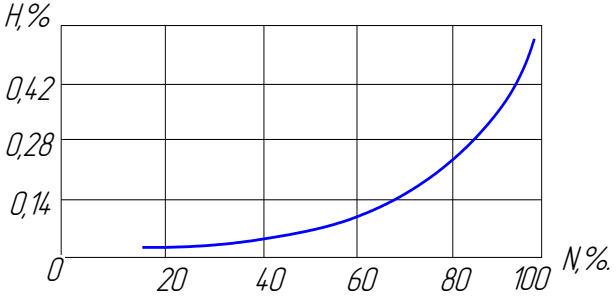


Рис. 7.8 Вміст нерозчинних продуктів в моторній оливі за 100 г роботи залежно від завантаження двигуна Д-50.

І, як наслідок цього, вміст в оливі нерозчинних продуктів (асфальгени, карбени, карбоїди, продукти зношування та ін.) підвищується особливо інтенсивно при навантаженнях більших 80% від номінальних. Із збільшенням завантаження двигуна в моторній оливі інтенсифікуються процеси спрацювання присадок, тобто знижується їх вміст.

Який загальний висновок про зміни в оливі при експлуатації двигуна.

Таким чином, під час експлуатації олива окислюється, змінюється її первинний хімічний склад і властивості (протизношувальні, протизадирні) під впливом високих температур, кисню повітря, картерних газів, продуктів неповного згоряння палива, води, що конденсується з відпрацьованих газів, каталітичної дії металів та ін. Крім того, випаровуються легкі фракції оливи, спрацьовуються присадки, іде забруднення оливи різними домішками. Спрацювання присадок, окислення оливи та її забруднення, в свою чергу, спричиняють підвищене зношування двигуна та необхідність заміни оливи.

7.3.6.6. Класифікація моторних олив для автотракторних двигунів

Як розшифровується позначення моторних олив згідно ГОСТ 17479.1 – 85?

Система позначень моторних олив встановлена ГОСТ 17479.1-85 і включає комбінацію знаків: літеру М (моторна); цифру, що характеризує клас кінематичної в'язкості та літеру, що позначає групу за експлуатаційними властивостями.

Залежно від кінематичної в'язкості оливи поділяють на класи (табл. 7.1). Дробові позначення класів вказують на всесезонність олив, де в чисельнику зазначають класи в'язкості при температурі мінус 18 °С, а в знаменнику – класи в'язкості при 100 °С.

Таблиця 7.1

Класи в'язкості моторних олив

Клас	ν , сСт	Клас	ν , сСт	ν (–18°С), сСт
6	5,6-7,0	3з/8	7,0-9,5	<2500
8	7,0-8,5	4з/6	5,6-7,0	<2600
10	9,5-11,5	4з/8	7,0-9,5	<2600
12	11,5-13,0	4з/10	9,5-11,5	<2600
14	13,0-15,0	5з/10	9,5-11,5	<6000
16	15,0-18,0	5з/14	13,0-15,0	<6000
20	18,0-23,0	5з/10	9,5-11,5	< 10400
		6з/14	13,0-15,0	<10400
		6з/16	15,0-18,0	<10400

На які експлуатаційні групи поділяються оливи для двигунів?

Залежно від рівня експлуатаційних властивостей та області застосування встановлені наступні основні групи олив:

А – для нефорсованих карбюраторних двигунів і дизелів;

$Б_1$ – для малофорсованих карбюраторних двигунів;

$Б_2$ – для малофорсованих дизелів;

$В_1$ – для середньофорсованих карбюраторних двигунів;

$В_2$ – для середньофорсованих дизелів;

$Г_1$ – для високофорсованих карбюраторних двигунів;

$Г_2$ – для високофорсованих дизелів без наддуву або з помірним наддувом;

Д – для високофорсованих дизелів з наддувом;

Е – для лубрікаторних систем змащування циліндрів дизелів, що працюють на паливі з високим вмістом сірки.

Які особливості позначення універсальних олив?

Індекс 1 присвоюють оливам для карбюраторних двигунів, індекс 2 – для дизелів. Універсальні оливи, призначені для використання як в дизелях, так і карбюраторних двигунах одного рівня форсування, індексу в позначенні не мають. Універсальні оливи, що належать

одночасно до різних груп експлуатації, мають подвійне позначення, в якому перше характеризує якості оливи як дизельної, друге – як карбюраторної.

Навести приклад позначення моторних олив?

Приклади позначення моторних олив:М-8-$В_1$ - моторна олива класу в'язкості 8, призначена для середньофорсованих карбюраторних двигунів ($В_1$); М-6з/10-В – моторна олива класу в'язкості 6з/10 (6 – клас в'язкості при температурі мінус 18°С, 10 – клас в'язкість при температурі 100°С), універсальна для середньофорсованих дизелів і карбюраторних двигунів (В). Індекс "з" біля цифри в чисельнику вказує, що олива загущена в'язкісною присадкою, призначена для застосування в зимовий час і як всесезонна.

Що означає позначення в дужках при маркуванні моторних олив?

Після основного позначення в дужках може бути вказано додаткове, що характеризує відмінні ознаки оливи, наприклад, (рк) – робоча-консерваційна, (к) – з композицією присадок, (Цл) – для циркуляційних і лубрікаторних змащувальних систем; (20), (30) – значення лужного числа і т. ін.

Яка відповідність класів в'язкості моторних олив, що визначає ГОСТ 17479.1–85, міжнародній системі позначень SAE?

Відповідність класів в'язкості моторних олив за ГОСТ системі SAE приведена в табл. 7.2.

Таблиця 7.2

Відповідність класів в'язкості моторних олив за ГОСТ системі SAE

ГОСТ 17479.1-85	SAE	ГОСТ 17479.1-85	SAE
6	20	3з/8	5w/20
8	20	4з/6	10w/20
10	30	4з/8	10w/20
12	30	4з/10	lOw/30

Закінчення таблиці 7.2

14	40	5з/10	15w/30
16	40	5з/12	15w/30
20	50	6з/10	20w/30
		6з/12	20w/30
		6з/14	20w/40
		6з/16	20w/40

Яка відповідність позначень експлуатаційних груп олив за ГОСТ 17479.1-85 міжнародній системі класифікації API?

Відповідність груп моторних олив за ГОСТ системі API приведена в табл. 7.3.

Таблиця 7.3

Орієнтовна відповідність класів моторних олив за групами експлуатаційних властивостей згідно ГОСТ 17479.1-85 класифікації API

ГОСТ 17479.1-85	Класифікація API	ГОСТ 17479.1-85	Класифікація API
А	SB	$В_2$	CB
Б	SC/CA	Г	SE/CC
$Б_1$	SC	$Г_1$	SE
$Б_2$	SA	$Г_2$	CC
В	SD/CB	Д	CD
$В_1$	SD	Е	–

7.3.6.7. Марки моторних олив для карбюраторних і дизельних двигунів

Яке призначення та застосування моторних олив для двигунів автотранспортних засобів?

Призначення та застосування моторних олив для двигунів автомобілів, тракторів, самохідних машин, що використовуються в сільськогосподарському виробництві, приведені в табл. 7.4.

Таблиця 7.4

Застосування моторних олив

Марка оливи	Область використання
М-8-$В_1$	Середньофорсовані карбюраторні двигуни, що працюють на бензині А-76; середньофорсовані дизелі при експлуатації в зимових умовах.
М-4з/6-$В_1$ ($АСЗ_п$-8)	Середньофорсовані карбюраторні двигуни, що працюють на бензині А-76 при температурі до мінус 35°С.
М-4з/8-В (АСЗп-8) М-6з/10-В (ДВ-АСЗп-10)	Всесезонні (в умовах помірного клімату), і універсальні оливи для карбюраторних і дизельних двигунів середнього рівня форсування
М-8-$Г_1$ М-10-$Г_1$ М-12- $Г_1$ М-5з/10-$Г_1$	Високофорсовані карбюраторні двигуни легкових автомобілів, що працюють на бензині АИ-93 для зимового, літнього та всесезонного використання відповідно.
М-8-$В_2$ М-10-$В_2$	Автотракторні дизелі среднього рівня форсування без наддуву (СМД-14, А-41, Д-50, Д-37М, Д-65) для використання зимою та літом відповідно.
М-12-$В_2$	Середньофорсовані автотракторні дизелі без наддуву літнього використання.
М-4з/8-$В_2Г_1$	Високофорсовані карбюраторні та середньофорсовані дизельні двигуни автомобілів всесезонного використання.
М-4з/8-Г(рк)	Високофорсовані двигуни в період експлуатації та зберігання.
М-10-$В_2$(с)	Автотракторні дизелі без наддуву (СМД-14, А-41, Д-50 і ін.) для літнього використання.

Закінчення таблиці 7.4

М-8-$Г_2$ М-10-$Г_2$	Високофорсовані автотракторні дизелі (без наддуву або з помірним наддувом) при роботі відповідно взимку та влітку (Д-240, СМД-60, СМД-62, ЯМЗ-240Н, ЯМЗ-238НБ).
М-8-$Г_2$(к) М-10-$Г_2$(к)	Двигуни автомобілів КамАЗ, автобусів ‘ ‘‘Икарус” відповідно зимою і літом.
М-4з/8-$Г_2$	Високофорсовані автотракторні дизелі (без наддуву або з помірним наддувом) при роботі в північних умовах.
М-4з/8-Д	Високофорсовані автотракторні дизелі (з наддувом) при роботі в північних умовах.
М-8-Д(м) М-10-Д(м)	Високофорсовані автотракторні дизелі (з наддувом) тяжких тракторів, комбайнів, автомобілів при експлуатації відповідно в зимових і літніх умовах.

‘

7.3.7. Зміна якості моторних олив при експлуатації двигунів

7.3.7.1. Характеристика напруженості роботи моторної оливи у двигуні

За яким основним показником виконується підбір відповідності оливи за напруженістю роботи двигуна?

Показником, що дає можливість по напруженості роботи двигуна підбирати відповідну оливу, може служити кількість теплоти, що відводиться від деталей двигуна оливою.

Що таке коефіцієнт напруженості роботи оливи в двигуні?

Кількість теплоти, що відводиться оливою, є залежною величиною від потужності двигуна, витрат палива та подачі оливного насосу, пов'язаної з місткістю змащувальної системи. Запропонований оціночний показник – коефіцієнт напруженості роботи оливи в двигуні, або просто коефіцієнт оливонапруженості, є потужністю двигуна, що припадає за 1 хвилину на 1 л. прокачуваної оливи в змащувальній системі двигуна:

$$Ф_м = N_e / Q_н \,, \qquad (7.1)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна, кВт;
$Q_н$ – подача оливного насосу, л/хв.

Що враховує коефіцієнт напруженості оливи в двигуні?

Коефіцієнт оливонапруженості непрямо враховує основні умови роботи оливи в двигуні: ефективний тиск в циліндрі, швидкість руху поршня, частоту обертання колінчастого вала, число тактів двигуна, кількість теплоти, що виділяється.

Який зв'язок оливонапруженості двигуна з якістю оливи?

Чим більше значення оливонапруженості двигуна, тим вищою повинна бути якість оливи.

Значення $Ф_м$ складає, кВт/хв: для двигунів з турбонаддувом – 2,54; для СМД-14 – 1,5; Д-50 – 1,35; Д-37м – 1,33; Д-54 – 1,12; Д-20 – 1,0, тобто чим менше за теплонапруженістю двигун, тим менше значення коефіцієнта.

Для чого повинна виконуватись своєчасна заміна оливи в двигуні?

На практиці реально оцінювати зміну якості оливи в двигуні, підбирати моторну оливу відповідної марки, встановлювати оптимальні терміни її роботи до заміни доцільніше за результатами стендових і експлуатаційних випробувань двигуна. Своєчасна заміна оливи є однією з важливих умов надійної та довговічної роботи двигуна, а також найбільш раціонального та економного використання самої оливи.

7.3.7.2. Поновлення моторної оливи

Що таке поновлення оливи в двигуні?

При роботі в двигуні моторну оливу необхідно постійно поновлювати за рахунок періодичного доливу нових порцій, які компенсують випаровування, угар і витікання працюючого об'єму. Таким чином, за період роботи олива декілька разів поновлюється.

Повне поновлення моторної оливи можна обчислити за формулою:

$$M = (V_0 - V)/V_0 , \qquad (7.2)$$

де V_0 – первинна кількість оливи, залитої в картер двигуна, кг;

V – кількість оливи, що витрачається при експлуатації, кг.

Часткове поновлення виражається відношенням:

$$m = P/V_0 , \qquad (7.3)$$

де P – кількість оливи, що доливається, кг.

Спочатку залита олива та поновлена в процесі роботи інтенсивно перемішуються в змащувальній системі, а витрачається вже суміш, що складається з нерівних частин олив, які пропрацювали різний час.

7.3.7.3. Вплив оливоочищувальних пристроїв двигунів на зміну якості моторної оливи

Чим забруднюються моторні оливи в процесі експлуатації та яка роль засобів їх очистки?

Моторна олива забруднюється домішками органічного (смолянисто-асфальтові з'єднання, вуглецеві частинки та кислі продукти окислення вуглеводнів оливи) і неорганічного походження (продукти зносу деталей тертя двигуна, спрацьована частина присадок, а також пил, пісок, вода та ін.). Неорганічні забруднення, що потрапляють в моторну оливу, накопичуються в ній та викликають інтенсивне зношування деталей тертя. Тому вдосконалення системи очищення оливи має велике значення для підвищення надійності та довговічності роботи двигунів і збільшення терміну служби олив.

7.3.7.4. Зміна фізико-хімічних і експлуатаційних показників моторної оливи

Розглянемо зміну показників моторної оливи (без її доливання) при роботі двигуна 600–700 годин в умовах

нормальної експлуатації.

В який період роботи моторної оливи відбувається найінтенсивніше накопичення в ній механічних домішок?

Механічні домішки найінтенсивніше накопичуються в моторній оливі в перші 60-120 годин її роботи з наступною стабілізацією.

Чому в'язкість моторної оливи найінтенсивніше зростає в перший період її роботи?

В'язкість оливи найінтенсивніше зростає в перші 60-180 годин роботи двигуна, з подальшою стабілізацією даного параметра. В'язкість оливи збільшується на 2,5–3,5 мм^2 /с при 100°С. Це пояснюється випаровуванням в перший період роботи оливи її легкокиплячих малов'язких фракцій та накопиченням в ній поляризованих і конденсованих продуктів окислення.

Від чого залежить і як змінюється лужність моторної оливи в процесі роботи двигуна?

Лужність є характеристикою кількості введених в оливу лужних присадок. Лужна присадка знижує відкладення на деталях двигуна, тобто підвищує надійність його роботи. Інтенсивне зниження лужності оливи спостерігається в перший період її роботи (60–120 годин).

Чим пояснюється максимальне накопичення продуктів окислення в початковий період роботи оливи?

Продукти окислення – смоли інтенсивно накопичуються в оливі в перший період її роботи (до 250 годин), з наступним зниженням їх вмісту, що пояснюється переходом смол в асфальтени в результаті окислювальних процесів і полімеризації. Вміст асфальтенів в оливі збільшується протягом тривалішого періоду роботи оливи (до 450-500 годин) в результаті полімеризації та конденсації смолянистих речовин.

Як змінюється термоокисна стабільність моторної оливи дизеля і який рівень корозійності та інтенсивності нагароутворення, коксування при цих змінах?

Термоокисна стабільність моторної оливи при роботі в дизелях змінюється незначно. Корозійність оливи досягає

20-25 г/см^3. Але це є допустимим, тому що не викликає підвищеного нагароутворення, закоксовування поршневих кілець і корозії вкладишів підшипників двигуна.

Як впливає підвищення температури оливи на зношування деталей двигуна, витрати палива та її угар?

При підвищенні температури оливи збільшується знос деталей двигуна, підвищується витрата палива, зростають втрати оливи на угар.

Як за оливою оцінюють технічний стан двигуна?

Зміна експлуатаційних, фізико-хімічних показників та складу моторної оливи взаємопов'язана з технічним станом двигуна. Тому значення цих показників можуть бути використані для оцінки його технічного стану.

7.3.8. Підвищення якості та ефективність використання моторних олив

7.3.8.1. Підвищення експлуатаційних властивостей моторних олив дією ультразвуку

Для чого проводять ультразвукову обробку олив?

Підвищення експлуатаційних властивостей олив можна досягти обробкою їх ультразвуком перед застосуванням. При цьому утворюється дрібнодисперсний колоїдний розчин металовмісної присадки в оливі, внаслідок чого присадка у меншій мірі випадає в осад і більший час зберігає свою роботоздатність. Максимальне поліпшення експлуатаційних властивостей моторних олив ультразвуком досягається при їх обробці коливаннями з частотою близькою 2 кГц і потужністю 15 кВт/м^3 протягом 1 години для разового об’єму 30–40 л (висота стовпа оливи 25–35 см). У оброблених ультразвуком оливах масова частка продуктів окислення нижча на 25%, знос деталей зменшується на 30–35%, а забрудненість поршнів – приблизно на 20%. Одночасно термін роботи таких олив підвищується з 240 до 600 мотогодин, що значно заощаджує оливу.

Олива, оброблена ультразвуком, має вищу ефективність дії присадок.

7.3.8.2. Техніко-економічні заходи при експлуатації машин

Які засоби зменшення втрат оливи при заправці?

Для мінімізації втрат моторних олив від розливу та витікання при заправці машин і зберіганні слід застосовувати механізовані засоби заправки та технічного обслуговування. При цьому виключаються випадки забруднення та обводнення олив.

Чому збільшення компресії двигуна зменшує втрати оливи на угар?

Головним чинником зниження угару оливи є збереження компресії циліндропоршневої групи та скидаючої здатності оливо-з'ємних кілець. Поршневі кільця слід замінювати своєчасно, для недопущення збільшення зазорів, а, відповідно, і угару моторної оливи, з наслідком різкого підвищення нагаровідкладень.

Для чого слід використовувати магнітне очищення оливи?

Магнітне очищення спільно з очищенням на центрифугах дозволяє практично повністю видаляти з олив продукти зносу. При встановленні в змащувальній системі магніту вдається знизити зношування деталей на 15-20%

У скільки разів введенням присадок можна продовжити термін роботи оливи?

Періодичне додавання присадок до працюючої моторної оливи дозволяє зберігати її експлуатаційні властивості на більш високому рівні та збільшити термін роботи до заміни в 2-3 рази. При цьому зменшуються лако-, нагаровідкладення та зношування деталей двигуна.

Що забезпечує підвищення якості моторних олив?

Збільшення терміну роботи оливи в двигуні – це найбільш ефективний напрямок скорочення її споживання. Спостерігається тенденція збільшення термінів заміни оливи для двигунів тракторів з 120 годин до 240 і навіть до 480 годин. Це стало можливим за рахунок значного підвищення якості моторних олив і введення високоефективних присадок, а також вдосконалення умов роботи олив в двигунах і

поліпшення рівня технічного обслуговування транспортних засобів.

Що є основою для встановлення термінів заміни моторних олив?

Термін заміни моторних олив у кожному конкретному випадку необхідно встановлювати на основі виробничих випробувань.

7.4. Експлуатаційні властивості та застосування трансмісійних і інших олив

7.4.1. Умови роботи та вимоги до трансмісійних олив

Яка область застосування трансмісійних олив?

Для змащування коробок передач, головних передач, роздавальних коробок, диференціалів, механізмів рульового управління, які є зубчатими передачами (циліндричні, конічні, черв'ячні, гіпоїдні та ін.), застосовують трансмісійні оливи. Більшість зубчастих передач цих видів змащуються способом занурення механізму, з подальшим розбризкуванням оливи.

Чим відрізняються умови роботи трансмісійних олив від моторних?

Умови роботи трансмісійних олив істотно відрізняються від умов роботи моторних. Зубчасті передачі машин піддаються дії високих питомих навантажень. У черв'ячних і конічних зубчастих передачах питомі навантаження на зуби шестерень досягають 1500-2000 МПа, а в гіпоїдних – 3000-4000 МПа. Робоча температура оливи в агрегатах трансмісій досягає 125-140°С, а в місцях контакту зубчастих зачеплень – 250°С.

Які основні вимоги до трансмісійних олив?

Трансмісійні оливи повинні мати низьку температуру застигання та відповідну в'язкість, а також відповідати наступним вимогам:

– запобігати або зменшувати зношування робочих поверхонь зубів шестерень і інших високонавантажених деталей;

– зменшувати втрати на тертя та забезпечувати високий ККД зубчастих передач;

– добре відводити тепло та видаляти з поверхонь тертя продукти зносу та механічні домішки;
– забезпечувати роботу поверхонь деталей механізмів трансмісій без корозії;
– не пінитися;
– не змінювати в процесі роботи своїх первинних властивостей;
– забезпечувати плавне рушання машини при різних температурах навколишнього середовища.

7.4.2. Властивості трансмісійних олив

Чим забезпечується висока мастильна здатність трансмісійних олив?

Протизношувальні та протизадирні властивості трансмісійних олив є основною їх характеристикою. Вони забезпечуються високою мастильною здатністю трансмісійних олив на поверхнях зубів шестерень, яка сприяє утворенню міцної захисної плівки, завдяки наявності поверхнево-активних речовин, що містяться в найбільшій кількості у високосмолянистих залишкових нафтопродуктах – сировини для трансмісійних олив. Для підвищення протизадирних властивостей в оливу вводять спеціальні присадки, що включають з'єднання хлору, фосфору, сірки та цинку. Ці речовини при великих значеннях тиску та температури утворюють плівки оксидів, що захищають метал від схоплювання в точках контакту.

Чому в зимовий час втрати в трансмісії вищі чим в літній та які присадки використовуються для покращення низькотемпературних властивостей трансмісійних олив?

Зі зниженням температури в'язкість трансмісійних олив різко збільшується. Тому в зимовий час мають місце великі втрати потужності в механізмах трансмісії. Важливим показником, що характеризує придатність трансмісійної оливи до застосування в зимових умовах, є температура її застигання. Для зниження температур застигання олив широко застосовується присадка-депресант АзНИИ, яку

додають в кількості 0,2-0,5%.

Які складові не допускаються в трансмісійних оливах і що додають до їх складу для підвищення протизношувальних і протизадирних властивостей?

У трансмісійних оливах не допускається вміст водорозчинних кислот і лугів, води та абразивних механічних домішок. Наявність сірки в оливі покращує її протизношувальні та протизадирні властивості.

Важливою експлуатаційною характеристикою трансмісійних олив є стійкість проти спінювання.

7.4.3. Класифікація та позначення трансмісійних олив

Як позначаються трансмісійні оливи згідно ГОСТ 17479.2-85?

Позначення трансмісійних олив за ГОСТ 17479.2-85 складається з груп знаків, перша з яких позначається буквами ТМ (трансмісійна олива); друга група – цифрами та визначає належність до групи за експлуатаційними властивостями; третя позначається цифрами та характеризує клас кінематичної в'язкості.

Який поділ трансмісійних олив за класами в'язкості?

Залежно від кінематичної в'язкості при температурі 100°С трансмісійні оливи поділяють на класи (табл. 7.5).

Таблиця 7.5

Класи в'язкості трансмісійних олив

Клас в'язкості	Кінематична в'язкість, сСт
9	6,00-10,99
12	11,00-13,99
18	14,00-24,99
34	25,00-41,00

Як класифікуються трансмісійні оливи за експлуатаційними властивостями?

Залежно від експлуатаційних властивостей трансмісійні оливи поділяють на 5 груп (табл. 7.6).

Таблиця 7.6

Групи трансмісійних олив за експлуатаційними властивостями

Група олив	Склад оливи	Рекомендована область використаннями оливи
1	Мінеральні оливи без присадок	Циліндричні, конічні та черв'ячні передачі, які працюють при контактних напругах 900-1600 МПа та температурах олив до 90 °С.
2	Мінеральні оливи з протизношувальними присадками.	Те саме, при контактних напругах 1100-2100 МПа та температурах олив до 130 °С.
3	Мінеральні оливи з протизадирними присадками високої єфективності.	Циліндричні, конічні, спіральноконічні та гіпоїдні передачі, які працюють при контактних напругах до 2500 МПа та температурах олив до 150 °С.
4	Мінеральні оливи з протизадирними присадками високої єфективності.	Те саме, які працюють при контактних напругах до 3000 МПа і температурах олив до 150 °С.
5	Мінеральні оливи з композицією протизадирної, миючої та протипінної присадок.	Гіпоїдні передачі, які працюють при контактних напругах більших 3000 МПа та температурах олив до 150 °С.

Яка відповідність позначень трансмісійних олив за ГОСТ іншим позначенням олив?

Трансмісійна олива ТМ-1-18 (ГОСТ 174-79.2-85) відповідає ТС-14,5 і АК-15; ТМ-2-18 – ТСп-10ЕФО; ТМ-2-34 – ТЭп-15;ТМ-3-9 – ТС і ТСзп-8; ТМ-3-18 – ТСп-10; ТМ-5-9 – ТСп-15 і ТАп-15В; ТМ-5-18 – ТСз-9гип і ТАд-17И; ТМ-5-34 –

ТСгип.

Як розшифровується позначення трансмісійних олив?

Приклад позначення трансмісійних олив – ТМ-5-9з: ТМ – трансмісійна олива; 5 – група за експлуатаційними властивостями; 9 – клас в'язкості; з – олива містить загущуючу присадку.

Відповідність класів в'язкості та груп за умовами експлуатації трансмісійних олив за державним стандартом класифікації SAE і API приведені в табл. 7.7 і 7.8.

Таблиця 7.7

Узгодженість за SAE

Клас в'язкості	Клас за SAE
9	75W
12	80W/85W
18	90
34	140

Таблиця 7.8

Узгодженість за API

Група	Група за API
ТМ-1	GL-1
ТМ-2	GL-2
ТМ-3	GL-3
ТМ-4	GL-4
ТМ-5	GL-5

Індекс W – загущені оливи.

Яку оливу використовують в якості основи для виготовлення окремих трансмісійних олив і пластичних мастил?

Оливу ТС-14,5 (ТУ 38 101110-86) застосовують в якості основи деяких трансмісійних олив і дисперсійного середовища окремих пластичних мастил. Ця олива за експлуатаційними властивостями відноситься до 1 групи з класом в'язкості 18.

Яка область застосування оливи АК-15?

Оливу АК-15 (ТУ 38 001280-76) застосовують для змащування в різних системах трансмісій прямозубих і черв'ячних передач. Для зниження температури її застигання вводять депресант АзНИИ. АК-15 – це олива 1 групи, класу в'язкості 18.

Які присадки додають до оливи ТСп-10ЭФО для

покращення її низькотемпературних властивостей?

Олива ТСп-10ЭФО містить присадку ЭФО (ТУ 38 101701-77). Для зниження температури застигання в оливу вводять депресорні присадки (АФК або АзНИИ-ЦИАТИМ-1), Оливу застосовують для дизелів всесезонно в північних районах і як зимову – в середній кліматичній зоні країн СНД. Використовують при температурі навколишнього середовища до мінус 30-35°С. Це олива 2 групи, класу в'язкості 9.

Яка олива застосовується в якості всесезонної трансмісійної для тракторів і інших сільськогосподарських машин?

Олива ТЭп-15 (ГОСТ 23652-79) з протизношувальною присадкою ЭФО і депресорною АФК застосовується в якості всесезонної трансмісійної для тракторів і інших сільськогосподарських машин в районах з помірним кліматом. Це олива 2 групи, класу в'язкості 18. Робочий температурний діапазон -20 ... +100°С.

Яка область застосування оливи ТС(ОСТ 3801260-82) та що є сировиною для її виготовлення?

Оливу ТС (ОСТ 38 01260-82) застосовують в коробках передач і рульовому управлінні автомобілів, окрім ВАЗ. Сировиною для її виготовлення є в'язкі нафтові залишки з високим вмістом ароматичних вуглеводнів або екстракти селективного очищення олив. Для надання протизношувальних властивостей до оливи додають сірку (до 1,2%). Для поліпшення її низькотемпературної характеристики додають осірчену рослинну олію. Олива ТС – це олива 2 групи, класу в'язкості 34.

Які присадки містить олива ТСзп-8 (ОСТ 3801365-84) та яка область її застосування?

Олива ТСзп-8 (ОСТ 38 01365-84) виготовляється з протизадирною, протизношувальною, антиокислювальною та антипінною присадками. Ця олива призначена для змащування агрегатів трансмісії, що мають планетарні редуктори, коробок передач і деяких систем гідрокерування мобільних транспортних засобів. Це олива 3 групи, класу

в'язкості 9.

Які присадки містить олива ТСп-10 для забезпечення її всесезонного використання?

Олива ТСп-10 автомобільна з протизадирною присадкою ОТП (ГОСТ 23652 -79). Вводять також депресорні присадки (АФК або АЗНИИ-ЦИАТИМ-1). Оливу ТСп-10 застосовують всесезонно в північних районах і як зимову - в середній кліматичній зоні країн СНД. Використовують при температурі навколишнього середовища до –30…+35°С. Це олива 3 групи, класу в'язкості 9.

Яка єдина олива застосовується для коробок передач і головних передач автомобілів КамАЗ і який комплект присадок вона містить?

Олива ТСп -15К (ГОСТ 23652 - 79) єдина для коробок передач і головних передач (двоступінчатий редуктор з циліндричними та спірально-конічними шестернями) автомобілів КамАЗ. Ця олива виготовляється з композицією присадок, що поліпшують протизадирні, протизношувальні низькотемпературні та антипінні властивості. Вона працездатна при температурах –20 ... +130°С. Олива ТАп-15В (ГОСТ 23652-79) з протизадирними присадками ОТП або ЛЗ-23К має схоже використання. Присадки забезпечують гарні протизадирні властивості, завдяки високому вмісту активної сірки (20–22% в першому випадку і 36–40% – в другому). Оливу застосовують в трансмісіях вантажних автомобілів з робочою температурою до +130°С. У середній кліматичній зоні її використовують всесезонно до –25°С. Оливи ТСп-15К і ТАп-15В відносяться до 3 групи, класу в'язкості 18.

Який склад і область застосування оливи ТСз-9гип?

Олива ТСз-9гип (ОСТ 38 01158-78) загущена полімерною в’язкісною присадкою, стійка проти деструкції. До її складу входять: протизадирна, антиокисна, антикорозійна, депресорна та антипінна присадки. Олива працездатна в інтервалі температур –50...+120 °С, застосовується в різних автомобільних трансмісіях, включаючи гіпоїдні передачі. Це олива 5 групи, класу в'язкості 9.

Як отримують і де застосовують оливу ТСп-14гип?

Оливу ТСп-14гип (ГОСТ 23652-79) виробляють на основі оливи ТС-14,5 з додаванням композиції протизадирної, миючої та антипінної присадок. Вона призначена для змащування гіпоїдних передач вантажних автомобілів (в основному сімейства ГАЗ) і спеціальних машин в якості всесезонної оливи для помірної кліматичної зони. Діапазон робочих температур оливи складає: –25...+130°С.

Які властивості реалізовані в оливі ТАд-17И за допомогою присадок і яка область її застосування?

Олива ТАд-17И (ГОСТ 23652 - 79) є мінеральною з добре збалансованою сірко- і фосфоровмісною композицією присадок, що поліпшує антиокисні, антиржавійні та протипінні властивості. Завдяки високому індексу в'язкості та депресорній присадці олива працездатна до –25°С. Вона призначена для змащування гіпоїдних передач ведучих мостів і коробок передач легкових автомобілів ВАЗ, ГАЗ і АЗЛК. Олива ТСп-14гип і ТАд-17И відносяться до 5 групи, класу в'язкості 18.

Яку оливу застосовують для змащування важко навантажених гіпоїдних та інших зубчастих передач?

Олива ТСгип (ОСТ 38 01260-82) призначена для змащування важко навантажених гіпоїдних і інших зубчастих передач. Це олива 5 групи, класу в'язкості 34.

Яку оливу можна використовувати як для роботи трансмісії так і для її консервації?

Олива ТМ 5-12(рк) є універсальною всесезонною робочою і консерваційною, призначена для експлуатації та консервації агрегатів трансмісій автомобілів, що мають гіпоїдні, спірально-конічні, черв'ячні та циліндричні передачі. Вона включає низькозастигаючу нафтову основу, до складу якої вводять добре збалансовану композицію присадок, що поліпшують такі функціональні властивості оливи, як протизадирниі, протизношувальні, антиокислювальні, протиржавійні, антипінні та ін., а також консерваційну присадку НГ-107Т. Це олива 5 групи, клас в'язкості 12.

7.4.4. Оливи для гідромеханічних передач

Які особливі вимоги пред'являються до олив для гідромеханічних передач?

Оливи для гідромеханічних передач повинні мати відповідні в'язкісні, протизношувальні, антиокислювальні властивості та гарні характеристики фрикційних якостей: коефіцієнти статичного та динамічного тертя, від яких залежить ефективність роботи фрикційних дисків зчеплення.

В гідромеханічних коробках передач застосовуються оливи зі зниженою в'язкістю та доброю мастильною здатністю. Оливи повинні мати гарні антикорозійні та антипінні властивості, бути сумісними з різними матеріалами ущільнювачів.

Як виготовляють оливи для гідромеханічних передач і які марки регламентуються нормативними документами?

Оливи для гідромеханічних передач виробляють на базі малов'язких фракцій сірчистих парафінових нафт з застосуванням методу селективного очищення, глибокої депарафінізації та загущення в'язкісними присадками. Ці оливи використовують в різних агрегатах: автоматичних трансмісіях та гідротрансформаторах легкових і вантажних автомобілів, автобусів; насосах гідравлічного підсилення рульового управління; коробках передач з перемиканням ступенів за допомогою сервоприводу, а також в різних гідравлічних механізмах з крильчатими та поршневими насосами. Випускають три марки олив для гідромеханічних передач:

– марку А (ОСТ 3801434-87) для гідротрансформаторів і автоматичних коробок передач;

– марку Р (ОСТ 3801434-87) для систем гідропідсилювачів руля та гідрооб'ємних передач;

– марку МГТ (ТУ 38101103-87) для гідромеханічних коробок передач і різних гідравлічних передач.

Яка специфіка присадок для утворення товарних олив для гідродинамічних передач?

Для поліпшення мастильних властивостей до складу олив вводять спеціальні присадки. До складу олив можуть вводяться також інші присадки, наприклад, такі як миючі. У складі олив для гідродинамічних передач є комплекс присадок, серед яких слід підкреслити наявність фрикційних присадок, які значно впливають на коефіцієнти динамічного та статичного тертя, час включення передачі. Таких присадок нема в моторних та звичайних трансмісійних оливах (для зубчастих та гіпоїдних передач).

7.5. Пластичні мастила

7.5.1. Види та призначення мастил

Що таке пластичні мастила?

Пластичні мастила в звичайних умовах є мазеподібними продуктами. Речовина пластичного мастила складається із структурного каркасу, утвореного твердими частинками загусника (дисперсне середовище), і рідкої оливи (дисперсійне середовище), включеної в пори цього твердого каркасу. Автори [3] зазначають, що завдяки структурному каркасу у відсутності або при невеликих навантаженнях мастила поводять себе подібно твердому тілу: утримуються на вертикальних поверхнях, не розтікаються під дією власної ваги, не скидаються інерційними силами з рухомих поверхонь тощо. Але під дією навантажень, які перевищують межу міцності мастила, структурний каркас руйнується і мастило починає поводити себе, як пластичне тіло – текти.

Особливістю пластичних мастил є відновлення свого структурного каркасу, що був зруйнований під навантаженням. Мастило при цьому знову поводить себе, як тверде тіло. Такі перетворення називаються тиксотропією. Наявність твердого структурного каркасу та тиксотропні перетворення є основною відмінністю мастил і забезпечують їх перевагу над рідкими мастильними матеріалами.

Який склад пластичних мастил і що забезпечує їх основні властивості?

Пластичні мастила складаються із суміші мінеральної

оливи або інших рідин (80-90%) і загусника (10-20%), а також у невеликій кількості вводяться наповнювачі, стабілізатори та присадки. Основні властивості мастилу надає загусник, тому що найбільш впливає на формування експлуатаційних характеристик та структури. А добавки та присадки покращують структуру та основні параметри. Найпростіше мастило складається з двох компонентів: оливи і загусника.

Які загусники пластичних мастил і які пластичні мастила утворюються мильними загусниками?

Загусники пластичних мастил поділяються на мильні та немильні. Більша частина загусників припадає на органічні, зокрема, мильні і складає більше 80% загального об'єму мастил. До мильних відносяться солі натуральних і синтетичних жирних кислот, з яких найширше застосовуються кальцієві, літієві, натрієві, барієві, алюмінієві, цинкові, свинцеві та ін. Мастила з цими загусниками можуть бути середньо- та високотемпера-турними.

Що відносять до немильних загусників і які пластичні мастила вони утворюють?

До немильних загусників відносяться тверді вуглеводневі: парафіни, церезини, віск, озокерит і подібні їм продукти. Мастила з такими загусниками є вологостійкими та низькотемпературними. Вони застосовуються, в основному, як захисні консерваційні. В якості немильних загусників використовуються також деякі неорганічні продукти, наприклад, бентонітові глини, силікагелі тощо.

Що використовують в якості рідкої основи для виготовлення пластичних мастил загального призначення?

На експлуатаційні якості мастила впливає також дисперсійне середовище – олива, на базі якої виготовлено мастило. Тип оливи (мінеральна, синтетична) та її якість впливає на стабільність мастила та утворення структури: розмір та орієнтацію часток. Нафтові оливи використовують, перш за все, для виробництва мастил загального призначення, що можуть працювати в інтервалі температур

від -60 до 150 °С. Для вузлів тертя, що мають робочу температуру за межами вказаного діапазону, застосовують мастила, виготовлені на синтетичних оливах. На їх основі можна приготувати мастила з експлуатаційним інтервалом температур від –100 до 350°С і вище.

Яка роль наповнювачів в пластичних мастилах?

Наповнювачі – це тверді високодисперсні неорганічні сполуки, наприклад, графіт, дисульфід молібдену, деякі метали чи їх оксиди. Вони, як правило, не розчиняються в мастилах і не діють, як загусники, але підсилюють міцність граничних шарів мстила. Такі наповнювачі, як оксиди цинку, титану, міді, порошки деяких металів використовують здебільшого для виготовлення різьбових і ущільнювальних мастил, а також мастил для деяких зубчастих і ланцюгових передач. Більший ефект дає одночасне використання наповнювача і присадки. Введення металовмісних наповнювачів дозволяє підвищити температурний режим використання мастил. Одночасне введення наповнювача і присадки зводить до мінімуму зношування поверхонь, має місце ефект “беззношування” за рахунок переносу матеріалу.

Що таке металоплакувальні мастила?

Мастила з добавками металів, їх оксидів називаються металоплакувальними.

Що використовується в якості дисперсійного середовища з кремнійорганічних олив?

З кремнійорганічних рідин в якості дисперсійного середовища найчастіше використовують поліметилсилоксани та поліетилсилоксани.

Яке призначення пластичних мастил?

Пластичні мастила мають досить різноманітне призначення: змащування відкритих і негерметичних вузлів тертя та механізмів, важкодоступних вузлів тертя, де є необхідність забезпечити тривалий термін служби мастила; тривала консервація машин і робочих поверхонь; герметизація рухомих ущільнень; наповнення герметизованих підшипників; змащування механізмів, в яких недопустимо розбризкування змащувальної оливи та тому

подібне.

Як класифікуються пластичні мастила згідно ГОСТ 23258-78?

Відповідно до ГОСТ 23258-78 пластичні мастила поділяються на: *антифрикційні* – загального призначення для звичайних і підвищених температур, багатоцільові, низькотемпературні та високотемпературні; *консерваційні (захисні)* – загального призначення; *канатні; ущільнюючі* – арматурні, різьбові та вакуумні.

Які якісні показники пластичних мастил?

Загальними показниками якості для всіх видів мастил є: зовнішній вигляд, вміст води та механічних домішок, корозійна активність. Окремі види мастил характеризуються: межею міцності; температурою краплепадіння; ефективною в'язкістю; вмістом вільних лугів і органічних кислот; колоїдною та механічною стабільністю; термозміцненням; випаровуваністю; вмістом водорозчинних кислот і лугів; показниками захисних, протизадирних і протизношувальних властивостей; розчинністю у воді.

7.5.2. Найменування та позначення мастил

Яка структура позначень пластичних мастил?

Найменування мастила зазвичай включає одне слово, а для модифікації додатково використовують буквені або цифрові індекси. Позначення пластичного мастила характеризує його призначення, склад і властивості. Позначення складається з 5-ти буквених і цифрових індексів, які розташовуються в наступному порядку та вказують: групу (підгрупу) відповідно до призначення мастила; загусник; рекомендований (умовний) температурний інтервал застосування; дисперсійне середовище; консистенцію мастила.

Як позначають групу або підгрупу мастила за призначенням?

Групи або підгрупи експлуатаційного призначення мастил позначають прописними буквами російського алфавіту: С – загального призначення для звичайних

температур (солідоли); О – загального призначення для підвищених температур; М – багатоцільові; Ж – термостійкі; Н – морозостійкі; И – протизадирні та протизношувальні; Х – хімічно стійкі; П – приладні і так далі.

Як позначають тип загусника пластичного мастила?

Типи загусників (мила, вуглеводні тверді, органічні, неорганічні) в мастилах позначають також буквами російського алфавіту. Індекси загусників мастил наступні:

– мила (М): алюмінієве (А), барієве (Ба), кальцієве (Ка), літієве (Ли), натрієве (На), свинцеве (Св), цинкове (Ци), комплексне (кМ), суміш мил (М1-М2);

– вуглеводні тверді (Т);

– органічні (О): пігменти (Пг), полімери (Пм), уреати (Ур), фтор-вуглецеві (Фу);

– неорганічні (Н): глини (бентонітові та ін.) (Бн), сажа (Сж), силікагель (Си).

Індекси М, О, Н застосовують тільки в тих випадках, коли загусник, що входить в одну з трьох груп, не передбачений вище приведеним переліком.

Як позначають температурні інтервали застосування мастил?

Рекомендований температурний інтервал застосування мастила позначають дробом. Де, у чисельнику вказують (без знака мінус) зменшену в 10 разів мінімальну, а в знаменнику – максимальну температуру (наприклад, індекс 3/12 відповідає температурному інтервалу від -30 до +120 °С).

Як позначається тип дисперсійного середовища пластичного мастила?

Тип дисперсійного середовища та присутність твердих добавок позначають буквами.

Позначення дисперсійного середовища наступні: нафтові оливи (н), синтетичні вуглеводні (у), кремнійорганічні рідини (ж), фторсилоксани (ф), перфторалкіл-поліефіри (а), інші оливи та рідини (п).

Як позначають тверді добавки в пластичних мастилах?

Позначення твердих добавок до пластичних мастил наступні: графіту (г), дисульфіду молібдену (д), порошку свинцю (с), міді (м), цинку (ц), інші тверді добавки (т).

Як позначають суміш двох і більше олив в пластичному мастилі?

Суміш двох і більше олив позначають складовим індексом *нк, уэ* і так далі. На першому місці ставлять індекс оливи, що входить до складу дисперсійного середовища в більшій концентрації. Індекс (п) застосовують в тих випадках, коли до складу дисперсійного середовища входить олива, не передбачена вказаним переліком.

Як позначають класи консистенції пластичних мастил?

Індекси класів консистенції мастил позначають арабськими цифрами.

Наведемо приклади позначення пластичних мастил.

Мастило СКа 2/8-2: літера С – мастило загального призначення для звичайних температур (солідол); Ка – загущене кальцієвим милом; 2/8 – призначене для застосування при температурах –20...80 °С; відсутність позначення дисперсійного середовища – виготовлене на нафтовій оливі; 2 – пенетрація 265-296 при 25°С.

Мастило УНа 3/12 ЭЗ: літера У – вузькоспеціалізоване; На – загущене натрієвим милом; Э – виготовлене на складному ефірі; З – позначення класу консистенції (пенетрація складає 220-250 одиниць при температурі 25°С).

7.5.3. Коротка характеристика пластичних мастил

Які пластичні мастила відносяться до найбільш поширених водостійких мастил?

Найбільш поширеними водостійкими мастилами є кальцієві мастила – солідоли. Основну частину солідолів, що виробляються, складають синтетичні.

Як виготовляють синтетичні солідоли СКа 2/7-2?

Синтетичні солідоли СКа2/7-2 (ГОСТ 4636-76) готують загущенням олив середньої в'язкості гідратованими кальцієвими милами синтетичних жирних кислот, одержаних

окисленням парафінів.

Де застосовують прес-солідол С?

Прес-солідол С використовують для змащування вузлів тертя шасі автомобілів. Його застосовують як літнє та зимове мастило для різних вузлів тертя.

Чим загущують жирові солідоли?

Жирові солідоли (ГОСТ 1033-79) загущують кальцієвим милом жирних кислот, що входять до складу природних жирів. Виготовляють наступні марки жирових солідолів: прес-солідол Ж і солідол Ж.

Як готують графітне мастило СКа 2/8-г3?

Графітне мастило СКа2/8-гЗ (ГОСТ 3333-80) готується з високов'язкої циліндрової оливи з введенням кальцієвого мила (загусник) та графіту (наповнювач). Застосовується для змащування ресор.

Яке призначення автомобільного мастила ОНаКа 3/10-2?

Автомобільне мастило ОНаКа 3/10-2 (ГОСТ 9432-60) призначене для змащування підшипників маточин коліс і ін. вузлів автомобілів. Воно також добре змащує підшипники кочення.

Яке призначення мастила МЛи 4/12-3 (Літол-24)?

Мастило МЛи 4/12-3 (Літол-24) (ГОСТ 21150-75) – антифрикційне багатоцільове водостійке. Воно застосовується у вузлах тертя колісних і гусеничних транспортних засобів, що працюють при температурі -40...120 °С. Мастило містить антиокислювальну присадку.

Яке застосування мастила УЛи 4/13-Э3 (ЛЗ-31) ?

Мастило УЛи 4/13-Э3 (ЛЗ-31) (ГОСТ 24300-80) є синтетичним мастилом, що загущене стеаратом літію та містить в'язкісну, антиокислювальну, антикорозійну присадки. Його застосовують для змащування закритих підшипників кочення, що працюють в інтервалі температур від -40 до 130 °С.

Де застосовується мастило ЦИАТИМ-201 і ЦИАТИМ-203?

Мастила ЦИАТИМ -201 (ГОСТ 6267-74) і ЦИАТИМ-203

призначені для змащування механізмів, що працюють з малим зусиллям зсуву при температурі –60 ... 90 °С.

Яке призначення карданного мастила УНа 2/10-2 (АМ)?

Карданне мастило УНа 2/10-2 (АМ) (ГОСТ5730-51) застосовується для змащування поворотних цапф передніх ведучих мостів автомобілів.

Яке застосування мастила ЦИАТИМ-221?

Високотемпературне мастило ЦИАТИМ-221 (ГОСТ 9433-80) призначене для вузлів тертя, що працюють при температурі 150 ... 250°С.

Яка область застосування консерваційного мастила ПВК?

Консерваційне мастило ПВК призначене для захисту від корозії металевих виробів. Воно працездатне при температурі від –50 до 50 °С.

7.5.4. Вимоги до пластичних мастил та їх застосування

Які основні вузли автомобілів змащуються консистентними пластичними мастилами?

У автомобілях змащуванню підлягають підшипники кочення маточин коліс, шарніри рульового управління, підшипники водяного насосу, вижимні підшипники муфти зчеплення і т. ін. Слід зазначити, що умови роботи мастила в цих вузлах тертя різні.

Які найбільш розповсюджені марки мастил для автомобілів?

Широко поширеними мастилами для автомобілів є: синтетичний солідол і жировий прес-солідол Ж, Літол-24, ЛЗ-31, ЦИАТИМ-201, карданне АМ, ПВК, графітне та ін.

Які марки мастил застосовуються для різних вузлів автомобілів?

Для шарнірів поперечної та рульової тяги, шворнів поворотних кулаків, ковзаючих вилок і шліців карданних валів, маточин передніх і задніх коліс, підшипників водяних насосів і інших складальних одиниць рекомендуються

солідол С, Літол-24; для вижимного підшипника муфти зчеплення – ЛЗ-31; підшипників генератора – ЦИАТИМ-201; для змащування ресор – графітне мастило; шарнірів півосей і переднього ведучого моста – карданне АМ, Літол-24; для консервації – солідол С, ПВК і так далі.

Які терміни заміни автомобільних мастил і орієнтовна витрата?

Термін заміни мастила в більшості випадків складає 2-3 тис. годин; для шарнірів рульової тяги – 1500 годин, для маточин коліс – 6-8 тис. годин.

Витрата пластичних мастил для більшості тракторів складає 0,5-0,8% від витрати палива. Наприклад, витрата мастила ОД – 0,2 кг на 100 л витраченого палива.

Які основні вузли змащуються пластичними мастилами у тракторах?

У тракторах змащують вузли тертя підвіски, ходової частини, механізмів управління. В основному використовують солідол С. Для підшипника водяного насосу, головної передачі, муфти зчеплення застосовують мастило 1-13, для генераторів – мастило ЦИАТИМ-201.

Яке мастило рекомендується для консервації та які терміни заміни мастил тракторів?

Для консервації рекомендуються солідол С або мастило ПВК. Термін заміни мастил тракторів залежить від виду вузла тертя та складає від 8 до 240 і 500 г роботи.

Які мастила застосовують для змащування вузлів тертя сільськогосподарських машин і які їх витрати?

Для змащування вузлів тертя та підшипників сільськогосподарських машин застосовують солідоли. Витрата мастил для простих машин складає 10-15 г/га, для комбайнів – 100-140 г/га.

7.5.5. Основні показники та методи оцінки якості пластичних мастил

Які показники якості пластичних мастил?

Показниками якості мастила є його характеристики пружно-пластичності та міцності.

Що таке межа міцності пластичного мастила?

Критичне навантаження на мастило або напруга зсуву, перевищення яких порушує пропорційність між навантаженням і деформацією, після чого мастило починає вести себе як рідина, називається межею міцності, яка виражається в Па (або в г/см²). При температурі 20–120 °С межа міцності може складати 50–2000 Па (0,5–20 г/см²).

Як визначають межу міцності?

Межу міцності мастил на зсув визначають за допомогою пластоміра К-2 (ГОСТ 7143-73). Метод оснований на визначенні тиску, під дією якого при заданій температурі (20°С) відбувається зсув мастила в капілярі пластоміра.

Важливою властивістю мастил є їх здатність відновлювати міцність після зняття деформації.

Що характеризує величина пенетрації?

Пенетрація характеризує твердість мастила. Значення пенетрації, що виражається цілим числом десятих частин *мм* за школою пенетрометра, є глибиною занурення в мастило стандартного конуса під дією власної маси (150 г) протягом 5 С. Якщо конус за 5 с опустився в мастило з температурою 25 °С на глибину 25 мм, то її пенетрація дорівнює 250.Чим вище значення пенетрації, тим менша густота (консистенція) даного мастила. Пенетрацію мастил визначають за ГОСТ 5346-78. Для мастил значення пенетрації знаходиться в межах 200–400.

Який критерій працездатності пластичних мастил?

Температура краплепадіння характеризує температуру плавлення мастила та визначається за ГОСТ 6793-74.

Практично встановлено, що мастило зберігає працездатність до такої температури змащуваного вузла, яка на 15-20°С нижча за температуру її краплепадіння. Для сучасних мастил, загущених тугоплавкими загусниками (літієвим або барієвим милом), цей показник не характеризує зазначених властивостей. Так, різниця між температурою краплепадіння мастил і температурою вузла повинна бути не менше 70-80°С.

До яких показників відносять ефективну в'язкість

мастила?

В’язкість пластичних мастил є одним з важливих експлуатаційних показників. Ефективну в'язкість пластичних мастил визначають за допомогою автоматичного капілярного віскозиметра АКБ (ГОСТ 7163-63).

Чим характеризується стабільність пластичних мастил?

Стабільність характеризується незмінністю в мастилі первинних властивостей в умовах зберігання та застосування. Для мастила важливі: фізична стабільність; стійкість до радіації, що характеризується хімічною стабільністю; колоїдна стабільність; інертність до води, до агресивних середовищ, до окислення киснем повітря і так далі.

Як оцінюється випаровуваність пластичних мастил?

Випаровуваність оцінюють втратою частини маси мастила в умовах певних температур і часу (ГОСТ 7934.1-74).

Які види стабільності визначають стандарти для консистентних пластичних мастил?

Розрізняють стабільності: колоїдну, механічну та хімічну (проти окислення). Їх визначають відповідно до ГОСТ 7142-74, ГОСТ 19295-73 і ГОСТ 5734-76.

Що таке водостійкість мастила?

Властивість водостійкості визначає стійкість мастила до розчинення у воді, а також незмінність його властивостей при попаданні вологи. Тут також враховується гігроскопічність і взаємопроникність мастил по відношенню до води та пари.

Як визначають протизадирні та протизношувальні характеристики мастил?

Протизадирні та протизношувальні властивості – це важливі характеристики мастил. Їх оцінюють на різних машинах тертя.

Як визначають корозійні властивості мастил?

Корозійну активність мастил визначають за ГОСТ 7934.5-74 наступним способом. Металеві пластини занурюють в мастило, витримують певний час і потім оглядають. Бракувальними ознаками є зміна кольору

пластини, поява на ній корозійних слідів.

Як визначають захисні властивості пластичних мастил?

Захисні властивості пластичних мастил визначають за методикою ГОСТ 0.054-75. При цьому на металеву пластинку наносять шар мастила, витримують його в умовах підвищеної відносної вологості повітря та температури без конденсації, та з періодичною або постійною конденсацією вологи на зразку. Потім порівнюють колір і блиск поверхонь випробовуваної пластинки та зразка.

Контрольні запитання

1. Охарактеризувати методи недопущення сухого тертя?
2. Яке призначення мастильних матеріалів, їх класифікація?
3. Який вплив в'язкості та в'язкісно-температурних властивостей олив на роботу зношування двигуна та трансмісії?
4. Від чого залежить спрацювання оливи та необхідність її заміни?
5. Які присадки вводять до складу «пакета» присадок, що таке сумісність присадок?
6. Яка класифікація моторних і трансмісійних олив за в'язкісно-температурними властивостями?
7. Яка класифікація моторних олив за призначенням?
8. Яка класифікація трансмісійних олив за призначенням?
9. Що являють собою товарні синтетичні оливи, в чому їх перевага перед мінеральними?
10. Як можна змішувати оливи?
11. Чому мастила називають високоструктурованими тиксотропними дисперсними системами?
12. Які показники якості мастил характеризують їх структурно-механічні (реологічні) властивості (дайте їх характеристику)?
13. Яка класифікація мастил за їх призначенням?
14. Чи можна змішувати різні мастила?

8. ЕКОНОМІЯ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

8.1. Шляхи економії та скорочення втрат нафтопродуктів

Які основні фактори забезпечення економії паливно-мастильних матеріалів при їх використанні?

З метою економії паливно-мастильних матеріалів при поводженні з нафтопродуктами та експлуатації машино-тракторного парку необхідно:

– знати асортимент і властивості нафтопродуктів;

– правильно організовувати роботу нафтоскладів господарства, постів заправки та оснастити їх необхідними технічними засобами, що забезпечують механізований злив, відпуск і заправку;

– використовувати наряди зі спеціальним устаткуванням, пересувні механізовані засоби для заправки машин безпосередньо при виконанні технологічних процесів;

– при зберіганні не допускати погіршення якості нафтопродуктів;

– при транспортуванні паливно-мастильних матеріалів застосовувати справні технічні засоби;

– тримати у нормальному технічному стані системи живлення та мащення механізмів двигунів тракторів, автомобілів і комбайнів.

Що може призвести до значних втрат палива?

Значні втрати палива можуть бути внаслідок: підкапування при заправці; просочування через мікротріщини в зварних швах (потіння); нещільностей з'єднань трубопроводів, кранів і люків. Щоб уникнути таких втрат, необхідно своєчасно та ретельно проводити технічне обслуговування та ремонт устаткування постів заправки та нафтоскладів.

Чому краще застосовувати підземну установку резервуарів з нафтопродуктами?

Велика кількість нафтопродуктів втрачається через випаровування при нагріванні резервуарів сонячними

променями. Тому раціонально передбачати підземну установку резервуарів.

Як навантаження двигуна та технічний стан автотранспортних засобів впливає на економію палива?

Один із напрямів економного витрачання палива є найбільш повне завантаження двигуна при виконанні певної роботи. Для цього, перш за все, необхідно своєчасно та в повному об'ємі згідно нормативних вимог проводити технічне обслуговування та ремонт тракторів, автомобілів та іншої техніки.

8.2. Збір і повторне використання відпрацьованих олив

З якою метою відновлюють відпрацьовані нафтопродукти?

Відпрацьовані нафтопродукти поділяють на групи: оливи моторні відпрацьовані (ОМВ); оливи індустріальні відпрацьовані (ОІВ); турбінні та компресорні оливи; суміш нафтопродуктів відпрацьованих (СНВ) (олив, бензину, гасу і дизельного палива). Змащувальні оливи перших двох груп йдуть на регенерацію (відновлення), а потім на повторне використання для тих же машин з додатковим введенням відповідних присадок. Відновлені оливи за якістю не поступаються свіжим.

Показники якості відпрацьованих олив повинні відповідати вимогам ГОСТ 21046-81.

8.3. Техніка безпеки та протипожежні заходи при роботі з нафтопродуктами

Які заходи з техніки безпеки є обов'язковими при роботі з нафтопродуктами?

Всі види нафтопродуктів – вогненебезпечні та шкідливі для здоров'я людини. Слід періодично проводити інструктажі кожного працівника та суворо дотримуватись правил техніки безпеки та протипожежних заходів.

На нафтоскладах і стаціонарних постах заправки слід забезпечувати встановлені норми протипожежних розривів

між спорудами.

Для уникнення появи іскор від розрядів статичної електрики всі трубопроводи та резервуари заземлюють, стаціонарні пости заправок обладнують громовідводами, а нафтосклади оснащують комплектами первинних засобів пожежогасіння.

Для зменшення процесів утворення електростатичних зарядів на ємностях для палив необхідно дотримуватись безпечних технологій: заправку нафтопродукту проводити з відповідною швидкістю, не заливати «падаючим» струменем.

Для відведення зарядів статичної електрики резервуари, а також всю металеву арматуру, трубопроводи перекачувальних і заправних установок для нафтопродуктів слід заземлювати. Заземлення встановлюється з визначеним інтервалом за довжиною для попередження накопичення зарядів певного потенціалу (заземлюються навіть поплавки для контролю рівня нафтопродуктів).

Слід пам'ятати про вибухонебезпечність палив в суміші з повітрям. Наприклад, вибухонебезпечна концентрація для бензинів складає 0,8–8,0 % об., а для дизельних палив – 2,1–12 % об. При звичайних температурах більшу вибухонебезпечність мають бензини.

Для попередження критичних концентрацій парів горючих речовин в повітрі закритих приміщень слід передбачати системи вентиляції.

Контрольні запитання

1. Що складає основу раціонального та економного використання паливно-мастильних матеріалів?
2. Назвати основні заходи с техніки безпеки при роботі з паливо-мастильними матеріалами?

9. ТЕХНІЧНІ РІДИНИ

9.1. Охолоджувальні рідини

9.1.1. Призначення, види охолоджувальних рідин і вимоги до них

Яка кількість теплоти відводиться при охолоджуванні двигуна?

Для забезпечення нормальної роботи двигуна внутрішнього згоряння необхідно постійно відводити теплоту від деталей, що нагріваються.

Кількість теплоти, що відводиться при охолоджуванні, коливається в межах 25-35% від загальної теплоти, що виділяється при згорянні робочої суміші.

Способи охолоджування двигунів і які з них найбільш поширені?

Охолоджування автотракторних двигунів може бути повітряним і рідинним. Більш поширеним є рідинне охолоджування.

Яким вимогам повинна відповідати охолоджувальна рідина?

Охолоджувальна рідина повинна:

– мати достатньо високу температуру кипіння та теплоємність;

– мати температуру замерзання нижчу за температуру навколишнього повітря;

– не утворювати накипу на водяній рубашці двигуна та приладах системи охолоджування;

– не викликати корозію деталей двигуна та бути нейтральною до з'єднань ущільнювачів в системі охолоджування;

– бути безпечною в обігу, дешевою та універсальною.

Які недоліки води як охолоджувальної рідини?

Істотний недолік води як охолоджувальної рідини – це висока температура замерзання, що утруднює її застосування в зимовий час.

Іншим недоліком є наявність у воді різних розчинних солей, здатних у вигляді накипу відкладатися на поверхнях деталей системи охолоджування, що погіршує

охолоджування двигуна із-за низької теплопровідності накипу.

Крім того, вода може кородувати метал деталей, що призводить до зниження їх міцності та надійності роботи двигуна.

Які переваги води як охолоджувальної рідини?

Вода, як охолоджувальна рідина, має переваги перед рештою рідин за такими показниками якості, як висока теплоємність, що дорівнює 4,19 Дж /(кг·°С) і теплопровідність, мале значення в'язкості (1 мм^2/с), екологічна та пожежна безпека. Вода доступна і має достатню сировинну базу.

Які недоліки та переваги застосування низькозамерзаючих охолоджувальних рідин?

При негативних температурах застосовують низькозамерзаючі охолоджувальні рідини. Коефіцієнт їх об'ємного розширення відносно високий, що не дозволяє повного заповнення системи охолоджування. Багато антифризів негативно діють на гумотехнічні вироби ущільнювачів, є порівняно дорогими. Проте низька температура їх замерзання забезпечує надійну роботу системи охолоджування при мінусових температурах навколишнього повітря.

9.1.2. Низькозамерзаючі охолоджувальні суміші (антифризи)

Які умови застосування низькозамерзаючих рідин, їх склад та властивості?

Для сучасної техніки широкого розповсюдження набули всесезонні низькозамерзаючі рідини – антифризи, якими можуть бути суміші води із спиртами одноатомними (наприклад, етанолом чи метанолом), двохатомними (етиленгліколем, пропіленгліколем), трьохатомним спиртом (гліцерином).

При виборі спиртів для приготування антифризу слід звертати увагу на температуру кипіння, спалаху та

застигання їх водних розчинів, а також розраховувати економічну доцільність їх використання.

Найбільшого розповсюдження набули етиленгліколеві антифризи, а також суміші етилен і пропіленгліколю.

Найкращою низькозамерзаючою рідиною вважається суміш етиленгліколю та води. Залежно від необхідної температури замерзання суміш може бути приготовлена в будь-яких співвідношеннях. У чистому вигляді етиленгліколь – безколірна прозора рідина, без запаху, з температурами замерзання та кипіння відповідно -11,2 і 197,4°С. Вона є сильною харчовою отрутою. Максимально низьку температуру замерзання (-75°С) має суміш, що містить 66,7% етиленгліколю і 33,3% води (рис. 9.1).

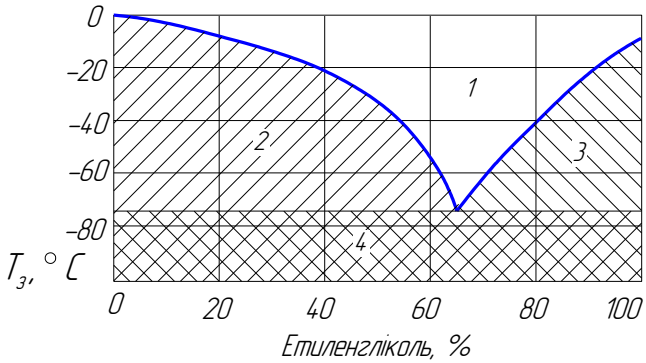


Рис 9.1 Крива кристалізації водоетиленгліколевих сумішей: 1 – розчин; 2 – кристали льоду+розчин; 3 – кристали етиленгліколю + розчин; 4 – кристали льоду та етиленгліколю

Яка позитивна якість етиленгліколю?

Позитивною якістю етиленгліколевих сумішей є те, що вони не утворюють в системі охолоджування накипу.

Які негативні сторони застосування спиртових антифризів?

Спиртові антифризи мають підвищену корозійність, великі коефіцієнти об'ємного розширення (8-10 % об.) при нагріванні до робочих температур.

Які охолоджувальні суміші виробляються промислово?

Промисловість випускає чистий етиленгліколь, а також водоетиленгліколеві суміші двох марок А-40 і А-65 (цифра позначає температуру замерзання суміші). В А-40 міститься 53% етиленгліколю та 47% води, в А-65 – 65% етиленгліколю та 35% води. Етиленгліколь є отруйний.

Чому при зменшенні об'єму етиленгліколевої рідини до неї доливають дистильовану воду?

Перед заповненням етиленгліколевою рідиною систему охолоджування ретельно промивають. При нагріванні етиленгліколевої рідини при експлуатації двигуна з неї випаровується вода. Тому зменшення об'єму в системі охолоджування компенсують дистильованою водою.

Що визначається гідрометром в охолоджувальній рідині перед доливанням до неї дистильованої води?

Перш, ніж долити воду в систему охолоджування, слід перевірити склад охолоджувальної суміші гідрометром. Він визначає значення концентрації етиленгліколю в розчині та температуру замерзання. Кожному складу суміші відповідає певна густина. Якщо концентрація етиленгліколю завищена, додають воду для доведення суміші до стандартного складу.

Густина рідини А-40 при температурі 20°С складає 1,07 г/см^3, а рідини А-65 – 1,084 г/см^3.

Яка процедура переведення системи охолоджування автомобіля на літню експлуатацію?

Для переведення машини на літню експлуатацію антифриз зливають в чистий посуд. Після фільтрації він може бути повторно використаний. Систему охолоджування після цього добре промивають чистою водою.

Де застосовують всесезонну низькозамерзаючу охолоджувальну рідину?

Для легкових автомобілів, вантажних автомобілів КамАЗ, тракторів К-701 та інших марок машин широко

застосовують всесезонну низькозамерзаючу рідину «Тосол», виготовлену на основі етиленгліколю, з додаванням 2,5-3,0% складної композиції протикорозійних і антипінної присадок. Випускають Тосол А, Тосол А-40 і Тосол А-65 (ТУ 602751-73). Рідини забарвлюють в зелено-блакитний колір. Суміш концентрованого Тосолу А і води в співвідношенні 1:1 має температуру початку кристалізації –35°С. Для одержання антифризу з температурою застигання близькою до мінус 20 °С змішують один об'єм концентрату з двома об'ємами дистильованої води.

Як позначають водні розчини Тосолу А?

Водний розчин Тосолу А, з температурою застигання не вище -40°С, позначають як Тосол А-40, з температурою – 65°С – як Тосол А-65. Тосол А має густину в межах 1,12-1,14, Тосол А-40 – 1,075-1,085 і Тосол А-65 – 1,085-1,095 г/см^3. При зменшенні об'єму Тосолу в систему охолоджування двигуна доливають дистильовану воду. Замінюють Тосол в системі охолоджування через 2 роки його роботи.

Які особливості експлуатації антифризу?

При експлуатації етиленгліколь (або інші спирти) окислюється, спрацьовуються присадки, тому антифризи необхідно періодично замінювати. Передчасна поява каламуті, втрата прозорості антифризу свідчить про необхідність негайної його заміни, якщо навіть не вийшов термін використання.

Змішувати антифризи, виготовлені різними фірмами, не рекомендується із-за можливої несумісності присадок. Різні фірми використовують майже однакові за призначенням присадки до антифризу, але вони можуть мати різний хімічний склад.

9.2. Рідини для гідравлічних систем

9.2.1. Загальні вимоги та властивості

Яке призначення гідравлічних рідин?

Гідравлічні рідини призначені для приведення в дію різних агрегатів і механізмів: привода гальм, підсилювача рульового керування, механізмів перекидача автомобілів-

самоскидів, різних гідропідіймачів, гідроприводів, рідинних амортизаторів тощо.

Яку основну функцію виконують робочі рідини в гідравлічних системах?

Основна функція робочих рідин (рідких середовищ) для гідравлічних систем – це передача механічної енергії від її джерела до місця використання із забезпеченням зміни величини або напрямку прикладеної сили.

Які особливості роботи гідравлічних рідин?

Гідравлічні рідини в гідросистемах забезпечують плавну і рівномірну передачу потужності з високим ККД (близько 95%). Це їх основна перевага перед пневматичними та механічними передачами.

Які основні тенденції удосконалення конструкцій гідравлічних приводів?

При постійному вдосконаленні конструкцій гідравлічних приводів визначилися наступні тенденції:

– підвищення робочого тиску та пов'язане з цим розширення верхніх температурних меж експлуатації робочих рідин;

– зменшення загальної маси приводу або збільшення відношення передаваної потужності до його маси, що зумовлює інтенсивну експлуатацію робочої рідини;

– зменшення робочих зазорів між деталями робочого органу, вихідної та приймальної порожнин гідравлічної системи, що посилює вимоги до рівня чистоти робочих рідин.

Що використовується в якості робочих рідин для гідравлічних систем?

Робочим тілом у гідравлічних передачах є легкорухомі і практично нестисливі рідини, що працюють в широкому діапазоні температур (від +90 до -40 ^{o}C і нижче), при підвищеному тиску (до 10 МПа) в контакті з деталями з чорних і кольорових металів, гумовими та шкіряними ущільнювачами, шлангами та ін.

Які вимоги пред'являються до гідравлічних рідин?

Гідравлічні рідини повинні:

– мати високу температуру кипіння та низьку температуру замерзання;

– мати оптимальний рівень в'язкості та гарні в`язкісно-температурні характеристики в широкому діапазоні температур, тобто високий індекс в'язкості або пологу в’язкісно- температурну характеристику;
– мати високий антиокислювальний потенціал, а також термічну та хімічну стабільність;
– захищати деталі гідравлічного приводу від корозії;
– мати високий рівень фільтрованості;
– мати необхідні деаеруючі, деемульгуючі та антипінні властивості;
– характеризуватися високою змащувальною здатністю, необхідними протизадирними і протизношувальними властивостями;
– бути сумісними з гумами, еластомірами та іншими ущільнювальними матеріалами;
– бути безпечними в роботі;
– мати достатню сировинну базу;
– бути дешевими.

Що є основою для виробництва широко використовуваних сортів гідравлічних олив?

Більшість масових сортів гідравлічних олив виробляють на основі добре очищених базових компонентів, що отримуються з рядових нафтових фракцій з використанням сучасних технологічних процесів екстракційного та гідрокаталітичного очищення. Разом з цим ряд низькозастигаючих малов’язких гідравлічних олив отримують глибоким сірчанокислим очищенням легких фракцій малопарафінових нафт нафтенової основи. Для виготовлення гідравлічних олив можуть використовуватись синтетичні продукти або суміші мінеральних і синтетичних олив. Особливого значення набуває використання пожежобезпечних синтетичних олив (рідин). В зв’язку з рядом переваг все більшого розвитку набувають водо-гліколеві синтетичні рідини, які складаються, в основному, з таких компонентів: полігліколь – для надання в’язкісних власти-востей; гліколь – для низькотемпературних властивостей; вода – для пожежної безпеки.

Які присадки додають до гідравлічних олив?

У гідравлічні оливи вводять антиокислювальні, антикорозійні, протизношувальні, протипінні та інші присадки. Найбільшого розповсюдження в якості протизношувальних присадок для масових сортів олив отримали диалкілдитнофосфати металів (в основному цинку) або їх «беззольні» варіанти (амінні солі та складні ефіри дитнофосфатної кислоти).

9.2.2 Асортимент і застосування робочих рідин

Які групи гідравлічних олив регламентує ГОСТ 17479.3-85 за експлуатаційними властивостями?

Залежно від експлуатаційних властивостей гідравлічні оливи згідно ГОСТ 17479.3-85 поділяються на наступні групи:

А – нафтові гідравлічні оливи без присадок, що використовуються в малонапружених гідравлічних системах при тиску до 15 МПа і максимальній температурі оливи в об'ємі системи до 80°С;

Б – добре очищені нафтові оливи з протиокислювальними та антикорозійними присадками і призначені для використання в якості робочих рідин в гідросистемах при тиску до 25 МПа і температурі оливи в об'ємі до 90°С;

В – добре очищені нафтові оливи з антиокислювальними, антикорозійними та протизношувальними присадками, призначеними для використання в якості робочих рідини в гідравлічних системах при тиску понад 25 МПа і температурі оливи в об'ємі більше 90°С.

У оливи всіх трьох груп можуть вводитись загущувальні (в'язкісні) і антипінні присадки.

Які класи в'язкості гідравлічних робочих олив регламентує ГОСТ 17479.3-85?

За показниками в'язкості при 40°С ГОСТ 17479.3-85 (аналогічно міжнародній в'язкісній градації олив ISO) передбачає поділ гідравлічних олив на 10 класів в'язкості, згідно табл. 9.1.

Таблиця 9.1

Відповідність в'язкості гідравлічних рідин їх класам в'язкості

Клас в'язкості	В'язкість, мм^2 /с	Класс в'язкості	В'язкість, мм^2 /с
5	4,14–5,06	32	28,80–35,20
7	6,12–7,48	48	41,40–50,60
10	9,00–11,00	68	61,20–74,80
15	13,50–16,50	100	90,00–110,00
22	19,80–24,20	150	135,00–165,00

Яка відповідність груп вітчизняних гідравлічних олив класифікаційним групам ISO?

Встановлена також відповідність груп вітчизняних гідравлічних олив класифікаційним групам за міжнародною класифікацією ISO: А-НН, Б-HL, В-НМ. Загущені в'язкісними присадками оливи групи В відповідають класифікаційній групі ISO «HV».

Яка система позначень гідравлічних олив?

Система позначень гідравлічних олив складається з літер МГ, що означає мінеральна гідравлічна олива, далі вказують клас в'язкості і, в кінці, належність до однієї з трьох груп за експлуатаційними властивостями (А, Б, В). Наприклад, МГ-15Б означає: олива мінеральна гідравлічна, клас в'язкості 15 (13,50-16,50 мм^2/с), за експлуатаційними властивостями відноситься до групи Б

Яка відповідність гідравлічних олив нафтового походження, що випускаються за різною нормативно-технічною документацією?

Відповідність асортименту гідравлічних олив нафтового походження, що випускаються за різною нормативно-технічною документацією (НТД), продукції по ГОСТ 17479.3-85 приведена в табл. 9.2. За рівнем в'язкості гідравлічні оливи поділяються на малов'язкі, середньов'язкі і в'язкі.

Для гідросистем в якості робочої рідини використовують гідравлічні оливи.

Таблиця 9.2

Позначення гідравлічних олив

Позначення за ГОСТ 17479.3-85	Позначення за іншою НТД	Позначення НТД
МГ-22-А	АУ	ГОСТ 1642-75
МГ-5-Б	МГЕ-4А	ОСТ 38 012881-82
МГ-7-Б	РМ	ГОСТ 15819-70
МГ-10-Б	РМЦ	ГОСТ 15819-70
МГ-22-Б	АУП	ОСТ 38 01364-84
МГ-46-Б	МГ-30	ТУ 38 10150-79
МГ-15-В	ВМГЗ	ТУ 38 101479-74
МГ-15-В	МГЕ-10А	ОСТ 38 01281-82
МГ-46-В	МГЕ-46В	ТУ 38001347-83

Яке призначення оливи МГ – 30?

Олива МГ-30 призначена для використання в гідросистемах з робочим тиском до 20 МПа у весняно-літній період в середній кліматичній зоні та всесезонно в південних районах країн СНД.

Які марки олив набули широкого використання для гідросистем різної техніки?

У гідравлічних системах найчастіше використовують індустріальні оливи (веретінну, турбінну, трансформаторну) та спеціальні оливи. Для гідросистем різної техніки всесезонно в інтервалі температур від -50 до 50°С використовується олива ВМГЗ.

Широкого використання набула олива МГЕ-10А, яка є загущеною низькозастигаючою фракцією з присадкою. Ця олива може працювати в широких температурних межах (–60...+90°С). Її температура застигання складає –70°С.

Як робочу рідину для гідросистем окремих тракторів застосовують моторну оливу. Але вона не повною мірою відповідає необхідним вимогам із-за відносно високої

в'язкості та невідповідних в’язкісно-температурних властивостей, а також по причині високої зольності присадок, що сприяє підвищеному зносу.

Які правила вибору гідравлічних олив?

При виборі олив для гідравлічних систем враховується не тільки клас в’язкості (середнє значення в’язкості при 40 °С), а також значення в’язкості при робочих температурах, які зростають на 70–120 °С, і робочі тиски в системі.

При збільшенні тиску до 40 МПа в’язкість гідравлічної рідини іноді може збільшуватись вдвічі та більше. А використання олив з великим значенням в’язкості провокує збільшення гідравлічних втрат і, як наслідок, зменшення швидкості передачі енергії гідроприводу.

Які правила заміни одних гідравлічних олив іншими? Правило взаємозамінності гідравлічних олив наступне: олива нижчої групи замінюється оливою вищою за якістю групи. Наприклад, оливи групи Б замінюються оливами групи В однакового класу в’язкості.

9.3. Рідини для гальмівних систем

Які вимоги пред’являються до гальмівних рідин для гідравлічних гальм автомобілів?

В якості гальмівних рідини для гідравлічних систем гальм автомобілів і інших машин застосовують рідини з низькою температурою замерзання, гарними антикорозійними власти-востями без руйнівної дії на гумові ущільнювачі.

Основна частина гальмівних рідин виготовляється із суміші різних органічних сполук, в яких одна складова є носієм в'язкості і мастильних властивостей, а друга – розчинником цих компонентів. Від їх якості залежать низькотемпературні властивості гальмівних рідин. При роботі гальмівні рідини нагріваються, тому повинні мати високі температури кипіння, так як випаровування і, тим більше, кипіння у системах недопустимі. При утворенні пари зусилля від педалі не доходять до робочих органів, аналогічно ефекту при наявності в системі повітря, коли

відбувається “провал педалі” і колеса не гальмуються. Цей недолік гальмівних рідин може проявлятися особливо тоді, коли до їх складу входять ефіри полігліколей, через гігроскопічність (поглинають воду з повітря) останніх. Внаслідок цього температури кипіння гальмівних рідин можуть знижуватись (на 60-70 °С і більше), що є причиною провалу гальмівної педалі.

Для визначення можливостей використання гальмівної рідини сумнівної якості слід добре перемішати у чистій сухій пробірці однакові об’єми даної рідини та бензину і дати відстоятись протягом 2–3-х годин. Поява водяного шару свідчить про непридатність її до використання.

Що є основою для виробництва гальмівних рідин?

Гальмівні рідини випускають на касторовій, гліцериновій, гліколевій та нафтовій основах.

Які марки гальмівних рідин випускаються на касторовій основі?

На касторовій основі випускають автомобільні гальмівні рідини марок ЭСК і БСК. Рідиною ЭСК є суміш 60% касторової олії та 40% етилового спирту, що забарвлена в червоний колір. Рідина БСК – 50% касторової олії та 50% бутилового спирту, забарвлена в оранжевий колір. Недоліком цих рідин є те, що їх неможливо застосовувати при температурах навколишнього повітря нижчих мінус 20 °С.

Який склад гальмівних рідин на гліцериновій основі?

На гліцериновій основі випускають гальмівну рідину, що містить 35% очищеного гліцерину і 65% спирту-ректифікату. Зберігати гальмівні рідини треба в герметизованих ємкостях.

Які є марки та які особливості автомобільних гальмівних рідин на гліколевій основі?

На гліколевій основі випускають автомобільні рідини марок “ГТЖ-22М” (ТУ 60 1814-73) і “Нева” (ТУ 6 011163-78). Основ-ним компонентом в їх складі є гліколь і його похідні. Вони містять в’язкісні, протизношувальні, інгібітори корозії та інші присадки. Їх можна застосовувати при низьких температурах. Рідина ГТЖ-22М забарвлена в зелений колір і прийнята як єдина всесезонна гідрогальмівна

рідина для вітчизняних автомобілів. При 50°С вона має кінематичну в'язкість в межах 7,9 – 8,3 сСт, температуру замерзання – 65°С. Її недоліком є підвищена корозійна агресивність до чавуну та невисокі змащувальні властивості.

Яка область застосування гальмівної рідини "Нева"?

Рідина "Нева" рекомендується для застосування в приводах гальм сучасних легкових автомобілів. Вона має температуру кипіння 195 °С. Не боїться води (гліколь добре розчиняється у воді).

Які властивості та де застосовується гальмівна рідина "Томь"?

Всесезона рідина марки "Томь" (ТУ 6 012620-77) є сумішшю гліколів і ефірів борної кислоти. Основні її переваги: невелика гігроскопічність, гарні протизношувальні та антикорозійні влас-тивості, низька вартість. Експлуатаційні властивості цієї рідини забезпечують надійну роботу приводів гальм вантажних і легкових автомобілів. Вона має температуру кипіння 205 °С. Кінема-тичні в'язкості гальмівних рідин "Нева" і "Томь" при мінус 40°С складають не більше 1500 мм^2/с, а при плюс 100 °С – не менше 2,0 мм^2/с.

9.4. Рідини для амортизаторів

Яке призначення та властивості амортизаційних рідин?

Амортизаційні рідини застосовуються в телескопічних і важільно-кулачкових амортизаторах для поглинання кінетичної енергії коливання кузова машини за рахунок перетікання рідини, Тиск рідини в амортизаторах досягає 8-11 МПа, а температура, в залежності від температури навколишнього середовища, до 140 °С. Для забезпечення нормальної роботи амортизаторів рідини повинні мати гарні в'язкісно- і низькотемпературні, а також антипінні, мастильні та інші властивості.

Яка марка амортизаційної рідини є найбільш поширеною та який її склад?

Найбільш широко в амортизаторах автомобілів

використовується рідина АЖ-12 Т (ГОСТ 23008-78). Вона є сумішшю малов'язкої мінеральної оливи та кремнійорганічної рідини з додаванням протизношувальних і антиокислювальних присадок. Інтервал робочих температур знаходиться в межах 50...+60°С. Температура застигання АЖ-12 складає не вище мінус 55 °С, кінематична в'язкість при температурі 50 °С – 12 мм^2/с, а при мінус 40 °С не перевищує 6500 мм^2/с.

Які оливи використовуються як амортизаційні рідини?

В якості амортизаційної рідини використовується також всесезонна олива МГП-10 (ТУ 38 154-74), яка є сумішшю трансформаторної оливи, кремнійорганічної рідини, тваринних жирів, антиокислювальної та антипінних присадок. Вона має температуру застигання не вище мінус 40 °С і кінематичну в'язкість 10 мм^2/с при температурі 50 °С.

За відсутності спеціальних рідин застосовують суміші трансформаторної і турбінної олив в рівному співвідношенні. Взимку можна використовувати веретенну оливу АУ.

Вміст полісилоксанів в вищеприведених марках амортиза-ційних рідин забезпечує високі антипінні властивості та високі індекси в'язкості.

9.5. Консерваційні рідини

Які марки олив широко застосовуються для консервації складових автомобіля?

Консерваційні оливи К-17, НГ-203 і консерваційно-робочі оливи з присадками АКОР-1 і КП широко застосовують для консервації двигунів, агрегатів трансмісії, редукторів і ін. вузлів, а також зовнішніх поверхонь.

Які оливи застосовуються для тривалої консервації машин?

Для тривалої консервації машин (5 і більше років) застосовують оливу К-17 (ГОСТ 10877-76) з кінематичною в'язкістю при температурі 100°С 15-22 сСт і температурою застигання мінус 20 °С. Для консервації двигуна зливають робочу моторну оливу та заливають консерваційну. Після

цього колінчастий вал провертають для рівномірного розподілу оливи на дзеркалах гільз циліндрів і поршнях. При введенні двигуна в експлуатацію знову заливають моторну оливу.

Які консерваційні властивості оливи НГ-303А

Консерваційна олива НГ-203А (ГОСТ 12238-77) є маслянистою рідиною коричневого або чорного кольору, з кінематичною в'язкістю при температурі 100°С 25-50 сСт. Олива НГ-203А зберігає консерваційні властивості протягом року.

Як отримують універсальні оливи для внутрішньої консервації?

Універсальні оливи для внутрішньої консервації двигунів, агрегатів трансмісій та ін. отримують додаванням до робочої оливи близько 5% присадки АКОР-1. Після чого двигуну дають попрацювати протягом 5 хв. Для відновлення експлуатації розконсервація не потрібна. Захисна дія зберігається протягом одного року.

Присадку АКОР-1 можна застосовувати як захисну рідину для зовнішньої консервації.

Які характеристики захисних мастил за водостійкістю?

Захисні консерваційні мастила повинні бути вологостійкими. Найменш водостійким є мастило 1-13. Швидко змивається також мастило ЦИАТИМ-201. Солідол і мастило ПВК мають більш високі захисні властивості та найбільш стійкі до вологи.

Де використовують захисне покриття НГ-216 "Масилин" і автоконсервант "Мовиль"?

Для консервації деталей захисним плівковоим покриттям випускають консервант НГ-216 "Масилин" (ТУ 38 101427-76). Після нанесення такого мастила розчинник випаровується, а на поверхні залишається воскоподібна плівка товщиною 0,1-0,5 мм.

Для захисту від корозії прихованих порожнин автомобілів широко застосовується автоконсервант "Мовиль" (ТУ 6151131-78).

9.6. Рідини для видалення нагару з деталей двигуна

Як виконується промивка оливної та паливної систем з використанням спеціальних промивочних олив і додаванням розчинників до палив?

Періодичне промивання оливної системи, з використанням спеціальних промивочних олив (може проводитись при заміні оливи), може сприяти покращанню роботи поршневих кілець, підвищенню компресії двигуна.

Спеціальні промивочні оливи повинні мати високі розчинні властивості щодо смолянистих відкладень (в канавках поршневих кілець, інших місцях двигуна) і мастильні властивості. Розчинник, що міститься в промивочних оливах, має встигати розчинити також осади на стрижнях клапанів.

Добавка розчинників до палив для видалення смолянистих відкладень із клапанів, поршнів не дає належного ефекту, тому що їх концентрація в паливі невелика, діють вони поступово довгий час. При використанні подібних розчинників може порушитись або припинитись подача палива в циліндри двигуна внаслідок засмічення паливної системи смолами, що вимиваються розчинником. Тому промивка паливної системи, зокрема, карбюраторів, інжекторів повинна проводитись на станціях технічного обслуговування з використанням спеціального обладнання, коли значний ефект досягається протягом кількох хвилин.

Багато розчинників, промивачів, не дивлячись на різний їх склад, мають за основні комоненти легкий бензин, гас, дизельне паливо. Друга частин таких продуктів складається приблизно з таких речовин та сполук: спирти (метиловий. етиловий та інші), бензол, толуол, ксилол, нітробензол, ароматична фракція коксохімічного виробництва або суміші ароматичних вуглеводнів іншого походження, хлоровані продукти (дихлоретан, трихлоретан, хлорнафталін та інші), іноді додають нафталін, скипідар, ацетон, графіт, олеїнову кисоту, нафтенат свинцю, стеорат алюмінію, інші “мила”, рослинні та тваринні жири, аміачні сполуки, оцтову кислоту

чи ангідрид та багато інших в різних кількостях та композиціях.

Слід пам'ятати, що більшість компонентів токсичні, мають шкідливі властивості, при використанні можуть викликати підвищення корозії окремих деталей двигуна, наприклад, підшипників, стінок циліндрів, оливоприймачів.

До складу вимитих відкладень можуть входити механічні домішки, метали, які попадають до підшипників, на стінки циліндрів, забивають вже засмічений оливоприймач, його сітку. Будь-який розчинник, промивач розчинює не тільки смоли, але й мастильну плівку. Більшість розчинників, промивачів мають підвищену корозійність. Тому таку продукцію автохімії використовують дуже обережно, коли існує нагальна потреба, є відповідні знання та навички її використання.

Однією з основних причин утворення відкладень в оливній системі є якість палива. Значна кількість осадів в оливній системі утворюється при використанні палива недостатньої якості. Тому перед заливанням свіжої оливи, за потребою, оливну систему слід промити для видалення осадів.

Які миючі склади використовуються для видалення нагарів з деталей циліндропоршневої групи, їх властивості та особливості використання?

Для видалення нагару з поршнів, поршневих кілець, головок блоку та інших деталей застосовують різні миючі склади, приготовлені на основі каустичної соди (або їдкого натру) з додаванням рідкого скла, вуглекислого натрію та інших речовин. Їх недоліком є значна корозійна дія на деталі з кольорових металів або сплавів, особливо з алюмінію. Крім того, ці склади є токсичними. Деталі з нагаром витримують в миючих рідинах 2-3 години при температурі 80-85°С. Після цього відкладення легко знімаються з поверхонь. Приведемо рецепт поширеного миючого складу: на 100 л води додають 2,5 кг їдкого натру, 3,3 кг каустичної соди, 0,15 кг рідкого скла та 0,85 кг мила.

Які переваги використання синтетичних миючих

засобів?

Застосовують також синтетичні миючі засоби, які не кородують металеві поверхні та добре змивають нагар. Серед них найбільш розповсюджені МС-5, МС-6 і МС-8. Це суміші неіоногенних поверхнево-активних речовин з додаванням активних з'єднань у вигляді триполіфосфату натрію, кальцинованої соди та інших з'єднань. Ці миючі засоби використовують у вигляді 1,0-2,5%-них водних розчинів.

Які миючі склади застосовують для миття деталей та складальних одиниць?

Миючий склад МС-5 особливо ефективний для миття деталей та складальних одиниць двигунів внутрішнього згоряння; склад МС-6 – для деталей трансмісій та ходової частини автомобілів, тракторів. Склад МС-8 використовують для очищення надзвичайно забруднених машин. Ці миючі засоби можна використовувати також для зовнішнього миття тракторів і автомобілів. Для цього їх розчин готують меншої концентрації (10–15г/л). Температуру розчину доводять до 70–80°С. При середній забрудненості на 1 т деталей необхідно 1–2 кг миючого засобу. Тривалість миття не перевищує 10–30 хв.

Яку пасту використовують при очищенні машин на пароводоструменевій установці?

При очищенні машин на пароводоструменевій установці використовують синтетичну пасту “Аэрол” в концентрації 1-5 г/л. Застосування цього препарату дозволяє швидко та якісно видалити відкладення, нагар і лаки з надзвичайно забруднених поверхонь.

Який склад миючої емульсії застосовується при ультразвуковій обробці?

Для отримання особливо чистих поверхонь деталей застосовують ультразвукову їх обробку емульсією (дизельне паливо з водою та невеликою кількістю поверхнево-активних речовин).

Контрольні запитання

1. Які вимоги ставляться до охолоджувальних рідин?

2. Які охолоджувальні рідини використовуються для двигунів, чи можна їх взаємозамінювати та змішувати?
3. Назвіть склад гальмівних рідин.
4. Назвіть рідини для амортизаторів та інших гідросистем.
5. Яка класифікація гідравлічних рідин?

10. ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ

10.1. Загальні відомості про високомолекулярні сполуки

Обов'язковим компонентом більшості неметалевих матеріалів (гума, фарба, плівки, тканини, клеї, пластмаси та ін.), які використовують у виробництві, при експлуатації та ремонті транспортних засобів є високомолекулярні сполуки.

Як в чистому вигляді, так і в поєднанні з іншими матеріалами високомолекулярні сполуки мають багато цінних властивостей, а тому часто виступають в ролі замінників традиційних матеріалів, а в деяких випадках набувають особливого значення щодо застосування.

10.2. Полімери та їх класифікація

В чому специфічність властивостей полімерних матеріалів?

Сучасний науково-технічний прогрес неможливий без створення нових спеціальних матеріалів, що мають специфічні властивості, які, на перший погляд, навіть несумісні. Це жорсткість й еластичність, твердість і надтекучість, розчинність у воді й нерозчинність, газопроникність та газонепроникність тощо. Такі протилежні властивості, які виключають одна одну, поєднуються в полімерах. Термін "полімер" акцентує увагу на те, що його макромолекула, тобто молекула полімеру, це численні лінійні, розгалужені східчасті або сітчасті (дво- або тривимірні) малі системи, які складаються з однакових або різних елементів.

Що включає в себе поняття "полімер"?

Поняття "полімер" визначає передусім не хімічний склад речовини, а те, як вона побудована. Полімери – це форми організації матерії.

Полімерні матеріали являють собою складні системи, з яких можна виділити ряд важливих підсистем (решітка, атом, атомні групи, макромолекули та інші). Всі ці підсистеми зв'язані між собою, тобто на зовнішню дію відгукуються різними властивостями. В цілому для аналізу властивостей таких матеріалів використовують закони та методи фізики твердого тіла, термодинаміки і статистичної фізики.

Яка основна відмінність полімерів від металів і неметалів?

Полімери побудовані з макромолекул, до складу яких входять десятки і сотні тисяч атомів. В зв'язку з цим такі матеріали мають велику відносну молекулярну масу. Лінійні макромолекули являють собою атомні ланцюги, в яких певні ланки, що утворилися в процесі полімеризації з молекул низькомолекулярних сполук – мономерів, багаторазово повторюються.

В яких трьох релаксаційних станах можуть знаходитись полімерні матеріали?

Полімерні матеріали можуть знаходитися в трьох релаксаційних станах – склоподібному, високоеластичному і в'язкотекучому. Відмінність між ними проявляється не тільки в інтенсивності теплового руху структурних елементів, а й в характері деформацій. Так, зовнішня механічна дія на полімер, що перебуває у високоеластичному стані зумовлює пружні деформації, а у в'язкотекучому – незворотні пластичні деформації.

На які основні класи та групи поділяють полімерні матеріали?

Полімерні матеріали поділяються на три основні класи: органічні, неорганічні і кремнійорганічні. До складу органічних і кремнійорганічних полімерів входить кисень і водень. Органічні полімери, в порівнянні з неорганічними, мають більш ширше застосування в техніці та більший

інтерес в науці. В залежності від способу отримання, фізичних і хімічних властивостей та застосування органічні полімери поділяють на три групи: еластоміри, пластики (пластмаси) і полімерні волокна.

Розглянемо деякі основні ознаки цих класифікаційних груп полімерів:

1. Еластоміри характеризуються високоеластичними властивостями при звичайній кімнатній температурі. Їх температура склування (температура переходу в склоподібний стан) нижча 0 °С. Серед еластомірів найбільше практичне значення мають каучуки.
2. Пластикам притаманні інтенсивні міжмолекулярні взаємодії. Тому температура склування або плавлення цих полімерів вища за 80 °С. При звичайних температурах пластмаси знаходяться в твердому кристалічному або аморфному (склоподібному) стані. Пластмаси – це важливі конструкційні матеріали, вони часто є замінниками металів.
3. Волокноутворюючі полімери знаходяться в кристалічному стані і характеризуються значними силовими міжмолекулярними зв'язками. Температура плавлення цих полімерів 100-300°С. Природні і синтетичні волокна є основою для створення текстильних матеріалів і виробів.
4. Біополімери складають основу живої природи і мають специфічну будову.

10.3. Хімічна будова і структура полімерів

Навести приклад побудови полімерного матеріалу.

Незважаючи на величезну кількість атомів, які входять до складу полімерних речовин, хімічна будова їх (порядок з'єднання атомів у макромолекулі) порівняно нескладна. Хімічну будову, наприклад, полівінілхлориду схематично можна показати так: $(CH_2 - CH - Cl)n$. Число n вказує на кількість елементарних ланок мономера $CH_2 - CHCl$ – вінілхлориду, що входять до макромолекули, і характеризує ступінь полімеризації полімеру. Значення n коливається у великих межах, наприклад, для полістиролу від 1000 до 3000, полівінілхлориду – від 1500 до 3000. Структурні формули

полімерів передають тільки порядок з'єднання атомів, і не передають просторового розміщення їх у макромолекулі. Так, атоми вуглецю, що становлять «кістяк» поліетилену – лінійного полімеру, утворюють не прямий ланцюжок, а зигзагоподібний (рис. 10.1). Елементарні ланки в просторі розміщені по різному, але структурною одиницею, що чітко повторюється, є один зигзаг, величина якого визначає період ідентичності.

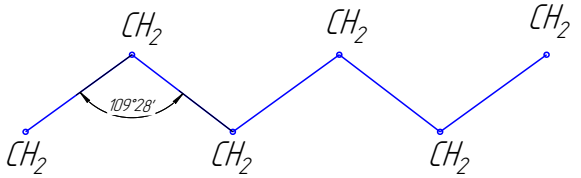


Рис.10.1. Структурна основа поліетилену

Як поділяють полімерні матеріали за походженням?

Полімери, в залежності від походження, поділяють на:

а) природні, які добувають з природних матеріалів, наприклад, полісахариди (целюлоза, крохмаль, білки, нуклеїнові кислоти, пектинові речовини та ін.);

б) штучні, які добувають за допомогою хімічної модифікації природних полімерів (наприклад, з целюлози – віскозне та ацетатне волокно);

в) синтетичні, які добувають синтезом низькомолекулярних сполук (мономерів).

Як розрізняють полімерні матеріали за хімічним складом основного ланцюга?

За хімічним складом основного ланцюга полімери поділяють на гомоланцюгові і гетероланцюгові. В гомоланцюгових ланцюг побудовано з однакових атомів, наприклад, з атомів вуглецю. У гетероланцюгових полімерів головний ланцюг складається з різних атомів, наприклад з вуглецю і кисню, вуглецю і азоту, вуглецю і сірки і т. ін. Полімери поділяють також на органічні, неорганічні та елементоорганічні. Ланцюги органічних полімерів містять, крім атомів вуглецю, в комбінаціях з ними атоми водню, кисню, азоту, сірки та ін. Неорганічні полімери не мають

атомів вуглецю. До них належать різні види скла і близько 80 % мінералів. Атоми їхніх ланцюгів з'єднані хімічними зв'язками, а між самими ланцюгами діють більш слабкі молекулярні сили. Елементоорганічні або напіворганічні, бокові радикали яких – неорганічні полімери – це так звані полісилоксани. Зв'язки *Si – O – Si* називають силоксановими, вони досить міцні. Практично всі елементоорганічні полімери – синтетичні.

Які основні структури побудови полімерних матеріалів?

Специфічні властивості полімерів як в конденсованому, твердому стані, так і в розчинах, сконцентровані в макромолекулі полімеру. В загальному випадку макромолекули являють собою лінійні, розгалужені, східчасті і сітчасті (зшиті) малі системи (рис. 10.2). Макромолекули з лінійною структурою (поліетилен, полівінілхлорид, целюлоза, натуральний каучук та ін.) являють собою довгі ниткоподібні ланцюги з дуже великим ступенем асиметрії. Їхній поперечний розмір у тисячу і більше разів менший від довжини. Макромолекули з розгалуженою структурою (рис. 10.2) – це ланцюги з бічними відгалуженнями. Щоб добути їх, в процесі синтезу до лінійної макромолекули одного складу можна «прищепити» бічні ланцюги іншого складу. Такі розгалужені полімери називають прищепленими. Розгалужені полімери за довжиною бічних ланцюгів поділяють на коротко- та довголанцюгові, а за характером взаємного розміщення – на статистичні, гребенеподібні та зіркоподібні.

Східчасті макромолекули є граничним варіантом циклоланцюгової лінійної макромолекули. Вони містяться в амфілолевих мінералах, які мають стрічкову структуру. Сітчасті полімери побудовані з макромолекулярних ланцюгів, з'єднаних між собою поперечними хімічними зв'язками. Розрізняють площинні та просторові сітчасті полімери. Класичними прикладами площинних та сітчастих полімерів є графіт та алмаз відповідно.

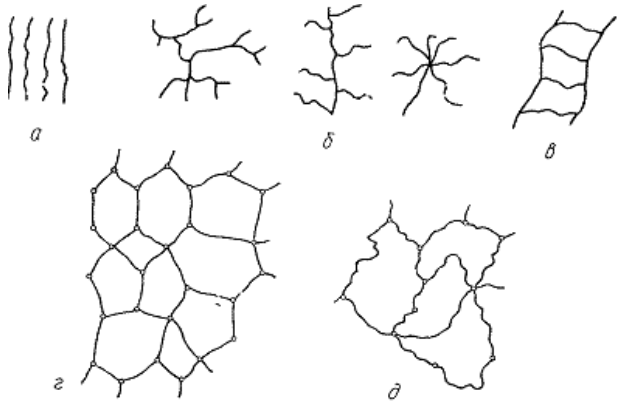


Рис.10.2. Види структур полімерів: *а* – лінійні, *б* – розгалужені, *в* – східчасті, *г,д* – сітчасті

10.4. Макромолекулярні характеристики і топологія полімерів

Що визначає основні властивості полімерних матеріалів?

Властивості, що проявляються полімерами, закодовані в макромолекулі полімеру. Топологія полімерів впливає на основні властивості макромолекул.

Якими основними процесами формуються молекули полімерних матеріалів?

Як правило макромолекули синтетичних полімерів формуються в результаті процесу полімеризації (процес отримання високомолекулярних речовин, при якому макромолекула утворюється шляхом послідовного приєднання молекул одного або декількох низькомолекулярних речовин до активного центру, що розширюється) або поліконденсацією (процес утворення полімерів з бі- або поліфункціональних з'єднань, що супроводжується виділенням супутніх низько-молекулярних речовин (води, спирту, галогеноводню і т.ін.). Найчастіше вони являють собою лінійні, розгалужені або сітчасті (дво- або тримірні) системи, що складаються з однакових (гомополімерів) або

різних (співполімерів) елементів. Найпростішим прикладом полімеризації є утворення поліетилену з етилену:

$$n(CH_2{=}CH_2) \rightarrow -(CH_2{-}CH_2)_n -$$

Прикладом поліконденсації є утворення поліефіру з біофункціонального спирту і дикарбоксильної кислоти:

$$n(HO - R_1 - OH) + n(HOOC - R_2 - COOH) \rightarrow$$
$$\rightarrow (HO - R_1 - O - C - R_2)_{n-1}$$

10.5. Формування властивостей полімерів за допомогою наповнювачів

Що використовується для зміни експлуатаційних характеристик полімерних матеріалів?

Для зміни експлуатаційних характеристик полімерних матеріалів і створення гетерогенних систем з новими властивостями використовують наповнювачі. Наповнювачі в високомолекулярних сполуках зумовлюють збільшення міцності, термостійкості, жорсткості та інших властивостей полімерів.

Що таке наповнення полімерів?

Наповнення полімерів - це змішування полімеру з твердою, рідкою чи газоподібною речовиною, яка відносно рівномірно розподіляється в об'ємі утвореної композиції і має чітко виражену границю з неперервною полімерною фазою (матрицею)**.**

Які полімерні матеріали отримують способом наповнення?

Наповнення полімерів є одним із способів отримання пластмас, гуми, лакофарбових матеріалів, синтетичного клею.

Які наповнювачі використовуються для отримання наповнених полімерів?

У більшості випадків для отримання наповнених полімерів застосовуються тверді наповнювачі: тонкодисперсні з частинками зернистої (двоокис кремнію,

крейда, каолін, метали і т.д.) або пластинчастої (графіт, тальк, слюда) форми, а також різноманітні волокнисті матеріали, що застосовуються у вигляді елементарних волокон, ниток, джгутів, сіток, матів. Особливу групу твердих наповнювачів складають, так звані, еластифікатори, якими служать полімери з низьким модулем пружності, що використовуються в поєднанні з такими жорсткими полімерами, як полістирол і більшість реактопластів.

Численні експериментальні дослідження наповнених полімерних систем підтвердили перспективність використання в якості наповнювачів полімерів високодисперсних металевих порошків, зокрема, порошків нікелю, алюмінію, заліза, золота, молібдену, цинку, сплавів олова, германію, галію та інші. Основою для виготовлення полімерних матеріалів, наповнених металами, найчастіше служать фенол-формальдегідні смоли, поліаміди, полівінілхлорид, поліметилметакрилат, полістирол, різноманітні еластоміри.

На які властивості полімерів впливає введення наповнювачів?

Введення наповнювачів сприяє зміні не тільки електропровідності і теплопровідності полімерних матеріалів, а також і інших фізико-механічних характеристик**.** Метали та їх окисли в полімерних системах можуть виконувати різну роль – бути наповнювачами, пігментами, зшиваючими елементами, стабілізаторами і т.ін.

Зростаюче виробництво азотних мінеральних добрив і фосфорної кислоти призводить до інтенсивного збільшення відходів цієї галузі хімічної промисловості у вигляді фосфогіпсу і огарки. Проведені дослідження і розрахунки показують, що їх можна використовувати в якості наповнювачів, зокрема, для покращання якості виробів на основі полівінілхлориду (ПВХ) і полівінілбутиралю (ПВБ).

Що є необхідною умовою проходження процесу наповнення полімерів?

Необхідною умовою ефективного використання наповнювачів є суміщення компонентів, яке в значній мірі

визначає здатність полімеру змочувати поверхню частинок наповнювача, і залежить від характеру полімерного середовища з активними центрами на поверхні. Змочування полімерами, які знаходяться у в'язкотекучому або високоеластичному і, по меншій мірі, в розчиненому станах, суттєво відрізняється від змочування низькомолекулярними середовищами. Обмежена рухливість макроланцюгів і надмолекулярних утворень обмежує розтікання полімеру по поверхні. Прагнення гнучких ланцюгових молекул до збереження найбільш вигідних конформацій призводить до того, що частота контактів виявляється меншою очікуваної (виходячи тільки з питомої поверхні наповнювача).

Таким чином, питання взаємодії полімерів з наповнювачами є предметом багатьох досліджень, оскільки характер взаємодії між компонентами в таких системах набуває вирішального значення і визначає властивості матеріалів, які виробляються.

10.6. Гумові матеріали та вироби

Яке значення гуми в технічних виробах?

Серед полімерних матеріалів в техніці особливого значення набула гума завдяки своїй здатності до виключно великих зворотних деформацій, які є одним із проявів високоеластичних властивостей матеріалів (відносне подовження при розтязі для високоякісних гум досягає 1000 %).

Які властивості гуми в порівнянні з металами та неметалами?

Гума має невелику, порівняно з металами і деревиною, жорсткість, тобто здатність значно деформуватись під дією дуже малих сил, які в тисячі і десятки тисяч разів менші сил, що викликають такі ж деформації у металів. У гуми достатньо висока міцність (близько 400 кг/см^3), повна водонепроникність, слабка газопроникність і високі діелектричні властивості.

Які технічні вироби одержують з гуми?

Із гуми одержують різні вироби: пневматичні масивні шини, гнучкі шланги, амортизатори, приводні ремені, транспортерні смуги, сальникові пристрої, муфти.

Гуму, пластмаси і волокна не завжди можливо замінити металами, керамікою, деревиною, тобто традиційними матеріалами. Сучасний транспорт не може обійтись без гумових шин, електротехніка – без гумової і пластикової ізоляції, авіація – без гнучких ущільнювачів.

Теперішній вантажний автомобіль має від 200 до 500 гумових деталей, а літак – близько 13000.

Чому гуму слід використовувати економно?

Якщо врахувати те, що вартість гумових деталей складає більше 15% вартості автомобіля, то стане ясно, що гума – дорогий матеріал. Тому правильне використання гумових матеріалів дає можливість досягти їх економії і забезпечити надійну роботу автомобіля. Але все це можливе лише за умови знань властивостей гуми і особливостей її експлуатації.

10.6.1. Склад гуми

Який склад має гума як композиційний матеріал?

Гума за своїм складом є композиційним матеріалом, що включає декілька компонентів(інгредієнтів), основним з яких є каучук (рис. 10.3).

Від чого залежать властивості гуми?

Властивості гуми значною мірою залежать від хімічної природи каучуку, який являє собою еластичний полімерний матеріал, отриманий коагуляцією (зсіданням, згущенням) латексу каучуконосних рослин (натуральний каучук) або полімеризацією різних мономерів (синтетичні каучуки).

Які недоліки каучуків за їх властивостями?

У чистому вигляді натуральний і синтетичний каучуки знаходять обмежене застосування (виготовлення клею, ізолюючої стрічки, ущільнювачів тощо), оскільки вони мають ряд інших недоліків (мала еластичність, різка зміна

властивостей залежно від температури, мала механічна міцність).

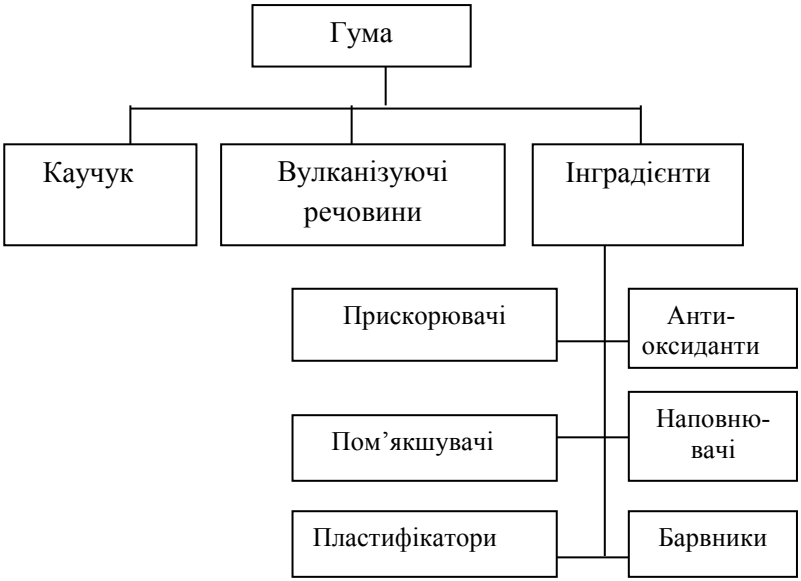


Рис. 10.3. Склад гуми

Який найбільш ефективний спосіб покращення основних властивостей каучуків?

Одним із ефективних технологічних способів збільшення міцності, еластичності, термо- і морозостійкості каучуків є *вулканізація* – хімічне з'єднання молекул каучуку з атомами сірки, що показано на рис. 10.4.

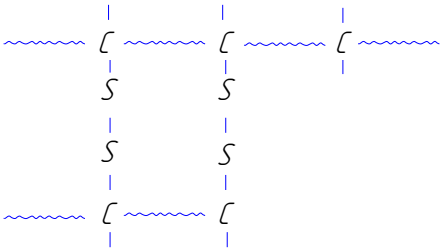


Рис. 10.4. Схема вулканізації каучуку

Вулканізуючі реагенти в присутності «прискорювачів» (дифенілгуанідін, меркаптобензотіазол, стеаринова кислота і оксид цинку та ін.) значно скорочують процес вулканізації і зменшують витрати сірки. В результаті вулканізації одержують вулканізований каучук (вулканізат). Чим більше сірки має вулканізат, тим більша його твердість. При насиченні каучуку сіркою до 30% отримують твердий матеріал ебоніт, із якого виготовляють акумуляторні банки та різні деталі електротехнічного призначення.

Що входить до складу гуми?

Крім каучуку і сірки до складу кожного гумового матеріалу входять й інші компоненти – інгредієнти, які покращують фізико-хімічні властивості гуми.

Що додають до складу гуми для уповільнення її старіння?

Для уповільнення процесів старіння гуми вводять антиоксиданти. Використовують пом'якшувачі (для полегшення переробки каучуків) – парафін, вазелін, стеаринову кислоту, рослинні масла, пластифікатори (для полегшення формування), барвники (для забарвлення гумових виробів). Наповнювачі вводяться до складу гуми для підвищення її механічних властивостей, зменшення вартості виробів і поліпшення технологічних властивостей гумових сумішей.

Які наповнювачі використовуються при виробництві гуми?

Наповнювачі можуть бути інертні (крейда, тальк, барит, гумовий регенерат), які завдяки доступності і при невеликій собівартості зменшують вартість гумових виробів. Активні наповнювачі (підсилювачі) збільшують механічну міцність гуми за рахунок зв'язку часток наповнювача і макромолекул каучуку.

Що використовують в якості підсилювачів гуми?

Найпоширенішим підсилювачем каучуку є сажа – порошковий вуглецевий матеріал з розмірами часток від 0,003 до 0,25 мкм. Сажу вводять в значних кількостях – від 50 до 100 масових частин на 100 частин каучуку.

В якості підсилювачів використовують оксид цинку, білу сажу (кремнезем), яку одержують в промислових умовах, з розміром часток близько 0,03 мкм.

Для збільшення міцності деталей із гуми використовують і арматуру – тканини, дротяні каркаси, металеві сітки.

10.6.2. Фізико-механічні властивості гуми

Які властивості має гума як конструкційний матеріал?

Гумі притаманні висока еластичність, мала стисливість, стійкість до стирання, газо- і водонепроникність, хороші електроізоляційні властивості, невелика густина, здатність до великих деформацій при порівняно низьких напруженнях, причому такі деформації майже повністю зворотні.

Які недоліки має гума як конструкційний матеріал?

Недоліками гуми є різко виражена залежність механічних властивостей від температури: при підвищених температурах вона втрачає міцність, а при понижених - стає крихкою (перехід в склоподібний стан).

Крім того, під дією кисню, озону та інших окислювальних реагентів гума старіє, тобто стає крихкою, покривається сіткою тріщин, що зменшує термін її експлуатації.

Якими показниками характеризуються властивості вулканізованої гуми?

Механічні властивості вулканізованої гуми характеризуються рядом показників, найважливішими із яких є стандартні при випробуванні на розтягування та стиснення. Для цього готують стандартні зразки, а при випробуванні використовують ті ж методи і такого ж типу машини, що і для оцінки міцності металів.

Границею міцності при розтягуванні (розривна міцність) називається напруження, що виникає в гумі до моменту розриву зразка.

Чисельно границя міцності σ_z дорівнює частці від ділення максимального навантаження, зафіксованого при

руйнуванні зразка, на площу його поперечного перерізу, виміряну до початку розтягування.

Відносне подовження при розриві ε_z – це виражене у відсотках (%) відношення приросту довжини зразка гуми в момент розриву до його початкової довжини.

Залишковим подовженням при розриві Θ_z називається виражене у відсотках відношення приросту довжини розірваного зразка до його початкової довжини.

Визначення Θ_z пов'язано з деякими умовностями, а саме – відстань між позначками на ділянках розтягу по місцю розриву на половинках зразка вимірюється через одну хвилину після розриву.

Границю міцності, відносне подовження та залишкове подовження визначають за формулами:

$$\sigma_z = \frac{P}{b_0 h_0}; \qquad \varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100; \qquad \Theta_z = \frac{l_2 - l_0}{l_0} \cdot 100,$$

де l_0, l_1, l_2 – довжини робочої ділянки зразка відповідно до випробувань, в момент випробування і через 1 хв. після розриву;

b_0, h_0 – ширина і товщина робочої ділянки до випробувань.

Сукупність відносного і залишкового подовжень характеризує еластичність гумового матеріалу. Чим більша різниця між першим і другим, тим кращі еластичні властивості матеріалу. Величина еластичності встановлюється відповідно призначенню деталі.

Які умови повзучості гуми при експлуатації гумових виробів?

Надзвичайно важливі висновки можна отримати із аналізу здатності гуми до залишкових деформацій. У вулканізатах всіх каучуків, крім ебоніту, має місце явище, зовні схоже з повзучістю металів за підвищених температур або з холодотекучістю термопластів.

Суть цього явища полягає в тому, що в гумі, яка знаходиться під напругою, виникають і накопичуються незворотні деформації. Чим довший термін перебування в такому стані і чим вище діюче навантаження, тим більшими будуть залишкові деформації. В результаті, дуже

деформовані гумові деталі з плином часу безповоротно змінюють свою форму і розміри. Наприклад, гумові і навіть армовані шланги, які довго зберігаються навалом, набувають сплющеної форми.

Які умови забезпечення найвищої працездатності гумових деталей?

Для забезпечення високої працездатності гумових деталей на можливий тривалий термін необхідно при їх зберіганні, а також при експлуатації автомобілів, тракторів і шляхових машин створювати умови, за яких напруження і деформації, що виникають у цих деталях, були якомога меншими.

В технічних умовах на гуму, як і на інші матеріали, передбачається визначення твердості.

Твердістю називається здатність матеріалу чинити опір проникненню стороннього твердого тіла, яке вдавлюється під дією певної сили.

Твердість гуми застосовується, як пластифікаційний показник, а також для контролю процесу вулканізації гуми.

Для яких деталей з гуми використовується показник зносостійкості?

Важливим показником гуми є зносостійкість. Це стосується гуми, із якої виготовляють деталі, що за умов роботи переміщуються шляхом ковзання або кочення відносно інших предметів і при цьому піддаються зношуванню (наприклад шини).

Що таке питомий показник стирання та як відзначається?

Показник зносостійкості визначають на спеціальній установці і називають *питомим показником стирання*. Він показує втрату об'єму досліджуваного зразка, обчисленого за відношенням до одиниці роботи, витраченої на стирання. Для гуми, яка йде на виготовлення протекторів автомобільних покришок легкових і вантажних автомобілів, цей показник відповідно має бути не більше 400 і 500 $см^3$/квт-год.

Яким параметром шин визначаються гальмівні можливості автомобіля та його прохідність?

Гальмівні можливості автомобіля і його прохідність на дорогах з різним покриттям залежать від коефіцієнта тертя гуми. Залежно від природи і стану поверхні гуми коефіцієнт тертя коливається в широких межах: від 0,1 до 0,8.

Як впливають на коефіцієнт тертя шин зволоження асфальтобетонного покриття, його забрудненість або покриття кригою?

Зволожені асфальтобетонні покриття зменшують силу тертя вдвічі, а забруднені покриття у дощову погоду – ще більше. Коефіцієнт тертя 0,1 відповідає руху автомобіля по дорозі, покритій кригою.

Як впливає на властивості гуми та працездатність деталей з гуми зміна температурних умов експлуатації?

Зміна температури значно впливає на властивості гуми, а працездатність деталей зменшується як при нагріванні, так і при охолодженні. Зниження температури зменшує еластичність гуми, а тому всі роботи взимку, які поєднані з монтажем або демонтажем, слід проводити за умов прогріву гумових деталей до кімнатної температури, а особливо це стосується пневматичних шин.

Як впливає зимова експлуатація автомобіля на деталі, виготовленні з маслобензостійкої гуми?

Обережного поводження за умов зимової експлуатації автомобіля вимагають деталі, виготовлені із маслобензостійкої гуми, яка має знижену морозостійкість.

Як впливає на властивості гуми підвищення температурних умов експлуатації деталей машин?

З підвищенням температури міцність, зносостійкість і твердість гуми також зменшується, а залишкове подовження і здатність до незворотної деформації збільшується. Все це призводить до більшого зношування автомобільних шин.

Що таке процес старіння гумових деталей та які технологічні заходи використовуються для боротьби з цим явищем?

За умов зберігання і експлуатації гумових деталей в процесі тривалого їх окислення виникає старіння, яке зменшує еластичність гуми і підвищує її крихкість. Боротьбу

із старінням ведуть технологічними та експлуатаційними методами. Ефективним методом є добавка антиоксидантів, які уповільнюють процеси окислення. Крім того, гумові вироби ще покривають тонкою плівкою, малопроникною для повітря. Інколи гумові деталі випускають в герметичній упаковці. і технологічні заходи недостатньо захищають гуму від старіння, а тому додатково використовують експлуатаційні методи (зберігають гуму в недеформованому стані, захищають від дії сонячних променів). Слід пам'ятати, що такі рідини, як спирт, гліцерин, етиленгліколь, луг не діють на гуму.

10.6.3. Основні види гумових технічних виробів

Сучасна номенклатура гумових технічних виробів нараховує десятки тисяч найменувань. Її можна розділити на групи, зазначені в табл. 10.1.

Таблиця 10.1

Класифікація гумових технічних виробів

Групи	Умови експлуатації
Шини	Для великовантажних, вантажних і легковик автомобілів, будівельних, дорожніх, підйомно-транспортних і сільськогосподарських машин, тракторів, автопричепів, автобусів і тролейбусів.
Транспортерні стрічки	Застосовуються для переміщення вантажів по горизонталі або при невеликому ухилі на гірничих виробництвах, у промисловості будівельних матеріалів, чорної і кольорової металургії. Випускаються без тканинних прокладок, з використанням волокнистих наповнювачів, а також армовані металом, в тому числі металевими канатами.

Продовження таблиці 10.1

Приводні паси	Використовуються для передачі обертового руху ведучого шківа на вали машин і механізмів. Вони випускаються як клинові, плоскі, багатопрофільні, плоскозубчасті, кордшнурові і коротканинні, а також варіаторні паси (для зміни швидкості обертання без зміни приводного пристрою).
Гумові рукави і шланги	Випускаються усмоктуючі (приймальні), викидаючі (напірні), напірно-усмоктуючі (ущільнюючі) гумові рукави та шланги. Вони застосовуються для перекачування нафти при бурових роботах добування, на будівельних роботах, для перекачування різних технічних рідин, в тому числі і бензину, для компресорних установок. Рукави з металевим оплетенням витримують тиск до 200 атмосфер. Тонкі і легкі рукави і шланги використовують для перекачки пива, вина, молока, спирту для поливу садів і сільськогосподарських угідь.
Формові і неформові гумові деталі	Виготовляють їх пресуванням у вулканізаційних формах або (неформові) склеюванням із окремих частин. До цієї групи відносяться буфери, амортизатори, ущільнювачі, з'єднання, тощо. Вони мають різноманітні конструкції і виготовляються різних типорозмірів. Без них неможлива робота промисловості, транспорту і сільськогосподарських об'єктів.
Гумовані вали та інші деталі машин і апаратів	Для захисту металевої апаратури від корозії використовують гумовані деталі, баки для пального, цистерни та ін.

Закінчення табл.10.1

Електроізоляційні вироби	В будівництві, гірничорудних розробках, в суднобудуванні та інших галузях використовують гумову ізоляцію проводів і кабельної продукції.
Прості вироби	Використовують як амортизатори, для звукової ізоляції, рятувальні засоби, понтони та ін.
Ебонітові вироби	Акумуляторні банки, труби, крани, втулки, пробки і багато інших деталей для автотракторної, електротехнічної, хімічної та інших галузей.
Прогумовані вироби	Прогумовані тканини використовують як напівфабрикат (наприклад, корд) і як товарну продукцію (захисний одяг, тканевий верх кузовів автомобілів, надувних човнів, подушок, повітроплавальних засобів тощо).
Пневматичні конструкції	За призначенням, конструкційними ознаками, умовами застосування вони поділяються на пневматичні будівельні конструкції, м'які резервуари і ємкості, поплавкові оболонки, гідротехнічні споруди, гірничошахтні оболонки та ін.

10.7. Лакофарбові матеріали

10.7.1. Призначення лакофарбових матеріалів

Що називають лакофарбовими матеріалами?

Лакофарбовими називаються матеріали, які мають здатність при нанесенні їх на поверхні утворювати тонкі щільні плівкові покриття. Ці покриття називають лакофарбовими. Вони, як і інші види неметалевих, а також металевих покрить, служать для захисту від руйнівної дії зовнішнього середовища і для надання гарного і ошатного вигляду автомобілям та іншим транспортним засобам.

Які вимоги ставлять до лакофарбових покрить?

Щоб лакофарбові покриття були довговічні, вони повинні відповідати певним вимогам:

• міцно зв’язуватись з поверхнею, тобто мати високу адгезію до поверхонь, які покриваються;

• мати необхідну міцність, твердість і еластичність. При недостатній еластичності при деформуванні виробів від механічних або температурних дій, на покритті неминуче виникають тріщини або зморшкуватості;

• бути атмосферостійкими, тобто проявляти стійкість за умов дії води, її парів, повітря і сонячного світла;

• після пошкодження легко піддаватись відновленню за умов автотранспортних виробництв;

• бути недорогими у зв'язку з їх масовим використанням.

10.7.2. Склад і класифікація лакофарбових матеріалів

Що є основним компонентом лакофарбових матеріалів?

Лакофарбові матеріали складаються із декількох компонентів, основним із яких є плівкотворні речовини (плівкоутворювачі) – синтетичні або природні смоли, ефіри целюлози, олії.

Що таке синтетичні смоли?

Синтетичні смоли являють собою високополімерні сполуки (полімери): фенол-формальдегідні, карбамідні (сечовино-фор-мальдегідні), перхлор-вінілові, полівініл-ацетатні, гліфталеві та ін.

Як одержують і де застосовують фенол-формальдегідні смоли?

Фенол-формальдегідні смоли одержують реакціями поліконденсації фенолів і альдегідів: формальдегіду, фурфуролу, лігніну та ін. Залежно від того, який було використано альдегід, смола має відповідну назву: фенол-формальдегідна, фенол-фурфурольна тощо.

Основною у цій групі є фенол-формальдегідна смола, яку застосовують для приготування спиртових лаків, клеїв дерево-шаруватих і паперошаруватих пластиків, водостійкої фанери, деревоволокнистих і деревостружкових плит та інших виробів.

Як одержують і де застосовують карбамідні смоли?

Карбамідні смоли одержують в результаті поліконденсації сечовини і формальдегіду.

Карбамідні смоли застосовують для виготовлення лаків, клеїв, а також цілого ряду інших матеріалів. Їх недоліком є недостатня водо- і кислотостійкість.

Як одержують і де застосовують гліфталеві смоли?

Гліфталева смола утворюється при поліконденсації гліцерину і фталевого ангідриду.

Гліфталеві смоли після модифікації з маслами або смолянистими кислотами стають розчинними у маслах.

Гліфталеві смоли застосовують для приготування лаків, емалей, ґрунтовок, шпаклівок, а також для виготовлення лінкрусту, лінолеуму та інших матеріалів.

Що таке натуральні смоли та де вони застосовуються?

Натуральні (природні) смоли є продуктами, що виділяються різними рослинами. Вони не розчиняються у воді. До натуральних смол належить каніфоль, шелак, дамара, сандарак та ін. До натуральних смол належить також янтар і копал – продукти виділення рослин, що довгий час перебували в землі. Іноді їх називають викопними.

Каніфоль, або гарпіус, широко застосовується при виготовленні лакофарбових матеріалів.

Каніфоль добувають із смол різних хвойних дерев: сосни, ялини, смереки, модрини, для чого на деревах роблять надрізи через кору і камбіальний шар дерева. Під надрізами закріпляють жолобки, по яких смола тече в посудину. Смолу, одержану таким чином, називають живицею.

З живиці при нагріванні виділяються пари ефірного масла При згущенні їх у холодильнику утворюється скипидар – терпентинове масло, яке широко використовується як розчинник. Маса, що залишилася після виділення скипидару, називається каніфоллю.

Шелак застосовується для виготовлення високоякісних лаків. Його добувають з гумілаку, який виділяється на гілках дерев. Основний постачальник – Індія.

Як одержують і де застосовують нітроцелюлозу?

Нітроцелюлозу одержують обробкою целюлози (природний полімер) сумішшю азотної і сірчаної кислот в апаратах із нержавіючої сталі з механічними мішалками. Нітроцелюлозу відокремлюють від відпрацьованої кислоти на центрифугах і піддають багаторазовому промиванню. Після цього масу зневоднюють і стабілізують.

Нітроцелюлоза гігроскопічна речовина за звичайних умов може самочинно розкладатись. Вона розчинна в багатьох органічних розчинниках (кетонах, складних ефірах). Універсальним її розчинником є ацетон. Застосовується нітроцелюлоза для одержання лаків, клеїв, а також цілого ряду матеріалів та предметів широкого вжитку.

До плівкотворних матеріалів належать оліфи. Оліфа – це маслянista рідина, яка після нанесення на поверхню висихає, утворюючи міцну еластичну плівку.

Як виготовляються і де застосовуються оліфи?

Оліфи виготовляють, переробкою висихаючих або напів-висихаючих олій, жирів і органічних продуктів, які не містять лакових смол.

Промисловість випускає велику кількість різних оліф, що застосовують у малярних роботах для виготовлення фарбових сумішей, ґрунтовок і шпаклівок.

Які наповнювачі лакофарбових матеріалів?

До складу лакофарбових матеріалів входять також наповнювачі (крейда, тальк, слюда, барит) – для підвищення в'язкості і зниження блиску, пігменти – для надання кольору.

Що таке пігменти лакофарбових матеріалів?

Пігменти – це тонкодисперсні кольорові порошки, які не розчинні в органічних розчинниках, воді і плівкотвірних речовинах. За кольором пігменти поділяються на ахроматичні (білі, сірі, чорні) і хроматичні (кольорові), за походженням – на мінеральні та органічні, за способом одержання – на природні і штучні (див. рис. 10.5).

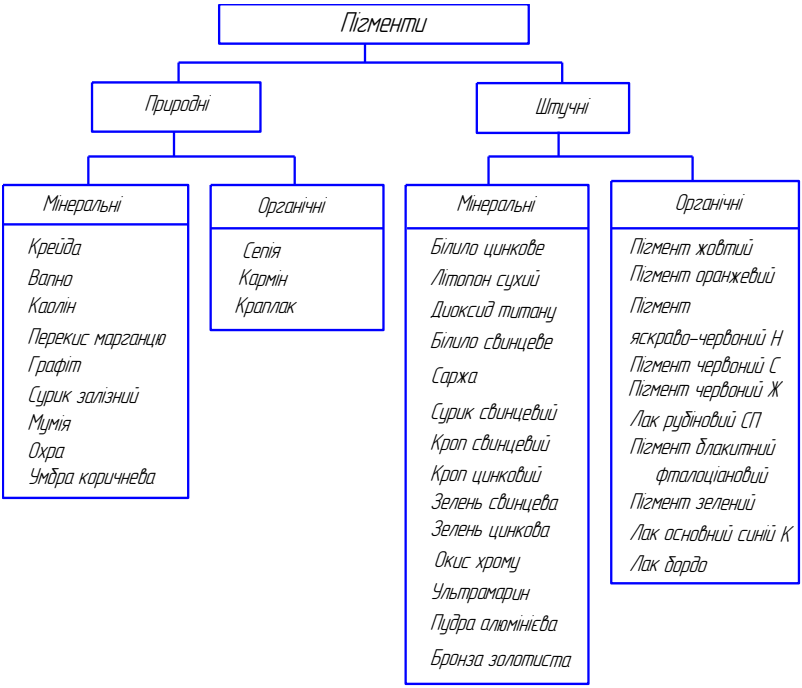


Рис. 10.5. Схема класифікації основних пігментів

Як класифікують лакофарбові матеріали?

Лакофарбові матеріали поділяються на основні (лаки, фарби, емалі, ґрунтовки, шпаклівки), проміжні (оліфи, сикативи, розчинники, розріджувачі) та інші (прискорювачі, мастики, пасти тощо).

Більш детальна класифікація лакофарбових матеріалів представлена на рис. 10.6.

10.7.3. Основні лакофарбові матеріали

До готових лакофарбових матеріалів відносять лак, емаль і фарби.

Що таке фарби?

Фарбами називають суміші, виготовлені з пігментів і плівкоутворювачів:

плівкоутворювач + пігмент = фарба.

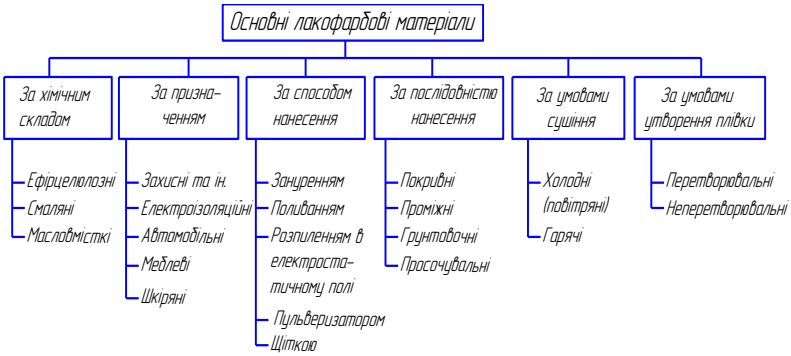


Рис.10.6. Схема класифікації основних лакофарбових матеріалів

Фарби можуть бути готовими до вживання, тобто такими, що не потребують ніякої додаткової обробки і придатні для безпосереднього використання. Крім того, бувають густотерті фарби, що являють собою дуже густу масу пігменту, розтертого з невеликою кількістю плівкоутворювача. Такі необхідно розводити плівкоутворювачем до малярної консистенції.

Що таке лаки?

Розчин твердого плівкоутворювача у відповідному розчиннику називається лаком:

плівкоутворювач + розчинник = лак.

Як з лаків готують фарби?

Основна маса лаків використовується не в чистому вигляді, а разом з оліфою йде на приготування емалей, фарб, ґрунтовок та інших матеріалів. З цією метою в лак або оліфу вводять пігмент. Залежно від виду плівкоутворювача одержують два типи фарб:

оліфа + пігмент = масляна фарба;

лак + пігмент = емалева фарба.

Що здійснює основний вплив на якість лакофарбового покриття?

Значний вплив на якість покриття має природа плівкотворної речовини і характер висихання матеріалу, приготовленого на її основі. В найпростішому випадку

сушіння є чисто фізичним процесом випаровування розчинника. Висохле покриття такого роду знову стає рідким, коли на нього діяти розчинником. Це дає змогу отримувати багатошарові покриття: кожний наступний шар рідкої фарби розчиняє поверхневу частину попереднього шару, внаслідок чого відбувається їх злиття і вони міцно з'єднуються один з одним.

Як класифікуються лакофарбові покриття в залежності від плівкоутворювача?

Плівкоутворювачі, в яких за час висихання не відбувається хімічних перетворень, називаються неперетворюючими, а одержані покриття із них – перетворювальними.

Час, необхідний для сушки фарби, що містить неперетворюючі плівкоутворювачі, визначається леткістю розчинника і товщиною шару.

Плівкоутворювачі, які здатні в процесі висихання зазнавати хімічних перетворень, називаються перетворюючими, а покриття на їх основі – неперетворювальними. За рахунок полімеризації, конденсації і окислення вихідних продуктів низькомолекулярні плівкоутворювачі переходять в нові високомолекулярні сполуки з сітчастою або тримірною структурою макромолекул. Одним із таких представників є фенол-формальдегідна смола, яка входить до складу бакелітового лаку.

10.7.4. Специфіка властивостей лакофарбових матеріалів

Які властивості лакофарбових матеріалів визначають їх якість та можливості застосування?

Лакофарбові матеріали мають притаманні їм властивості, що визначають їхню якість і можливість застосування в конкретних умовах. До таких властивостей належать: колір, світлостійкість, фарбувальна здатність, лугостійкість, в'язкість, стійкість пігментів до дії води або масла, леткість розчинників та деякі інші.

Що таке кольорова якість фарбувальних матеріалів та як проводиться визначення кольору пігментів?

Колір матеріалів має особливе значення, оскільки декоративне призначення малярних робіт базується головним чином на кольоровій якості матеріалів. Точне визначення кольору дає можливість одержати фарбувальну суміш заданого кольорового тону. Для цього передбачений стандартний метод визначення кольору і відтінків фарб шляхом порівняння з кольором і відтінком відповідних шкал і еталонів. Інтенсивність відтінку визначається в межах «вилки» двох близьких відтінків. Таким методом визначають колір пігментів, олійних лаків, фарб, емалей, нітрофарб (нітроемалей).

Що входить в поняття показника світлостійкості?

Світлостійкістю називається здатність матеріалу чинити опір руйнівній дії світлових променів. Це руйнування визначається у зміні кольору під дією природного світла і деяких джерел штучного освітлення.

Що таке атмосферостійкість лакофарбового покриття та які способи визначення цього показника?

Атмосферостійкістю називається здатність фарбового покриття чинити опір руйнівній дії сонячних променів, дощу, снігу, вітру та ін. факторів. Стійкість лакофарбових покрить випробують на атмосферних станціях.

Прискореним способом атмосферостійкість матеріалів визначають в лабораторіях на приладі, який називають візирометром. У ньому пофарбовані пластинки піддаються поперемінному впливу тепла і холоду, вологи, сухого повітря і ультрафіолетових променів. Тривалість випробувань - 150-200 год.

Що включає в себе поняття фарбувальної здатності?

Фарбувальна здатність (інтенсивність) - це здатність пігменту надавати при змішуванні іншій речовині своє забарвлення. Від фарбувальної здатності залежить кількість пігменту, яку необхідно додати у колір, щоб покриття мало потрібне забарвлення.

Що таке покривність фарби та як визначається цей показник?

Покривністю називають здатність фарби при рівномірному нанесенні її на однобарвну поверхню робити невидимим колір останньої.

Кількісно покривність визначають у грамах фарби, необхідної для того, щоб зробити невидимим колір фарбованої поверхні площею 1 м^2.

Що таке лугостійкість фарби?

Лугостійкістю називається здатність пігментів протистояти дії лугів. До числа застосовуваних пігментів, які змінюються під дією лугу, належать всі сорти хромової зелені, а також свинцевий, лимонний і жовтий крок, блакить малярна та ін.

Що таке кислотостійкість фарби?

Кислотостійкістю називається здатність пігментів, лаків і фарб протистояти дії кислот. Нестійкість до дії кислот проявляє кадмій червоний, кобальт синій, ультрамарин зелений, цинкові білила та ін.

Пігменти, свинцеві білила, свинцевий сурик, кропи свинцеві нестійкі до дії сірководню. Від нього чорніють всі пігменти, що мають свинець і мідь.

Що розуміють під процесом висихання лакофарбових матеріалів?

Висиханням називається процес, при якому рідка лакофарбова суміш, нанесена тонким шаром, твердне і перетворюється на плівку. Розрізняють дві стадії висихання лакофарбових матеріалів: «від пилу» і повне. Висиханням «від пилу» називається момент, коли утворюється найтонша поверхнева плівка. Повним висиханням називається стан, коли плівка утворюється на товщину нанесеного шару.

Що розуміють під умовною в'язкістю лакофарбових матеріалів?

Умовною в'язкістю лакофарбових матеріалів називається час витікання (в секундах) певної кількості рідини через калібрований отвір віскозиметра за температури 20 °С.

10.7.5. Асортимент лакофарбових матеріалів

Який склад емалей для автомобілів, тракторів і сільгосптехніки?

Емалі автомобільні, для тракторів і сільськогосподарських машин – це розчини нітроцелюлози в летких органічних розчинниках з добавкою смол, пігментів і пластифікаторів.

Які нітроемалі застосовують для фарбування вантажних автомобілів?

Нітроемалі для вантажних автомобілів випускають наступних марок: НЦ-230 (сіра), -507 (сіро-зелена), -508 (захисно-зелена), -907 (зелено-захисна); для двигунів і тракторів - 624а (цегляно-червона), -624с (сіра), -625 (салатова), НЦ-216 і НЦ-217 – різних кольорів, -660 (чорна).

Які нітроемалі застосовуються для ремонтного фарбування легкових автомобілів, мотоциклів та велосипедів?

Для ремонтного фарбування легкових автомобілів, мотоциклів і велосипедів випускають нітроемаль НЦ-11 різних кольорів і відтінків.

Які нітроемалі застосовують для фарбування двигунів та теплових агрегатів?

Нітроемаль НЦ-273 алюмінієва (наповнювач-алюмінієва пудра) використовується для фарбування двигунів, теплових агрегатів тощо.

Які емалі застосовуються для автомобілів на іншій основі?

Для фарбування автомобілів використовують емалі і на іншій полімерній основі (КО-628, КЧ-190, БТ-1806, БТ-180, МЛ-12, МЛ-152, МЛ-1196, МС-17, МЧ-І23).

Який асортимент лаків застосовують для захисту металоконструкцій від дії агресивних середовищ?

Широкий асортимент лаків випускають для захисту різних деталей і конструкцій від дії агресивного середовища. Так, для герметизації виробів застосовується лак ЄП-524; для створення антикорозійних покрить – ХВ-78; для захисту поверхонь устаткування, металевих, залізобетонних і

будівельних конструкцій від дії агресивних газів (SO_2, CL_2, CO_2), кислот, розчинів лугу і солей – ХВ-784; для одержання покрить, що мають високу зносостійкість, твердість, хороші фізико-механічні та антикорозійні властивості – ВЛ-51.

Для захисту металевих поверхонь застосовуються лаки ГФ-166, МЛ-28, ЭП-298, БТ-142, ЭП-61, ЭП-571, МА-592, АК-113, БТ-123; для лакування поверхонь із алюмінію – ХВ-139, ПФ-170, ПФ-171, МЛ-133, УР-256, АК марок 176, 82 і 16, ЭП марок 733, 741, ЗУ-550; для захисту сталевих поверхонь – ХВ-5179, ЭП-155; для захисту бетонних і залізобетонних виробів – УР-293, УР-294, ЭП-540; лаки УР-231 і АК-536 використовують для захисту металевих виробів, які експлуатуються в умовах тропічного клімату; КО-835 – для поверхонь, які зазнають впливу температур близько 200 °С; БТ-577, ХО-567 – для тимчасової консервації металевих виробів.

10.7.6. Позначення лакофарбових матеріалів і покрить

Як згідно стандарту маркуються лакофарбові матеріали?

Згідно зі стандартом кожному лакофарбовому матеріалу присвоюється найменування і позначення, що складається зі слів, літер і цифр. Позначення лаків включає чотири, а пігментованих лакофарбових матеріалів – п’ять груп знаків.

Перша група показує вид лакофарбового матеріалу і позначається словом “лак”, “фарба”, “емаль”, “ґрунтовка”, “шпаклівка”. Для фарб олійних і алкідних, що містять тільки один пігмент, замість слова “фарба” вказують його назву (білило цинкове, білило титанове, білило літопонне тощо).

Друга група знаків позначається двома великими буквами і показує тип плівкоутворювача. Наприклад, АУ – алкідно-уретанові, ГФ – гліфталеві, КО – кремнійорганічні, МЛ – меламінові, МЧ – карбамідні (сечовинні), ПФ – пентафталеві, УР – поліуретанові, КЧ – каучукові, ХБ – хлорвінілові, ЭП – епоксидні, ВА – полівінілацетатні, ФИ – флоропластові, БТ – бітумні, КФ – каніфольні, МА – масляні,

ШЛ – лужні, ЯН – янтарні, ЭЦ – етилцелюлози і НЦ – нітратцелюлозні та ін.

Для лакофарбових матеріалів без леткого розчинника, водорозчинних, водоемульсійних і порошкових поміж першою і другою групою знаків ставиться літерний індекс – відповідно Б, В, Э, П.

Третя група знаків вказує на умови експлуатації і позначається цифрами: 1 – для зовнішніх і внутрішніх робіт, 2 – для внутрішніх робіт, 3 – підвищеної атмосферостійкості, 4 – вологостійкі, 5 – водо-, масло- і бензостійкі, 6 – водо-, масло-, бензо- і паростійкі, 7 – хімічностійкі (стійкі до дії агресивних газів, кислот і лугів), 8 – термостійкі, 9 – електроізоляційні.

У ґрунтовок і напівфабрикатних лаків третя група знаків -0, лаківок – 00, густотертих фарб олійних для зовнішніх і внутрішніх робіт – 01, для внутрішніх – 02.

Четверта група знаків - порядковий номер матеріалу або вид оліфи, позначається одно-, дво- і тризначним числом, а в деяких випадках, для уточнення специфічних властивостей утворюваного лакофарбового покриття, з добавкою літерного індексу (М – матове, ПМ – напівматове, ПГ – пониженої горючості, Н – з наповнювачем та ін.).

П'ята група знаків вказує на колір лакофарбового матеріалу і позначається словом, а при різноманітності відтінків – з добавкою цифри.

Наведемо приклади позначення деяких лакофарбових матеріалів.

Ґрунтовка ЭП 0104 зелена. Ґрунтовка – вид матеріалу; ЭП – позначення плівкоутворювача (епоксидний); 0 – ґрунтовка; 104 – порядковий номер, зелена – колір.

Шпаклівка НЦ 0038 біла. Шпаклівка – вид матеріалу, НЦ – позначення плівкоутворювача (нітратцелюлозний), 00 – шпаклівка, 38 – порядковий номер, біла – колір.

Фарба Э-АК-216. Фарба – вид матеріалу, Э – емульсійна, АК – позначення плівкоутворювача (поліакрилатний), 2 – умови експлуатації (для внутрішніх робіт), 16 – порядковий номер.

Позначення лакофарбових покрить складається з трьох груп знаків, де перша – марка покривного лакофарбового матеріалу, його колір, друга – клас покриття і третя – умови експлуатації.

Наприклад, *емаль АК 171 біл.* ґрунтовка МЧ-042-1 $Ж_2$, де 1 – клас покриття, $Ж_2$ – для експлуатації в середині приміщення і в атмосферних умовах в районі з помірним кліматом.

10.7.7. Допоміжні лакофарбові матеріали

Що таке мастики та де вони застосовуються?

Мастики – це розчини бітуму в органічних розчинниках з добавкою наповнювача, смол, пластифікаторів, інгібіторів корозії та ін. Вони застосовуються для захисту від корозії поверхонь кузовів автомобілів і суцільнометалевих вагонів, а також для зменшення шуму (мастики АПМ, №579, БМП-1 та ін).

На основі синтетичних смол випускають значний асортимент будівельних мастик.

Яке призначення паст?

Пасти використовують для догляду за лакофарбовими покриттями (шліфувальна ВАЗ-1, полірувальна ВАЗ-2 і №291), герметизації роз'ємних вузлів двигунів автомобілів (ущільнююча невисихаюча УН-25), промазування зварних швів з метою попередження попадання води (водозапірна), приготування декоративних емалей та ін.

Яка класифікація та призначення сумішей?

Суміші поділяються на мийні (№1120 – для видалення іржі і залишків мінеральних масел з неметалевих поверхонь перед фарбуванням, №401 – для зняття пилу), полірувальні (ВАЗ 03), протикорозійні (протекторні ХВ-036, ИС-1), захисні від ушкоджень і забруднень (АК-535 і АК-535П) та ін.

Яке призначення змивачів?

Змивачі застосовуються для руйнування та змивання старих покрить з олійних фарб і лаків, а також

нітроцелюлозних лаків і емалей (АФТ-1, CN-6, СП-7, СД, CNC-1, СПС-2 та ін.).

Що таке розріджувачі?

Розріджувачі – це лакофарбові продукти призначені для розбавлення густотертих або для розведення сухих мінеральних фарб. Розріджувачі, на відміну від розчинників, містять плівкоутворювачі в кількості, необхідній для якісного лакофарбового покриття.

Яке призначення розчинників?

Розчинники використовують для зменшення в'язкості оліфи, лаків, що загусли, фарбових сумішей, окислених або заполімеризованих масел і смол.

Яке застосування скипідару?

Скипідар або терпентинове масло є продуктом переробки соснової живиці (терпентину). Скипідар – це прозора летка рідина з характерним запахом, кипить при температурі 153-160 °С.

Основне призначення скипідару – розведення алкідних, алкідно-стирольних та інших синтетичних лаків і фарб, а також для прискорення висихання сумішей.

Якість скипидару можна перевірити шляхом нанесення його краплі на фільтрувальний папір. Після випаровування скипидару на папері не повинно залишатися забарвленої маслянистої плями.

Яке застосування уайт-спіриту?

Уайт-спірит (бензин-розчинник) являє собою фракцію бензину прямої перегонки, що кипить при високій температурі. Уайт-спірит – це безбарвна прозора рідина з запахом бензину. Після випаровування уайт-спіриту, нанесеного на фільтрувальний папір, не повинна залишатися масна пляма.

Уайт-спірит застосовується для розведення густотертих олійних фарб, загуслих лаків, для виготовлення кольорів, що дають матову поверхню, для миття посуду, пензлів, машин.

Яке застосування сольвенту кам'яновугільного?

Сольвент кам'яновугільний (технічний) є сумішшю ароматичних вуглеводнів, яка одержана в процесі

ректифікації бензолу. Випускається 1-м і 2-м сортом. Зовні сольвент – безбарвна рідина; для 2-го сорту допускається злегка жовтувате забарвлення. Після випробування сольвенту на фільтрувальному папері не повинно залишатися масної плями.

Сольвент кам'яновугільний застосовується для розведення перхлорвінілових фарб, а в суміші з уайт-спіритом – для розведення бітумних, пентафталевих, гліфталевих емалевих фарб, а також асфальтових лаків.

Що таке розчинники та де вони застосовуються?

Розчинники – це складні суміші ароматичних вуглеводнів, кетонів, ефірів і спиртів. Їх асортимент і призначення наступні:

Марка	*Призначення*
Р-60	для емалі ВД-515
Р-189	для поліуретанових і уралкідних лакофарбових матеріалів
Р-197	для синтетичних емалей
Р-219	для поліефірних лаків
Р-265	для емалі АС-576 і лаку АС-548
Р-1101	для емалі АС-1101
Р-1176	для поліуретанових емалей
РЛ-176	для лаку АС-176
РЛ-277	для лаків УР-277М, УР-277П, УР-268П
РЛ-278	для лаку ВЛ-278
РЛ-298	для лаку ЭП-298
РМЛ-915	для нітролаку НЦ-223
РС-2	для масляних пентафталевих емалей і бітумних лаків
№650	для емалей НЦ-11 при фарбуванні невеликих площин

10.8. Пластмаси

Пластмасами (пластичними масами) називають такі тверді полімерні матеріали, які внаслідок своєї пластичності здатні приймати надану їм форму під дією температури та тиску і стійко зберігати її після припинення дії.

Пластичність – це властивість матеріалів змінювати форму під дією зовнішніх сил з наступним збереженням її після припинення дії сил. Пластичність притаманна багатьом матеріалам, а такі як вапно, цемент, глина стають пластичними при зволоженні, але при висиханні втрачають цю властивість.

Пластичність характерна для багатьох високомолекулярних сполук, а тому їх використовують для виготовлення пластмас. Високомолекулярні сполуки, із яких одержують пластмаси, називаються *смолами.*

10.8.1. Склад пластмас

Що таке пластмаси?

У більшості випадків пластмаси – це композиційні матері-али, основу яких складають високомолекулярні сполуки, а також наповнювачі, пластифікатори, стабілізатори, змащувальні речовини, каталізатори, антистатики, антипірени, барвники і газоутворювачі.

Для чого вводять наповнювачі?

Наповнювачі вводять для підвищення механічної міцності, теплостійкості, покращення електроізоляційних, фрикційних і антифрикційних властивостей, зменшення усадки і зниження вартості пластмас Як наповнювачі використовуються органічні матеріали (деревне борошно, бавовняні начоси, целюлоза, бавовняна тканина, папір, деревний шпон) і неорганічні (азбест, графіт, слюда, кварц, склотканини, скловолокно).

Яка роль пластифікаторів?

Пластифікатори (дибутилфтатат, трикрезолфосфат тощо) збільшують текучість, еластичність, гнучкість і морозостійкість пластмас, зменшують їх крихкість.

Яка роль в пластмасах стабілізаторів?

Стабілізатори (ароматичні аміни, феноли, газова сажа) підвищують стійкість пластмас проти старіння.

Яке призначення змащувальних речовин при виготовленні деталей із пластмас?

Змащувальні речовини знижують в'язкість композицій і запобігають прилипанню пластмас до формуючих поверхонь в процесах виготовлення виробів.

Яка роль каталізаторів в технологіях переробки?

Каталізатори (твердники) – речовини, що прискорюють процес твердіння пластмас.

Яка роль антистатиків для деталей з пластмас?

Антистатики зменшують їх електризацію в процесі переробки і використання, *антипірени* знижують горючість.

Яка функція барвників в пластмасах?

Барвники застосовують для виготовлення кольорових пластмас, а газоутворювачі - газонаповнених пластмас.

10.8.2. Класифікація пластмас

Як класифікують пластмаси в залежності від температурних режимів експлуатації?

В залежності від поведінки зв'язуючого компонента за різних температур пластмаси, як і чисті полімери, поділяють на *термопластичні* і *термореактивні.*

Які властивості термопластичних пластмас?

Для більшості термопластичних пластмас характерна досить велика ударна в'язкість (винятком є плексиглас і полістирол), гарні діелектричні властивості, висока водостійкість (окрім деяких поліамідів), низька теплостійкість, помітна холоднотекучість

Для виготовлення пластмас використовують головним чином такі термопластичні полімери, які мають мінімальну холоднотекучість. Але полімери з низькою холоднотекучістю мають невисоку пластичність. Для полегшення переробки подібних полімерів в них вводять пластифікатори, які при рівномірному розподіленні між макромолекулами знижують взаємодію останніх і тим самим розвиток незворотних деформацій, особливо при підвищеній температурі.

Одночасно пластифікатор знижує температуру склування (підвищує морозостійкість), збільшує відносне подовження розтягу, але, на жаль, зменшує міцність на розрив.

Які характерні відмінності у властивостях термореактивних пластмас в порівнянні з термопластичними?

Термореактивні пластмаси на відміну від термопластичних мають в термостабільному стані невелику холоднотекучість, мало змінюють механічні властивості з підвищенням температури, працездатні в навантаженому стані в широкому діапазоні температур і в той же час мають підвищену холоднотекучість і низьку ударну в'язкість. Термореактивні полімери до переробки у вироби являють собою порівняно низькомолекулярні сполуки, а тому вони мають низьку температуру текучості і легко формуються в процесі виготовлення деталей. За цієї причини для такого роду полімерів не застосовують пластифікатори, тим більше, що за допомогою останніх не можна збільшити еластичність, оскільки смола в термостабільному стані стає нерозчинною. В подібних випадках зниження крихкості виробів є наслідком сплавлення твердіючої смоли з каучуком або з іншими еластичними полімерами.

Як класифікують пластмаси за фізико-хімічними властивостями?

Для класифікації пластмас є й інші показники. За фізико-механічними властивостями за звичайних температур пластмаси поділяються на тверді, напівтверді, м'які та еластичні, за видом наповнювача – з порошковим, волокнистим, листовим, газопо-вітряним наповнювачем та без наповнювачів.

Як класифікуються пластмаси за призначенням?

За призначенням пластмаси поділяються на силові, ударостійкі, антифрикційні і фрикційні, термо-, радіаційно-, тропіко-, вібро-, тепло-, звуко- і водохімічностійкі, електроізоляційні, оптичні (прозорі) і декоративні.

Окрім того, пластмаси поділяють на сировинні і готові вироби – у вигляді листів, пластин, блоків, плівок і заготовок.

Сировинні пластмаси випускають у вигляді гранул, преспорошків, волокнітів, мас для лиття.

10.8.3. Зарубіжний досвід застосування пластмас в наземних транспортних засобах

Які показники якості забезпечує застосування пластмас в машинобудуванні?

Застосування пластмас в машинобудуванні дозволяє знизити масу конструкцій в 1,3-1.5 рази, матеріалоємність в 1,6-3,5 рази, енергоємність виробництва майже вдесятеро, а трудомісткість – втроє. Крім того, використання пластмас значно зменшує втрати від корозії, а також в 1,5-3 рази збільшує ресурс техніки.

Який об'єм використання пластмас за статистикою світового автомобілебудування?

У виробництві легкових і вантажних автомобілів, фургонів, міських автобусів і міжміських автобусів-експресів, а також при виготовленні залізничних вагонів та інших транспортних засобів використовується значна кількість різноманітних матеріалів. Середнє число пластмасових деталей різних розмірів в одному автомобілі перевищує 350 одиниць. За щорічного випуску 9 млн. автомобілів споживання армованих склопластиків (АСП) склало 127 кілотонн (кт), із них термореактивних смол – 75 кт і термопластів – 52 кт.

Які пластмаси використовуються для виготовлення армованих агрегатів автомобіля?

Для одержання армованих пластиків (АП) використовують полістирол, поліпропілен, поліаміди, термопластичні поліефіри, полікарбонати і поліацетати, із яких виготовляють наступні деталі: тримачі панелі приладів і підлогові консолі, кожухи вентиляторів, накладки крил і корпуси – гнізда задніх ліхтарів, омивача вітрового скла і деталі підйомних механізмів, засувки, дверні ручки, крильчатки вентиляторів, гальмові резервуари, кришки маслоналивних горловин і корпусу системи запалювання, декоративні вентиляційні решітки, тримачі щіток

склоочищувачів, лампові патрони, розмикачі, корпуси комп'ютерних модулів, кришки і ротори розподілювачів запалювання, корпуси фар; деталі паливних електронасосів. Крім того, із листового поліпропілену, армованого скловолокном, штампують тримачі передньої панелі кузова, панелі підлоги багажника, ящики для акумуляторних батарей і відкидні частини сидіння для автомобілів «Корвет».

Розробка малоусадочних поліефірних смол, які пресуються в масі і у вигляді листових формовочних матеріалів, забезпечує можливість застосування АП для виготовлення напівнесучих зовнішніх і облицювальних деталей легкових автомобілів масового виробництва, наприклад, кузовних панелей автомобіля «Корвет», надставок крил, панелей – обрамлення та облицю-вання радіаторів. Листовий формовочний матеріал використо-вують для виготовлення спойлера спортивних автомобілів, панелі даху автофургонів, передніх і задніх панелей автомобілів – будиночків (дач).

Який практичний світовий досвід застосування пластмас в автомобіле- та літакобудуванні?

Згідно з федеральним розпорядженням Національного управління *з* безпеки руху автомобільного транспорту США до 2000 року була поставлена задача збільшити середній для автомобілів кожної фірми питомий пробіг до 17-21,3 км/л (тобто знизити питомі витрати палива до 4,7-5,9 л/100км), чому сприяла політика щодо розробки конструкції раціонального автомобіля. Шлях до успішного виконання цих задач лежав через зменшення ваги транспортних засобів при застосуванні більш легких матеріалів.

Практичний досвід застосування пластмас в автомобілебудуванні одержаний не тільки в США, але й в Західній Європі. Так, жорстка покришка із склопластику була використана на автомобілі фірми «Рено», а буфери – на автомобілях фірм «Рено» і «Порше». Деякі моделі «Сімка» і «Лоту» мають склопластикові кузови. У автомобіля фірми «Фольксваген» бачок радіатора виготовлений із склонаповненого поліаміду, як і в автомобіля «Форд Ескорд».

Додаткові плани розвитку західноєвропейського відділення фірми «Форд» дають підстави чекати, що в перспективі в моделі автомобіля буде використано багато деталей двигуна із АП.

Із АП комплектують кришки – люки залізничних вагонів-хопперів, які використовують для перевезення зерна та інших сипучих продуктів. В залізничних вагонах застосовують двері, розсувні перегородки, виготовленні із АП.

Армовані пластики знайшли широке застосування в судно- і літакобудуванні. Аерокосмічне застосування композитів дає змогу зменшити масу літальних апаратні до 30-35 %, а це є запорукою подальшого розвитку літальних апаратів, які будуть виготовлятися в основному із композитів.

Контрольні запитання

1. Назвіть експлуатаційні матеріали автомобільного транспорту, що відносяться до класу полімерів.
2. Як структура полімерів впливає на їх властивості?
3. Склад, структура та технологія отримання гуми.
4. Привести порівняльні властивості каучуку та гуми.
5. Які основні властивості лакофарбових матеріалів і чим забезпечуються?
6. Види пластмас, основні властивості та застосування.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

А

Альфаметилнафталін 71
Антифриз 154, 155
Асортимент лакофарбових матеріалів 197
Асфальгени 27

Б

Бензини 47

В

Вуглеводні:
- ароматичні 23, 71
- нафтенові 21, 22
- ненасичені 25
- парафінові 16, 19, 20

В'язкість 101, 103, 124
Властивості:
- сумішоутворюючі 50
- антипінні 135
- низькотемпературні 102
- протизношувальні 107, 108, 135, 146
- протикорозійні 106, 147
- водостійкості 146
- гуми 181
- експлуатаційні 125
- полімерів 175
- протизадирні 135, 146

Вимоги:
- до карбюраторного палива 47
- до гідравлічних рідин, 157

Види:
- зношування поверхонь 92, 93
- види тертя 88, 89, 91

Г

Гума 177
Горіння:
- нормальне 59
- детонаційне 56, 59

Д

Детонація 55, 56, 59
Депарафінізація 35
Депресатори 98
Дистиляти:
- паливні 29
- оливні 29, 35
Домішки механічні 66, 115

Е

Економія паливно-мастильних матеріалів 148
Емаль автомобільна 196
Енергетика альтернативна 8
Етиленгліколь 153

Ж

Жорстка робота дизеля 71

З

Зношування 112
Загусники пластичних мастил 140
З’єднання сірчисті 66

І

Індекс в’язкості 104

К

Каучуки 179
Класи в’язкості 129
Класифікація
- моторних олив 116
- трансмісійних олив 130

- пластичних мастил 139
- лакофарбових матеріалів 191, 192
- пластмас 203
- пластичних мастил 139
Коксованість 77
Коефіцієнт:
- надлишку повітря 50
- завантаженості оливи 122
- напруженості роботи оливи 121
- тертя гуми 184
Крекінг 30

М

Мазут 29
Мастила:
- пластичні 136
- метало плакувальні 138
- консерваційні 143
Матеріали:
- полімерні 169
- лакофарбові 187, 191
Марки:
- дизельних палив 81
- бензинів 67
Методи:оцінки основних показників властивостей мастил 145

Н

Нагар 105
Наддув двигуна 57
Нафта парафінова 135

О

Оливи:
- мінеральні 93
- моторні 111
- гідравлічні 94

- дистилятні 93
- трансмісійні 127
- універсальні 117
- всесезонні 132
- рідкі 94
- пластичні 94
- промивочні 166
- низькотемреатурні 94
- високотемпературні 94
- рослинні 94
- тваринні 94

О

Оліфа 190

П

Пластмаси 202
Паливо:
- альтернативне 9, 11
- умовне 41
Пенетрація 145
Полімери 172
Пробки парові 55
Присадки:
- до олив 126, 132, 134
- в'язкісні 98
- багатофункціональні 98
- мийні 4
- диспергуючі 4

Р

Речовини смолисто-асфальтові
Рідини
- технічні 151
- охолоджувальні 151, 152
- для гідравлічних систем 155
- для гальмівних систем 161, 162

- для амортизаторів 163
- консерваційні 164, 165
- для видалення нагару 166
- етилові 63
- етиленгліколеві 154

Розріджувач 200
Розчинник 200, 202

С

- Склад:
- газоподібного палива 85
- фракційний бензинів 51, 52
- фракційний дизельних палив 51
- гуми 180
- лакофарбових матеріалів 188
- пластмас 202

Солідол 142
Середовище:
- лужне 113, 114
- кислотне 113, 114
- дисперсійне 140

Смоли синтетичні 189
Стабільність термоокислювальна 105, 124
Старіння гуми 185
Структура полімерів 174
Ступінь стиснення 58

Т

Теплота:
- згоряння палива вища 39, 40, 41
- згоряння палива нижча 40, 41
- згоряння паливо-повітряної суміші 47

Техніка безпеки та протипожежні заходи при роботі з нафтопродуктами 149, 150

У

Угар 125

Умова згоряння палива 51

Ф

Фракції:
- оливні 33
- паливні 32
- пускові 53
- робочі 54

Х

Хіммотологія 16, 17

Ц

Цетан 171

Ч

Число:
- цетанове 71
- октанове 58, 61

Я

Якість олив 100

Література

1. Черниш І.Г. Експлуатаційні матеріали транспортних засобів. Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 1998. – 264 с.
2. Никифоров Н.К. Использование эксплуатационных материалов. Учебное пособие. – У-У, Изд-во ВСГТУ, 2003. – 146 с.
3. Колосюк Д.С., Зеркалов Д.В. Експлуатаційні матеріали: Підручник 2-ге видання, доповнене. – К.: Арістей, 2007. – 244с.
4. Полянський С.К., Коваленко В.М. Експлуатаційні матеріали: Підручник для студентів вищих навчальних закладів, що навчаються за напрямом «Інженерна механіка». – К.: Либідь, 2003. – 446 с.
5. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости, ассортимент и применение. Справочник под редакцией В.М. Школьникова. 2-е издание переработанное и дополненное. – Москва: Издательский центр «Техинформ» Международной академии Информатизации, 1999. – 541 с.
6. Грабар І.Г., Титаренко В.Є., Іванченко В.М., Кузьмін А.В. Програмно-апаратний комплекс дослідження в'язкісно-температурних параметрів експлуатаційних матеріалів. Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за галузями знань "Машинобудування та матеріалообробка", "Інженерна механіка", "Металургія та матеріалознавство". – Луцьк: Луцький НТУ, 2010. – Випуск 28. – С. 147-150.

ЗМІСТ

Вступ…….....…….3

1. Проблеми альтернативної енергетики……...…7
Контрольні запитання……..15
2. Загальні відомості про нафту та технології її переробки.....16
2.1. Хіммотологія. Поняття про нафту……..……..……..…16
2.2. Способи отримання палив і олив з нафти…...……..…18
2.3. Хімічний склад нафти та його вплив на властивості нафтопродуктів……..……..…….19
2.4. Отримання палива та змащувальних олив для двигунів внутрішнього згоряння……28
2.5. Очищення паливних фракцій……..……...32
2.6. Очищення оливних фракцій……..……34
Контрольні запитання……..……36

3. Загальні відомості про палива……..……36
3.1. Класифікація, загальний склад і властивості палив…….36
3.2. Теплота згоряння палива…….....…39
3.3. Визначення кількості повітря, необхідного для горіння палива……...….43
3.4. Визначення продуктів згоряння палива……...…...…….46
Контрольні запитання……..47

4. Бензини……...……...47
4.1. Вимоги до карбюраторного палива……..……...47
4.2. Теплота згоряння паливо-повітряної суміші……...…49
4.3. Сумішоутворюючі властивості палива……..…50
4.4. Нормальне і детонаційне згоряння палива…..……..55
4.5. Вплив конструктивних і експлуатаційних чинників і складу палива на процес згоряння…….…...……57
4.6. Оцінка та методи підвищення антидетонаційних властивостей бензинів……..……..……..60
4.7. Схильність бензинів до утворення відкладень……..…64
4.8. Корозійні властивості бензинів……..……..…..65

4.9. Марки, види бензинів та їх застування……...….67
Контрольні запитання……..69

5. Дизельні палива……..……..69
5.1. Вимоги до дизельного палива……...69
5.2. Умова згоряння палива……...70
5.3. Оцінка самозапалювання палива……..…71
5.4. Сумішоутворюючі властивості дизельного палива…….73
5.5. Нагароутворюючі властивості палива…….……..…77
5.6. Корозійні властивості палива……...…79
5.7. Марки та види дизельних палив…….....……81
5.8. Порівняння особливостей дизельних палив та бензинів……....82
Контрольні запитання……...……...83

6. Газоподібні палива…….……..84
6.1. Види газоподібного палива…….…….84
6.2. Застосування газоподібного палива для двигунів внутрішнього згоряння……...…86
Контрольні запитання……...……...88

7. Мастильні матеріали…….……..88
7.1. Тертя і мащення……..…88
7.1.1. Призначення мастильних матеріалів і види тертя……88
7.1.2. Види зношування поверхонь деталей……92
7.1.3. Види змащувальних матеріалів і вимоги до них……..93
7.2. Присадки до олив…….…...…95
7.2.1. Призначення, види та механізм дії присадок однофункціонального призначення……...…95
7.2.2. Багатофункціональні присадки…….……..99
7.3. Моторні оливи……..……100
7.3.1. Методи оцінки якості змащувальних олив……..…100
7.3.2. В'язкісні властивості олив……...….101
7.3.3. Термоокислювальна стабільність олив……....105
7.3.4. Протикорозійні властивості олив……..…106
7.3.5. Протизношувальні властивості олив..……...107

7.3.6. Вплив різних чинників на зміну якості оливи в двигуні, класифікація та марки олив……..…….....108
7.3.6.1. Умови роботи та чинники впливу на зміну якості моторної оливи……..…..……108
7.3.6.2. Вплив окремих чинників на окислення моторної оливи……..…….……...110
7.3.6.3. Вплив прокачуваності оливи на зміну її якості...….112
7.3.6.4. Вплив об'єму мастильної системи двигуна на зміну якості оливи…….……114
7.3.6.5. Вплив завантаження двигуна на зміну якості моторної оливи…….……...……114
7.3.6.6. Класифікація моторних олив для автотракторних двигунів……..……..116
7.3.6.7. Марки моторних олив для карбюраторних і дизельних двигунів……119
7.3.7. Зміна якості моторних олив при експлуатації двигунів……...121
7.3.7.1. Характеристика напруженості роботи моторної оливи у двигуні……..……....121
7.3.7.2. Поновлення моторної оливи……..…122
7.3.7.3. Вплив оливоочищувальних пристроїв двигунів на зміну якості моторної оливи……...…….123
7.3.7.4. Зміна фізико-хімічних і експлуатаційних показників моторної оливи …….…….123
7.3.8. Підвищення якості та ефективність використання моторних олив……...……125
7.3.8.1. Підвищення експлуатаційних властивостей моторних олив дією ультразвуку……..…….....125
7.3.8.2. Техніко-економічні заходи при експлуатації машин……..126
7.4. Експлуатаційні властивості та застосування трансмісійних і інших олив……..……127
7.4.1. Умови роботи та вимоги до трансмісійних олив…….127
7.4.2. Властивості трансмісійних олив……...……128
7.4.3. Класифікація та позначення трансмісійних олив…...129
7.4.4. Оливи для гідромеханічних передач……135
7.5. Пластичні мастила……...……..136

7.5.1. Види та призначення мастил……..…...136
7.5.2. Найменування та позначення мастил……...…139
7.5.3. Коротка характеристика пластичних мастил……..141
7.5.4. Вимоги до пластичних мастил та їх застосування..…143
7.5.5. Основні показники та методи оцінки якості
пластичних мастил……144
Контрольні запитання……147

8. Економія паливно-мастильних матеріалів……...…148
8.1. Шляхи економії та скорочення втрат
нафтопродуктів……..148
8.2. Збір і повторне використання відпрацьованих олив…..149
8.3. Техніка безпеки та протипожежні заходи при роботі
з нафтопродуктами…….……..…149
Контрольні запитання……...…….150

9. Технічні рідини…….……..151
9.1. Охолоджувальні рідини……..……..…151
9.1.1. Призначення, види охолоджувальних рідин і
вимоги до них…….151
9.1.2. Низькозамерзаючі охолоджувальні суміші
(антифризи)……152
9.2. Рідини для гідравлічних систем……..…….155
9.2.1. Загальні вимоги та властивості……..……...155
9.2.2. Асортимент і застосування робочих рідин……..…158
9.3. Рідини для гальмівних систем…….161
9.4. Рідини для амортизаторів……...……..163
9.5. Консерваційні рідини……....…164
9.6. Рідини для видалення нагару з деталей двигуна……166
Контрольні запитання……...……..168

10. Полімерні матеріали……..……..169
10.1. Загальні відомості про високомолекулярні сполуки...169
10.2. Полімери та їх класифікація……...169
10.3. Хімічна будова і структура полімерів……...171
10.4. Макромолекулярні характеристики і топологія
полімерів…….……174

10.5. Формування властивостей полімерів за допомогою наповнювачів……..……..…….175
10.6. Гумові матеріали та вироби…….....177
10.6.1. Склад гуми……178
10.6.2. Фізико-механічні властивості гуми……...181
10.6.3. Основні види гумових технічних виробів…….185
10.7. Лакофарбові матеріали……..……187
10.7.1. Призначення лакофарбових матеріалів…….187
10.7.2. Склад і класифікація лакофарбових матеріалів……188
10.7.3. Основні лакофарбові матеріали.……191
10.7.4. Специфіка властивостей лакофарбових матеріалів..193
10.7.5. Асортимент лакофарбових матеріалів……...196
10.7.6. Позначення лакофарбових матеріалів і покрить…….……..…197
10.7.7. Допоміжні лакофарбові матеріали……199
10.8. Пластмаси……202
10.8.1. Склад пластмас……...……..202
10.8.2. Класифікація пластмас…….....203
10.8.3. Зарубіжний досвід застосування пластмас в наземних транспортних засобах…….……..205
Контрольні запитання……...…….207

Предметний покажчик…….....208

Література……..……..214

Титаренко Володимир Євгенійович
Грабар Іван Григорович
Шостачук Андрій Миколайович

Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливно-енергетичних ресурсів

Навчальний посібник

Редактор Титаренко В.Є.
Комп'ютерний набір та верстка Шостачук А.М.

Формат 60×84 1/16. Папір офс.
Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 12,79.
Наклад 250 пр. Зам. № 18
Підп. до друку 21.04.2011 р.

Видано редакційно-технічним відділом Житомирського державного технологічного університету
10005, м. Житомир, вул. Черняховського, 103