

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра «Загальнонаукові дисципліни»

Лекції з курсу  
**„Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливно-  
енергетичних ресурсів” (ВЕМ та економія ПЕР).**  
(ДОЦЕНТ КАРПИНЕЦЬ А.П.)

Горлівка 2014

## ЗМІСТ

<i>Передмова</i> .....	6	
<i>Вступ</i> .....	8	
V.1 Загальні відомості .....	8	
V.2 Нафта, її хімічний склад та його вплив на властивості нафтопродуктів.....	9	
V.3 Загальні властивості паливо-мастильних матеріалів.....	11	
V.4 Короткі відомості про сучасне здобуття палив та олив.....	12	
V.5 Коротко про хімотологію.....	15	
<hr/>		
Розділ Перший		
<b>Хімотологія палива</b> .....	18	
<hr/>		
Глава 1	<i>Хімотологія бензинів</i> .....	18
1.1 Експлуатаційні вимоги.....	18	
1.2 Властивості бензинів, що забезпечують безперебійну подачу в систему живлення.....	18	
1.3 Властивості бензинів, що забезпечують утворення паливо-повітряної суміші потрібного складу.....	20	
1.4 Властивості бензинів, що впливають на процес згоряння.....	23	
1.5 Вплив властивостей палива на корозію та утворення відкладень.....	29	
1.6 Асортимент бензинів та їх застосування.....	31	
Глава 2	<i>Хімотологія дизельних палив</i> .....	33
2.1 Експлуатаційні властивості та вимоги.....	33	
2.2 Показники властивостей дизельного палива, що впливають на його подачу та сумішоутворення.....	34	
2.3 Згоряння суміші та оцінювання її самозаймання.....	35	
2.4 Корозійний вплив дизельного палива на метали.....	38	
2.5 Вплив властивостей дизельного палива на утворення відкладень у двигуні та нагароутворення.....	39	
2.6 Вплив води та механічних домішок. Присадки.....	40	
2.7 Асортимент дизельного палива та його застосування.....	41	
Глава 3	<i>Хімотологія газоподібного палива</i> .....	42
3.1 Загальні відомості.....	42	
3.2 Переваги газоподібного палива.....	43	

3.3	Класифікація і застосування газоподібного палива.....	44
3.4	Зріджені нафтові гази без зниження температури.....	44
3.5	Зріджені природні гази при зниженні температури.....	45
3.6	Стисненні природні гази (СПГ).....	46
Глава 4	Перспективні види палива і можливості їх використання. ....	47
4.1	Загальні відомості.....	47
4.2	Метанол та етанол.....	48
4.3	Метилтретиннобутиловий ефір.....	49
4.4	Газові конденсати.....	49
4.5	Водень.....	50
4.6	Вода як домішка палива.....	52
4.7	Біопаливо.....	53
4.8	Сфера застосування нетрадиційних палив.....	53
<hr/>		
Розділ другий		
<b>Хімотологія олив, спеціальних рідин і пластичних мастил.....</b>		<b>54</b>
<hr/>		
Глава 5	<i>Моторні оливи.....</i>	54
5.1	Умови роботи олив.....	54
5.2	Основні вимоги до якості олив.....	54
5.3	Склад та здобуття олив.....	55
5.4	В'язкісно-температурні властивості олив.....	56
5.5	Противозношувальні властивості олив.....	58
5.6	Мийні і диспергуючі властивості олив.....	59
5.7	Захисні та корозійні властивості олив.....	61
5.8	Контроль якості і оцінка старіння олив.....	62
5.9	Способи зниження витрат моторних олив.....	63
5.10	Регенерація відпрацьованих олив.....	63
5.11	Класифікація та маркування та якість <b>моторних олив.....</b>	<b>65</b>
5.12	Асортимент моторних олив та їх застосування.....	66
5.13	Взаємозамінність олив.....	67
5.14	Класифікація та маркування зарубіжних олив.....	67
5.15	Взаємозамінність вітчизняних і зарубіжних олив.....	68
Глава 6	<i>Трансмісійні оливи.....</i>	70
6.1	Маркування, асортимент і застосування.....	70
Глава 7	<i>Синтетичні оливи.....</i>	71
Глава 8	<i>Спеціальні рідини.....</i>	73
8.1	Оливи для гідромеханічних передач автомобілів.....	73

8.2	Оливи для гідравлічних систем.....	73
8.3	Технічні рідини.....	74
8.3.1	Пускові рідини.....	74
8.3.2	Охолодні рідини.....	75
8.3.3	Гальмові рідини.....	77
8.3.3.1	Основні вимоги.....	77
8.3.3.2	Асортимент.....	78
Глава 9	<i>Пластичні мастила.....</i>	79
9.1	Вимоги до пластичних мастил.....	79
9.2	Основні експлуатаційні властивості.....	80
9.3	Класифікація та маркування пластичних мастил.....	82
9.4	Асортимент найпоширеніших вітчизняних пластичних мастил.....	84
Розділ третій	<i>Конструкційно-ремонтні матеріали.....</i>	85
Глава 10	<i>Лакофарбові матеріали</i>	
10.1	Загальні відомості.....	85
10.2	Класифікація лакофарбних матеріалів та їх марки.....	85
Глава 11	<i>Гумотехнічні матеріали.....</i>	88
Глава 12	<i>Пластичні матеріали.....</i>	89
12.1	Призначення пластичних матеріалів.....	89
12.2	Склад пластмас.....	90
12.3	Класифікація пластмас.....	90
Глава 13	<i>Клеї, герметики, мастики та інші засоби догляду за машинами.....</i>	91
13.1	Клеї та герметики.....	91
13.1.1	Загальні відомості.....	93
13.2	Мастики.....	93
13.2.1	Мастики та інші засоби захисту машин від корозії.....	94
Розділ четвертий	<i>Економія паливо-мастильних матеріалів та охорона навколишнього середовища.....</i>	94

4.1 Загальні відомості.....	96
4.2 Системний підхід до раціонального використання мастильних матеріалів при їх зберіганні.....	97
4.3 Зміна якості нафтопродуктів при їх зберіганні, заправці та застосуванні.....	99
4.4 Втрати палива при його транспортуванні, зберіганні та заправці.....	100
4.5 Втрати палива при його транспортуванні, зберіганні та заправці.....	100
4.6 Екологія та охорона навколишнього середовища.....	101
4.6.1 Токсичність експлуатаційних матеріалів.....	101
4.6.2. Пожежонебезпечність. Електризація палива.....	103
4.6.3 Охорона навколишнього середовища.....	104
4.6.3. Екологічні вимоги до бензинів.....	104
4.6.4. Екологічні вимоги до дизельних палив.....	105
Список використаної та рекомендованої література.....	107

## Лекції з курсу „Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливно-енергетичних ресурсів” (ВЕМ та економія ПЕР).

<b>Навантаження:</b>	для спеціальності <b>АТР:</b> денна форма навчання – 68год., з них: лекцій – 32 (34) г; л.р. – 16 (17) г; самостійної роботи – 16 г. (17) г.; залік. заочна форма навчання – 68год., з них: лекцій – 4; л.р. – 4; самостійної роботи – 60год.; кр, залік. Для спеціальностей <b>ОДР і ОПУТ, ТТ:</b> денна форма навчання – 72год., з них: лекцій – 16 (17) г; л.р. – 16 (17) г; самостійної роботи – 38 год.
----------------------	---

Виховання інженера передбачає не тільки передачу йому знань, накопичених у галузі, а й розвиток у нього творчих прагнень, інтересу до дослідної роботи, здібностей та бажання сприймати потік інформації, що швидко змінюється, бути творцем нової техніки.

З урахуванням швидкого розвитку двигунобудування та системно пов'язаної з ним науки „Хімотологія” особлива увага у лекціях приділяється перспективам і тенденціям розвитку паливо-мастильних та інших матеріалів.

Практично всі види палива, олив, пластичних мастил й інших експлуатаційних матеріалів, а також їх виготовлення, випробування та застосування мають відповідати вимогам стандартів. Будь – яке відхилення від стандарту може призвести до небажаних і серйозних наслідків. Спеціаліст повинен мати хоча б мінімум інженерних знань й у цій сфері.

Вивчення курсу „ВЕМ та економія ПЕР” доцільно розглядати за розділами і главами:

### **Вступ.**

**Розділ перший.** Хімотологія палива.

Глава 1. Хімотологія бензину.

Глава 2. Хімотологія дизельного палива.

Глава 3. Хімотологія газоподібного палива.

Глава 4. Перспективні види палива і можливості їх використання.

**Розділ другий.** Хімотологія олив, спеціальних рідин і пластичних мастил.

Глава 5. Моторні оливи.

Глава 6. Трансмісійні оливи.

Глава 7. Синтетичні оливи.

Глава 8. Спеціальні рідини.

Глава 9. Пластичні мастила.

**Розділ третій.** Конструктивно-ремонтні неметалеві матеріали.

Глава 10. Лакофарбові матеріали.

Глава 11. Гумотехнічні матеріали.

Глава 12. Пластичні матеріали.

Глава 13. Клеї, герметики, мастики.

**Розділ четвертий.** Економія паливо - мастильних матеріалів та охорона навколишнього середовища.

## Вступ

В.1 Загальні відомості.

В.2 Нафта, її хімічний склад та його вплив на властивості нафтопродуктів.

В.3 Короткі відомості про сучасні методи здобуття палив та олів.

В.4 Коротко про хімотологію.

*Контрольні запитання*

### **В.1 Загальні відомості.**

У процесах роботи і зберігання автомобілів їхні складальні одиниці постійно взаємодіють з експлуатаційними матеріалами: паливом, оливами, пластичними мастилами, технічними рідинами тощо.

Від властивостей цих матеріалів та умов їх використання залежить характер цієї взаємодії.

Сучасна техніка збільшує споживання палив, олів, пластичних мастил, спеціальних рідин. Сировиною деяких із них є здебільшого природні енергоносії – нафта і газ, що пояснюється їх невеликою вартістю, простотою використання і високою теплою згорання порівняно з іншими видами палива. Нафта і газ належать до невідновних природних ресурсів, яких, на жаль, при їх видобуванні залишається у надрах землі понад 50%. Прогноз, що нафта і газ залишаться основними джерелами для добування палива та мастильних матеріалів ХХІ ст. відбуваються, незважаючи на можливість використання альтернативного палива та синтетичних олів.

Замінниками нафтового рідкого палива сьогодні є: газові палива (метан, пропан-бутан), спирти (етанол, метанол), ефіри, водень, палива, що отримані при переробці рослин тощо. Малоімовірне використання палив, що отримані з твердих енергоносіїв, не дістануть поширення й електромобілі: вартість виготовлення акумуляторних батарей (кислотних та лужних) велика, а їхня енергоємність мала. Тому поки на першому місці залишаються нафта та газ.

Щороку Україна видобуває 5 млн. т -15% потрібної кількості. Функціонування паливно-енергетичного комплексу і економічний розвиток країни залежать від імпорту нафти і газу. Ось чому раціональне використання ПММ, економія паливно-енергетичних ресурсів, пошук нових джерел енергії – завдання державного значення. Експлуатаційні матеріали, що використовуються, мають відповідати конструктивним і технологічним особливостям машин, їхньому технічному стану, кліматичним і сезонним умовам й умовам експлуатації.



## **В.2 Нафта, її хімічний склад та його вплив на властивості нафтопродуктів.**

Нафта за зовнішніми ознаками являє собою масляну рідину темного кольору з характерним запахом, за хімічним складом – складну природну суміш різних сполук з густиною від 810 до 986 кг/м<sup>3</sup>.

Елементний хімічний склад нафти є: вуглець – 83...87%, водень – 12...14%, кисень – 0.1...0.3%, сірка – 0.01...5%, азот – 0.2...1.7%.

Вуглець – С - основна горюча частина палива, водень – Н - друга (виділяється в 4 рази більше теплоти порівняно з теплою згорання вуглецю). Кисень – О - внутрішній баласт (не горить і не виділяє теплоти).

Азот – N - не горить і є внутрішнім баластом.

Сірка – S – є небажаним компонентом, бо згоряє з утворенням SO<sub>2</sub> і SO<sub>3</sub>, які викликають сильну газову або рідинну корозію металевих поверхонь. Нафта кипить в широкому діапазоні температур.

За груповим хімічним складом нафта являє собою складну суміш вуглеводнів, сірчаних, кисневих та азотних сполук. У складі нафти є три групи вуглеводнів :

*Парафінові вуглеводні* (загальна формула C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>) із вмістом атомів вуглецю від 1 до 4 за нормальних умов є газоподібні, від 5 до 16 – рідкі, більше – тверді речовини. Парафінові вуглеводні мають саму високу масову теплоту згорання, бо містять велику кількість водневих атомів, вони стабільні при зберіганні. Н. парафінові небажані компоненти бензинів тому, що у них мала стійкість до окислення при високих температурах (низьке октанове число) і бажані у дизельних паливах, як такі, що покращують самозаймання робочої суміші. В оливних фракціях парафінові вуглеводні покращують в'язкісно-температурні властивості (індекс в'язкості), але погіршують низькотемпературні показники.

*Нафтеніві вуглеводні* (загальна формула C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>) є похідними циклопентану та циклогексану. Порівняно з н. парафіновими майже всі вони мають меншу теплоту згорання, вище октанове число, але нижче цетанове і, що важливо , більш низькі температури плавлення. В оливних фракціях нафтеніві вуглеводні підвищують в'язкість, а з довгими боковими ланцюгами - індекс в'язкості.

*Ароматичні вуглеводні* (загальна формула C<sub>n</sub>H<sub>2n-x</sub>, де x не менше 6), в основному, є похідними бензолу: толуол, ксилоли, нафталін, антрацен тощо. Ароматичні вуглеводні містять ще менше водню, ніж нафтеніві, тому їх масова теплота згорання ще нижча. Ароматичні вуглеводні мають високу хімічну стабільність, вони термостабільні, тому є бажаними компонентами бензинів з точки зору антидетонаційних властивостей і небажаними компонентами дизельних палив. В товарних бензинах їх повинно бути не більше 40...45% у зв'язку з їх підвищеною здатністю до утворення нагарів та

лаків. Ароматичні вуглеводні в оливах, особливо поліциклічні, збільшують в'язкість, але погіршають в'язкісно-температурні властивості, тобто зменшують - індекс в'язкості і мають високу розчинну здатність щодо гумових та полімерних виробів.

*Ненасичені вуглеводні* утворюються під час переробки нафти і нафтопродуктів. У паливах можуть знаходитися сполуки загальної формули  $C_nH_{2n}$ , які мають один подвійний зв'язок, завдяки якому вони мають низьку хімічну стабільність, а тому легко окислюються, полімеризуються, утворюючи смоли. Дегонаційна стійкість цих вуглеводнів вища за цей показник у н. парафінових вуглеводнів. Вміст ненасичених вуглеводнів допускається в бензинах, які не підлягають зберіганню.

Властивості палив і олив залежать від хімічного та фракційного складу, тобто від того, які вуглеводні і в якій кількості містяться та їх температура кипіння. У бензинах є вуглеводні з числом атомів вуглецю від 5 до 12 (приблизно), у дизельних паливах – від 13 до 20, в оливах – від 20 до 70.

*Кисневі сполуки*, які містяться в паливах і оливах, являють собою органічні кислоти і асфальто–смолисті речовини. Органічні кислоти спричиняють корозію, передусім, кольорових металів. Основна доля кисню, що міститься в нафті і нафтопродуктах, знаходяться у вигляді асфальто–смолистих речовин. Вони спричиняють підвищене утворення різних відкладень, тому вміст їх небажаний.

*Сірчані сполуки* у складі палив і олив можуть бути у вигляді сірки, сірководню, меркаптанів (активні сірчані сполуки), сульфідів, дисульфідів та інших – неактивних сірчаних сполук. Активні сірчані сполуки спричиняють сильну корозію металів. Неактивні сполуки палив самі корозії не спричиняють, її викликають продукти їх згорання. Крім корозії, сірчані сполуки збільшують нагароутворення. Іноді вони бувають корисними, наприклад, в гіпоїдних оливах (підвищують міцність мастильної плівки).

*Смолисто-асфальтонові речовини* (смоли, асфальтени та ін.) належать до складних циклічних сполук, у молекулу яких поряд з вуглецем та воднем входять ще кисень та сірка. За здатністю розчиняться у нафтопродуктах ці речовини поділяються на нейтральні смоли, кислі смоли й асфальтени.

*Азот* знаходиться в паливах і оливах у вигляді асфальто–смолистих речовин.

*Азотисті сполуки*, яких дуже мало в нафті, майже не впливають на властивості ПММ.

### В.3 Загальні властивості паливо-мастильних матеріалів.

Серед численних властивостей, на яких ґрунтується оцінка якості ПММ, найважливішими є властивості, що виявляються при експлуатації техніки, тобто в умовах складної взаємодії фізико-хімічних процесів та явищ. Зважаючи на це, всі властивості ПММ прийнято умовно поділяти на фізико-хімічні, експлуатаційні та екологічні.

#### Класифікація властивостей ПММ

Властивості ПММ		
Фізико-хімічні	Експлуатаційні	Екологічні
1. Густина	1.Детонаційні	1.Токсичність
2. В'язкість	2.Нагароутворення	2.Вибухонебезпечність
3. Поверхневий натяг	3.Лакоутворення	3.Пожежонебезпечність
4. Теплоота згоряння	4.Осадкоутворення	4.Властивості продукту впливати на навколишнє середовище
5.Випаровуваність	5.Окиснення	
6.Окиснення	6.Корозійні	
7.Електропровідність	7.Пускові	
8.Теплопровідність	8.Мийні	

*Фізико-хімічні* властивості ПММ визначаються різними методами в лабораторних умовах.

*Експлуатаційні властивості* ПММ виявляються при їх використанні безпосередньо в двигунах внутрішнього згоряння, механізмах і системах будівельно-дорожніх машин.

*Екологічні властивості* ПММ виявляються при взаємодії продуктів з навколишнім середовищем, тобто при контакті з засобами механізації в умовах зберігання, транспортування, перекачування та фільтрування, а також при контакті з атмосферою, водою, людиною, тваринами і рослинним світом.

Від якості ПММ залежить надійність роботи двигунів та машин загалом, а отже, витрати на їх обслуговування і ремонт. Знання властивостей ПММ та вміння правильно їх застосовувати визначають ефективність використання автомобілів, тракторів, БДМ та рентабельність експлуатаційних організацій.

#### **В.4 Короткі відомості про сучасні методи здобуття палив та олів.**

Нафта – основна сировина для одержання палив та олів для автотракторної, дорожньо-будівельної, сільськогосподарської та іншої техніки, для чого переробляється до 90% від її видобутку.

Використовують фізичні і хімічні методи переробки. Фізичні методи найпростіші, вони базуються на розділенні нафти на фракції за температурами кипіння. Хімічні (деструктивні) методи переробки базуються на зміні хімічного складу сировини, що підлягає переробці. Технологічні процеси на НПЗ взаємопов'язані.

*Атмосферна (пряма) переробка нафти* – це розділення її на складові частини (фракції), що киплять у визначених інтервалах температур. При перегонці нафти одержують близько 50% паливних фракцій і близько 50% мазуту. Прямою перегонкою нафти отримують фракції з температурними межами википання, °С: бензинову – 30...200, лігроїнову -120...240, реактивне паливо - 60...315, газову – 140...300, газойлеву – 230...360, солярову – 300...400. Ці межі википання можуть змінюватись в залежності від того, яке паливо потрібно для регіону.

Готові (товарні) нафтопродукти (автомобільні, авіаційні бензини, бензини-розчинники, гаси – авіаційні, тракторні, освітлювані, дизельні палива тощо) виробляють після їх очищення, введення до їх складу добавок та присадок, доведення до стандартних показників якості.

Бензин прямої перегонки має низькі октанові числа (55-56 за моторним методом) і високу хімічну стабільність.

Дизельне пальне прямої перегонки має високі цетанове числа, але вимагає поліпшення низькотемпературних властивостей.

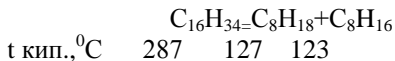
Мазут, що залишається після відгонки паливних фракцій, має густину приблизно 950 кг/м<sup>3</sup>. Він може бути сировиною для одержання олівних фракцій на вакуумній установці, паливом для малооборотних дизелів, сировиною для одержання додаткових кількостей палив деструктивними методами тощо.

Мазут містить сполуки, температура кипіння яких становить близько 400°С і вище, тобто температура їх кипіння вище температури розкладу. Для запобігання розкладу мазуту перегонку ведуть під вакуумом. При цьому знижується температура кипіння. Так, якщо вуглеводень кипить при атмосферному тиску при 500°С, то при зниженні тиску до 1333,2 Па (10мм рт. ст.) він кипить при 230°С. Вакуумною перегонкою мазуту можна одержувати солярові, спеціальні і змашувальні олівні фракції. Після відбору олівних фракцій (дистильатних: індустріальних, машинних, циліндрових, турбінних тощо) залишається важкий продукт – гудрон (густина 970...990 кг/м<sup>3</sup>). Він може бути сировиною для одержання бітуму, коксу, бензину,

моторних олів (так званих авіаційних). Оливні фракції, залежно від складу і призначення, направляються на очистку.

Вторинні методи переробки – деструктивні методи – дозволяють одержувати додаткові кількості палив або поліпшують їх якість, базуються на зміні первісного хімічного складу сировини, що переробляється.

У 1891р А.А. Летній описав процес розколення тяжких вуглеводнів на більш легкі. У тому же році інженер В.Г. Шухов дав ідею процесу. Бартон (американець) у 1912р. збудував установку для розколення і дав ім'я цьому процесу „крекінг процес” (crack - розщеплення), наприклад:



*Термічний крекінг* – це розколення, розщеплення великих молекул під дією температур на менші, які відповідають бензиновим фракціям.

Сировина - напівгудрон, гудрон, мазут, газойль. При крекінгу мазуту отримують 25...30% бензину (октанове число 66...72, вміст ненасичених вуглеводнів 25...40%, продукт - з низькою хімічною стабільністю).

*Каталітичний крекінг* здійснюється при одночасній дії температури і каталізатора. Сировиною є газойлеві і соляріві фракції прямої перегонки, вакуумні дистильати. Бензин каталітичного крекінгу приблизно на 75% складається з ізопарафінових і ароматичних вуглеводнів, тому його октанове число становить 78...85 за моторним методом, має більш високу хімічну стабільність. Каталітичний крекінг проводиться при  $t=450...525^{\circ}\text{C}$ ;  $P=0,06...0,14$  мПа, каталізатори – 10%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 70...90%  $\text{SiO}_2$ , а також  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ . Ненасичених вуглеводнів–5...9%, бензину отримується до 50% від крекируємої сировини.

*Гідрокрекінг* - це каталітичний крекінг у присутності водню. Сировина–газойль, нафтові залишки. Проводять при  $t=370...450^{\circ}\text{C}$ ;  $P=15...20$  мПа; каталізатор–алюмонікельмолібденовий  $\text{AlNiMo}$  або алюмокобальтмолібденовий  $\text{AlCoMo}$ .

Октанове число бензину за дослідницьким методом 85...88. Отримують АБ, ДП, реактивне паливо.

*Каталітичний риформінг* – переробка низькооктанових бензинових фракцій з метою підвищення октанового числа. Сировиною є бензині прямої перегонки з температурою кипіння 85...180. Процес проводять при  $t=480...540^{\circ}\text{C}$ ;  $P=2...4$  мПа; каталізатори – молібден і платина. Продукт – АБ з ОЧ за ДМ =95.

*Коксування* – отримання дистильату широкого фракційного складу і нафтового коксу з мазуту, напівгудрону, гудрону, крекінг залишків методом нагріву їх без доступу повітря при  $t = 505...515^{\circ}\text{C}$ ;  $P= 0,2...0,3$  мПа.

Отримають АБ з ОЧ ММ=60...67. ізооктан (ОЧ=100), алкилбензин, алкилбензол таке інше.

*Методи синтезу* дозволяють одержувати високооктанові компоненти, які додають до товарних бензинів. Основні з них такі: алкилбензин, алкилбензол, ізооктан.

*Палива з нафтових газів.* Використовуються природні (що супроводжують видобуток нафти), гази газоконденсатних родовищ та природні гази, що містять вуглеводні з числом атомів у молекулі від 1 до 4 і вище.

Вуглеводні з числом атомів у молекулі вище 4 за звичайних умов є рідинами і в газах знаходяться у вигляді парів. Ці вуглеводні виділяють із газів, і одержують так звані „газові” бензини. Їх добавляють у товарні бензини, щоб полегшати пуск двигуна взимку.

Палива і оливи, що одержують різними методами переробітки, ще не є товарними продуктами. Вони містять небажані компоненти, що погіршають експлуатаційні властивості і які треба вилучити: ненасичені вуглеводні, сірчані і кисневі сполуки, н. парафінові вуглеводні дизельних палив і олив. Щоб видалити небажані компоненти, застосовують різні види очистки.

Методи очистки можуть бути хімічними та фізичними.

*Хімічні методи очистки* базуються на видаленні небажаних компонентів з нафтопродуктів хімічними реагентами (сірчаною кислотою, лугом, солями та іншими розчинами). Хімічні реагенти вступають в реакцію з небажаними компонентами і не розчиняються з нафтопродуктом, який піддається очистці.

*Фізичні методи* очистки проводяться адсорбентами, розчинниками, які адсорбують (поглинають) окремі компоненти (очистка карбамідом, силікагелем, глинами тощо), або розчиняють окремі компоненти-це очистка селективними розчинниками: фурфуролом, фенолом, рідким пропаном, парними розчинниками тощо.

*Очистка сірчаною кислотою (застарілий процес)* застосовується для видалення ненасичених вуглеводнів, основної маси сірчаних сполук (за винятком сірководню і меркаптанів) та асфальто-смолистих речовин. Цей вид очистки дуже трудомісткий і складний. Після очистки проводять нейтралізацію продуктів лугом.

*Очистка лугом* застосовується для видалення органічних кислот, деяких сірчаних сполук (сірководню і меркаптанів), а також для нейтралізації продуктів після вищезгаданої очистки. Після очистки лугом необхідна промивка продуктів водою від залишків лугу.

*Гідроочистка* застосовується для видалення майже всіх небажаних компонентів. Екологічно чисті палива потребують видалення з них сірки і її

сполук. Велика ефективність цього процесу досягається використанням надмірного надлишку водню в процесі очистки та каталізатора. Сірководень, що утворюється в процесі гідроочистки, легко видаляється. Одночасно з видаленням сірчаних сполук відбувається розклад кисневих та азотних сполук з утворенням води і аміаку. Ступень видалення залежить від необхідного рівня чистоти палива.

*Селективна очистка* базується на різній розчинності бажаних і небажаних компонентів оливи у розчинниках. При селективній очистці видаляються поліциклічні ароматичні, нафтоароматичні вуглеводні з короткими боковими ланцюгами, сірчані і азотні сполуки, смолисті речовини. Основне призначення цієї очистки – поліпшення в'якісно-температурних властивостей оливи.

*Депарафінізацією* виводять з дизельних палив та оливи частину н. парафінових вуглеводнів з метою поліпшення низькотемпературних властивостей. При депарафінізації можна досягнути будь-якої заданої глибини очистки.

*Контактна (адсорбційна) очистка* застосовується з метою видалення залишків небажаних компонентів, розчинників, смол і відбувається з допомогою різних адсорбентів, наприклад, природних глин, алюмосилікатів, силікагелів.

*Виготовлення товарних бензинів* вимагає проведення *стабілізації*, для чого із бензинів видаляються легкі фракції і додають антиокисні присадки (інгібітори окислення) для збільшення терміну зберігання бензину.

## **В. 5 Коротко про хімотологію.**

ДВЗ людиною були створені тільки тоді, коли вдалось поєднати в єдину металеву конструкцію і дві рідини – паливо і оливу. Народження поршневого двигуна стало причиною появи численних задач та проблем, пов'язаних з застосуванням палив, оливи і пластичних мастил.

У сучасному світі сформувалася та діє своєрідна система, до складу якої входять людина, техно- та біосфера.

Під *техносферою* розуміють усі технічні засоби, створені людиною; під *біосферою* – живу природу, що оточує людину. Ядром техносфери є комплекс машина – енергія, у якому ДВЗ як перетворювач енергії палива на механічну енергію відіграє провідну роль. Досить сказати, що щорічне споживання ПММ у всьому світі сягає кількох сотень мільйонів тонн, а сумарна потужність лише автомобільних двигунів – 30 млрд. кВт Оскільки однією з головних умов нормальної і ефективної роботи двигуна є якість і раціональне використання ПММ, вони стають найважливішою ланкою всієї біологічної системи.

Отже, у зв'язку з підвищенням ролі та значення ПММ, коли проблеми

якості й раціонального використання їх набули міжгалузевого значення як чинники збільшення надійності та економічності роботи техніки, виникла потреба розробити найкращу основу застосування ПММ. Це привело до становлення на стику ряду наукових дисциплін нової прикладної науки, яка дістала назву „Хіммотологія” від слів „хімія”, „мотор” та „логія” (від грец. слова *logos* - наука). Це напрям науки і техніки, пов’язаний з вивченням експлуатаційних властивостей палива, олив, мастил та спеціальних рідин, а також з теорією і практикою їх раціонального використання у техніці.

Хіммотологія – молода наука, що тільки починає розвиватися. Вона склалася на стику хімії та двигунобудування.

Усі проблеми раціонального використання палива та олив, у двигунах внутрішнього згоряння можна поділити на первинні та вторинні. *Перші* виникають у процесі створення або вдосконалення двигуна, коли одночасно

розробляються технічні вимоги до якості палива та олив, на яких має експлуатуватися двигун; *другі* – в умовах експлуатації двигуна, коли ті чи інші

чинники зумовлюють необхідність зміни якості палива та олив, що застосовуються.

У першому випадку хіммотологічні проблеми розглядаються у три ланковій системі: двигун – паливо – олива (рис.), у другому – у чотири ланковій: двигун – паливо – олива – експлуатація (рис.). При цьому треба мати на увазі, що в обох випадках раціональне використання палива та оливи може бути досягнуто трьома принципово різними шляхами:

\*завдяки вивченню якості палива та оливи з метою створення більш досконалого двигуна і підвищення його ефективності в експлуатації;

\*завдяки модернізації двигуна з метою використання більш вигідних за вартістю та ресурсами сортів палива й оливи;

\* завдяки одночасній зміні якості палива, оливи та модернізації двигуна. У хіммотології двигун, а також його супутники - паливо і олива – розглядаються як складові частини чотириланкової системи, що відображає якісний взаємозв’язок між її ланками. Насправді ефективність роботи двигуна залежить не тільки від його конструктивних і технологічних особливостей, й значною мірою і від того, наскільки вдало для нього підібрано паливо і оливу, наскільки повно за якістю вони відповідають вимогам, які до них ставляться.

Якість палива і оливи може бути причиною як збільшення, так і зменшення безвідмовності, довговічності й економічності роботи двигуна, а також може служити основою для внесення конструктивних змін у нього. Між якістю палива і оливи теж є взаємозв’язок. Завдяки якості оливи можуть бути усунені недоліки та дефекти, що виникають у двигуні з вини якості



палива, і, навпаки, при зміні якості палива може виникнути потреба зміни якості оливи. Так, дизелі, які працюють на паливі з умістом сірки більш як 0,2%, мають заправлятися оливою, що містить антиокисні присадки.

Серед найважливіших на сучасному етапі завдань хімотології виділяють такі:

\*удосконалення технічних характеристик двигунів і машин, які підвищують безвідмовність, довговічність та економічності їх роботи;

\*створення нових сортів ПММ і розроблення основ їх уніфікації;

\*виявлення оптимальних умов що забезпечують збереження, зниження витрат

та встановлення якостей ПММ при їх зберіганні, транспортуванні, заправці, а також використанні;

\*створення й упровадження кваліфікаційних методів та їх комплексів для оцінювання експлуатаційних властивостей ПММ;

\*розроблення класифікацій палива, олив і мастил;

\*розроблення норм витрат ПММ.

\*вивчення процесів зміни ПММ та спеціальних рідин у двигунах і механізмах, також узагальнення досвіду експлуатації та визначення закономірностей, які пов'язують якість палива і мастильних матеріалів з безвідмовністю, довговічністю та економічністю роботи двигуна й механізмів;

\*вирішення екологічних проблем, пов'язаних із зменшенням забруднення навколишнього середовища.

#### *Контрольні запитання*

1. Що таке первинна переробка нафти?
2. Що таке крекінг?
3. Що таке термічний крекінг?
4. Що таке каталітичний крекінг?
5. Що таке гідрокрекінг?
6. Що таке риформінг?
7. Що таке товарний нафтопродукт?
8. У чому суть очищення нафтопродуктів?
9. Що таке хімотологія?

## Розділ перший. Хімотологія палива.

### Глава 1. Хімотологія бензину.

#### 1.1 Експлуатаційні вимоги.

Потужність двигуна, його моторесурс, надійність роботи, витрати палива і моторної оливи, токсичність відпрацьованих газів залежать від якості палива.

*Автомобільний бензин* – це суміш вуглеводнів з температурою кипіння за новим ДСТУ 4368-2001 від 30 до 215<sup>0</sup>С. Товарний бензин складається з суміші бензинових фракцій, здобутих різними способами перероблення нафти (атмосферної перегонки та крекінгів). Крім того в них додають високооктанові компоненти, альтернативне паливо, газовий бензин (для поліпшення пускових фракцій), а також присадки й інгібітори окислення (для збільшення терміну зберігання), присадки, що мають мийні, антиобмерзальні та інші властивості.

Бензини повинні насамперед відповідати конструкціям двигунів і мати *фізико-хімічні властивості*, які забезпечували б:

- \* безперебійну подачу в систему живлення;
- \* утворення паливо-повітряної суміші потрібного складу;
- \* нормальне та повне згоряння її у двигунах (без виникнення детонації);
- \* зменшення корозії, а також корозійного зношування деталей двигунів;
- \* зменшення відкладень у впускному трубопроводі, камери згоряння і інших деталях двигунів;
- \* збереження якостей при зберіганні, перекачуваннях і транспортуванні.

Кожна з перелічених вимог визначається одним або кількома показниками, значення яких для різних марок бензинів нормовано Держстандартом.

Низькотемпературні властивості бензинів обумовлюють їхні можливості щодо забезпечення

#### **1.2. Властивості бензинів, що забезпечують безперебійну подачу в систему живлення:**

\* наявність механічних домішок – за вимогами ДСТУ у бензинах не повинно бути. Їх поява у паливі –це в наслідок операцій транспортування, зливу-наливу, таке інше. При заправці автомобіля паливо треба забирати з верхніх поверхонь плаваючим забірником.

\* наявність води – за вимогами ДСТУ допустимо мати „сліди” - 0.025%. При заправці автомобіля паливо треба забирати з верхніх поверхонь плаваючим забірником.

\* можливість виникнення парових пробок залежить від багатьох

чинників, основними з яких є кількість легкої частини палива та температура у підкапотному просторі, що на 40...50<sup>0</sup>С перевищує температуру повітря. Підвищення температури сприяє виникненню парових пробок. Від експлуатації автомобілів, наприклад у гірських районах, умовах бездоріжжя, на малій швидкості, можливість виникнення парових пробок збільшується. В системі живлення двигуна при нагріванні бензину відбувається випарування легкокиплячих вуглеводнів не тільки з відкритої поверхні, але й в об'ємі палива, з утворенням великої кількості пари. Об'єм пари у 150-200 разів більший, ніж об'єм вуглеводнів у рідкому стані. Через систему живлення двигуна проходить суміш, що складається з рідкого бензину, його парів і невеликої кількості повітря, яке виділилося при нагріванні бензину. Це призводить до зниження подачі насосом масової кількості палива, надмірного збіднення горючої суміші, перебоїв у роботі двигуна, зменшення його потужності, а іноді до зупину двигуна. Утворення їх ускладнює повторний пуск двигуна під час короткочасних зупинів через нестачу бензину в поплавцевій камері та труднощі загоряння збіднілої суміші. Оцінити можливість виникнення парових пробок можна тиском насичених парів, а також температурами початку перегонки і перегонки 10% фракції.

Низькотемпературні властивості бензинів обумовлюють їхні можливості щодо працездатності паливо підводної системи при мінусових температурах. При низьких температурах може статися обмерзання карбюратора або припинення подачі бензину у двигун через випадання кристалів.

*Обмерзання карбюратора* залежить від наявності у бензині легких фракцій і характеризується температурами початку перегонки, перегонки 10% і 50% фракцій. Це явище пов'язане з поглинанням теплоти під час випарювання бензину. При температурах навколишнього середовища 5...7<sup>0</sup> С через 2,5 хвилини після пуску двигуна, температура дросельної заслінки може знизитись до -14<sup>0</sup>С, а вода, що конденсується на ній з повітря, перетвориться на лід. Боротьба з цим явищем: до бензинів додають присадки (поверхнево активні речовини, спирти, гліколіз, ефіри, аміді та інші речовини в кількості 1...3%). Можна використовувати присадку „Найк”, що має мийні та захисні властивості в кількості 0,2...0,4%.

Температура застигання бензинів, як правило, є низькою (нижче - 60<sup>0</sup>С), тому цей показник для них не регламентується.

### 1.3. Властивості бензинів, що забезпечують утворення паливо-повітряної суміші потрібного складу.

На сумішотвірні показники бензинів впливають їхні густина, в'язкість, поверхневий натяг, випаровуваність, тиск насичених парів і низькотемпературні властивості.

Густина бензину впливає на витік палива крізь жиклери та рівень бензину в поплавцевій камері карбюратора. Тому густина бензину має знаходитись у межах 690...780 кг/м<sup>3</sup> при 20<sup>0</sup>С. Зниження густини бензину призводить до підвищення рівня в поплавцевій камері карбюратора і самочинному (довільному) витіканню палива з розпилувачів. Густина бензину зі зниженням температури на кожні 10<sup>0</sup>С збільшується приблизно на 1%. Знаючи температуру, при якій визначено густина бензину, можна звести її до стандартної температури (+20<sup>0</sup>С):

$$\rho_{20} = \rho_t + (t-20);$$

де  $\rho_t$  - густина бензину за температурою випробувань, кг/м<sup>3</sup>;  
температурна поправка на 1<sup>0</sup>С, кг/м<sup>3</sup>;

*Збільшення в'язкості* бензинів може призвести до недопустимого збіднення робочої суміші. В'язкість переважно впливає на об'ємну кількість палива, що проходить крізь жиклер за одиницю часу, а отже на його витрату. Витікання бензину крізь жиклер при зміні температури від +40 до -40<sup>0</sup>С знижується на 20...30%.

*Поверховий натяг* усіх бензинів однаковий і при температурі +20<sup>0</sup>С становить 20...24 мН/м, тобто приблизно в 3,5 разів менший, ніж води.

*Тиск насичених парів* бензинів, згідно новому стандарту, становить 79.9 кПа, що не розділяє АБ на зимові та літні, а робить їх все сезонними.

Таким чином густина, поверховий натяг, і, особливо, в'язкість автомобільних бензинів впливають на сумішоутворення, що треба враховувати при регулюванні дозувальної апаратури. Проте для нормальної роботи двигуна ще недостатньо точно реалізувати програму дозування палива. Дуже важливо, щоб перед згорянням воно випарувалось й утворювалась горюча суміш з повітрям.

Утворення горючої суміші потрібного складу залежить як від фізичних властивостей самого палива, так і від умов, з яких відбувається цей процес, тобто від кількості теплоти, що підводиться до горючої суміші та тривалості процесу сумішоутворення. Ця властивість бензинів називається *випаровуваністю*. Вона характеризує його здатність переходити з рідкого стану в газоподібний. Про випаровуваність бензину судять за двома стандартизованими показниками: фракційним складом і тиском насичених парів.

*Фракційний склад* визначають за температурою википання компонентів (фракцій) бензину, що характеризуються температурами:

\*початку кипіння –  $t_{пк}$  ;

\*википання 10% фракції  $t_{10\%}$  ;

\*википання 50% фракції  $t_{50\%}$  ;

\*википання 90% фракції  $t_{90\%}$  ;

\*кінця кипіння  $t_{кк}$  ;

та залишок у колбі(%), залишок у колбі плюс втрати(%);

Температура початку перегонки (кипіння) і температура перегонки 10% бензину характеризують його пускові властивості, схильність до утворення парових пробок у системі живлення двигуна та обмерзання карбюратора. За  $t$  википання 10% фракції бензину можна приблизно визначити мінімальну температуру навколишнього повітря, при якій можливий пуск двигуна:

$$t = 0,5t_{10\%} - 55,5.$$

Усі сучасні бензини мають однаковий фракційний склад: з температурами,  $^{\circ}\text{C}$   
початку кипіння  $> t = 30$ ;

\*википання 10% фракції  $t < 75$ ;

\*википання 50% фракції  $t < 120$ ;

\*википання 90% фракції  $t < 190$ ;

\*кінця кипіння  $t < 215$ ;

\*залишок у колбі  $< 1,5\%$ ;

\* залишок у колбі + втрати  $< 4,0\%$ .

Пуск двигуна на всесезонних бензинах можливий при температурі навколишнього повітря:

$$t_{\text{min}} = 0,5 \times 75 - 55,5 = - 18^{\circ}\text{C},$$

що відповідає кліматичним умовам України (не завжди).

Таким чином, якщо температура навколишнього повітря нижча за  $- 18^{\circ}\text{C}$ , то пуск холодного двигуна без попереднього підігрівання чи використання спеціальних пускових рідин на сучасних бензинах практично неможливий.

Температура википання 50% фракції ( $t_{50\%}$ ) характеризує середню випаровуваність бензину, що впливає на прийомистість, прогрівання, стійку роботу двигуна та обмерзання карбюратора. Чим нижча температура, тим вище випаровуваність бензину і стійкість роботи двигуна на ньому, але тим більша небезпека обмерзання карбюратора.

Температура википання 90% фракції ( $t_{90\%}$ ) і температура закінчення його кипіння ( $t_{кк}$ ) характеризують повноту згоряння палива, робоче зношування, втрати палива і моторної оливи, склад відпрацьованих газів та інші експлуатаційні характеристики машини. Чим нижчі  $t_{90\%}$  і  $t_{кк}$ , тим надійніше працює двигун. Крім того, наявність у бензинів важких фракцій,

які погано випарюються, підвищує його схильність до конденсації. Температуру початку конденсації називають *точкою роси*. Схильність палива до конденсації тим менша, чим менший інтервал від  $t_{90\%}$  до  $t_{\text{кк}}$ .

Із підвищенням цих температур бензин повністю не випаровується і надходить у циліндри в рідкому стані. Рідкі краплі палива, що не випарились летять з великою швидкістю та можуть спричинити механічне зношування верхньої частини стінок циліндрів. Крім того, краплі важких фракцій бензину не повністю згоряють у

циліндрах двигуна і питома втрата палива збільшується (рис.). При цьому більше бензину протікає в картер, змиваючи оливну плівку зі стінок циліндра та поршня і розріджуючи оливу в картері, що призводить до інтенсивного зношування циліндро-поршневої групи двигуна, збільшення імовірності утворення лаків та нагарів і витрати оливи внаслідок неповного згоряння палива. Тому вважають, що чим *менший* інтервал температур від  $t_{90}$  до  $t_{\text{кк}}$ , тим вища якість бензину.

Вплив фракційного складу на його експлуатаційні властивості при різній температурі навколишнього повітря показано *на номограмах*, де на горизонтальній осі відкладено температури характерних точок розгонки палива, а на вертикальній – температуру навколишнього повітря  $t_{\text{нав-повітря}}$  у межах від +60 до -30°C.

Усі поля номограм поділено на зони, що відповідають можливим коливанням температур у сучасних бензинів, при якій випаровується 10, 50, 90% їхнього об'єму.

*Легкість пуску бензинового двигуна* безпосередньо пов'язана з наявністю в бензинах легких фракцій, які характеризуються початком кипіння та википання 10% бензину. Вважають, що двигун пускається легко, якщо він починає працювати після одного-двох обертів колінчатого вала при частоті 35-40<sup>1</sup>.

*Після пуску холодного двигуна треба його прогріти*. Чим коротший цей етап, тим швидше машина буде підготовлена до роботи (руху), тим менше розрідження оливи та зношування деталей двигуна. Здатність бензину забезпечувати швидке прогрівання двигуна прийнято характеризувати  $t_{50\%}$ . З нею пов'язують *прийомистість двигуна і стійкість його роботи при малому відкриванні дроселя*.

Ступінь розрядження оливи можна знайти виходячи з температури закінчення кипіння  $t_{90\%}$ .

Температура розгонки бензинів як метод оцінки їхньої випаровуваності має один важливий недолік: на стандартному апараті неможливо сконденсувати пари бензину і тому точно оцінити легкі фракції, найнебезпечніші з погляду утворення парових пробок у паливопроводах, не можна. Тому експлуатаційну оцінку випаровуваності бензинів, одержану за

номограмою, слід розглядати як наближену, оскільки номограма не враховує конструктивні особливості двигуна та його системи живлення, вплив яких може позначитись на деякій розбіжності фактичних значень і визначених за номограмою.

#### **1.4. Властивості бензинів, що впливають на процес згоряння.**

Підвищення потужності та економічності карбюраторного двигуна можливо за рахунок збільшення ступеня стиску. Ця тенденція ставить жорсткі вимоги до детонаційної стійкості (ДС) палива. Чим вище ДС, тим економічній і ефективній робота ДВЗ.

При згорянні палива його хімічна енергія переходить у теплову, а далі в механічну.

*Згоряння* – швидка реакція взаємодії вуглеводнів і домішок палива з киснем повітря, що супроводжується світінням та видаленням значної кількості теплоти.

Процес згоряння залежить від наступних показників якості:

*\*межі спалаху (коефіцієнт надлишку повітря);*

*\*теплотою згоряння;*

*\*швидкість горіння;*

*\*характер горіння.*

На процес згоряння значною мірою впливає кількість повітря, що надходить у карбюратор. При його нестачі горіння бензину проходить повільно, його температура є невисокою, утворюються продукти неповного згоряння (оксид вуглецю, сажа тощо), а відпрацьовані гази стають темними чи навіть чорними. Кількість повітря у паливній суміші, теоретично необхідна

для повного згоряння 1 кг палива, називають стехіометричною. Дійсна кількість повітря у паливній суміші визначається коефіцієнтом надлишку повітря.

Коефіцієнт надлишку повітря ( $\alpha$ ) – це відношення кількості повітря в кг, витраченого у двигуні на згоряння на 1кг пального, до кількості повітря, теоретично необхідного для повного згоряння 1 кг пального. При  $\alpha < 1$  ця суміш називається збагаченою, а при  $\alpha > 1$  – збідненою. Сучасні бензинові двигуни працюють на  $\alpha = 0,8 \dots 1,1$ . Найбільша економічність при повному навантаженні двигуна досягається на бідній суміші, коли  $\alpha = 1,1$ . Максимальна потужність розвиває двигун, який працює на бога той суміші ( $\alpha = 0,8 \dots 0,9$ ). Однак економічність двигуна при цьому знижується. Зайве збагачення горючої суміші зумовлює неповне її згоряння, зменшення потужності двигуна, збільшення витрат палива. Крім того, при роботі на занадто збагачених сумішах підвищується нагароутворення на клапанах, днищі поршня, електродах свічок та стінках камери згоряння. Частина незгорілого

палива змиває оливу зі стінок циліндрів і, проникаючи в картер, розріджують її.

Робоча суміш при надмірному збідненні горючої суміші, а також пере збагачені її не спалахує від електричної іскри.

*Нижня межа спалаху* збіднених сумішей відповідає коефіцієнту надлишку повітря  $a = 1,4$ , а *верхня межа спалаху* збагачених сумішей  $-a = 0,4$ .

*Теплота згоряння:*

Підраховується теплота згоряння вища та нижча по формулам Д.І. Менделєєва:

$$Q_v = 81C + 300 H - 26 (O - S).$$

Для ДВЗ прийнято використовувати нижчу теплоту згоряння (без теплоти конденсації водяної пари).

$$Q_n = 81C + 246 H - 26 (O - S) = 44000 \dots 44500 \text{ кДж/кг.}$$

*Швидкість горіння.*

Вид згоряння в ДВЗ можна поділити на нормальне і аномальне. При нормальному робочому процесі в ДВЗ зі іскровим запалюванням можна умовно поділити на 2 фази.

*Перша фаза* – період прихованого горіння, або період затримки займання (12...15% загального часу затримання займання). У цій фазі інтенсифікуються окисні процеси. Тиск при згорянні палива на цій ділянці підвищується незначно і практично не впливає на підвищення тиску завдяки його стисненню під час руху поршня до верхньої мертвої точки (ВМТ).

*Друга фаза* – безпосередньо згоряння палива (супроводжується більш швидким підвищенням тиску та закінчується через кілька градусів після ВМТ).

На швидкість згоряння палива впливають його хімічний склад, і кількість палива, співвідношення з повітрям (коефіцієнт  $a$ ), температура залишкових газів, тиск суміші, конструкція камери згоряння. Найінтенсивніше згоряння палива відбувається при  $a = 0,95$  і середньою швидкістю поширення фронту полум'я 10-60 м/с.

*Характер горіння.*

При нормальному згорянні палива процес відбувається повільно майже з повним проходженням процесу його окислення.

Основними порушеннями нормального згорянні палива являються:

\*детонація;

\*калійне розжарювання.

*Явище детонації.*

Одним із можливих способів забезпечення повного згоряння палива і використання здобутої енергії у двигуні є підвищення ступеню стиску палива. Проте на шляху реалізації цього способу виникає проблема: бензин, що добре згоряє у двигунах з низьким ступенем стиску, погано горить при



високому ступені його стиску. При цьому двигун стукає, температура циліндрів підвищується, потужність спадає, а відпрацьовані гази стають чорними та руйнують деталі двигуна. Це явище дістало назву *детонації двигуна*. Згодом було встановлено, що, якщо швидкість поширення полум'я при нормальній роботі дорівнює 15...25 м/с, то в детонуючому двигуні деяка частка суміші парів бензину з повітрям згорає не поступово, а вибухає. При цьому вибухова хвиля поширюється зі швидкістю в 100 разів більшою (1500...2500 м/с). На думку академіків А.Н. Баха, М.М. Семенова, С.О. Соколика до моменту згорання суміші супроводжується утворенням вибухової речовини – перекису. Природа детонації складна і багато чого залишається не з'ясованим, Незважаючи на це, все ж навчилися усувати детонацію та запобігати її виникненню.

Установлено, що чим вища температура, тим більша швидкість окислення вуглеводнів. У бензинових двигунів тиск у кінці такту стиску становить 1,0...1,07 МПа, а температура, - 300...400<sup>0</sup>С. За цих умов швидкість окислення вуглеводнів збільшується, особливо вона зростає після спалаху робочої суміші, що сприяє утворенню великої кількості пероксидних сполук. Особливо довго високі температура і тиск діють на останні порції незгорілого палива, тому в них утворюється багато пероксидів та з'являються умови для переходу нормального згорання в детонаційне.

Якщо двигун працює на бензині при окисленні якого в останніх порціях робочої суміші утворюється багато пероксидів, концентрація їх може досягти критичного значення, то відбувається вибухове розкладання цих сполук. Спочатку спостерігається *холоднополуменове окислення* з виділенням 5...10% загальної теплоти згорання, а температура суміші трохи підвищується. Виникає *світіння суміші* – „*холодне полум'я*”, продуктами згорання якого є альдегіди й оксид вуглецю, а не продукти повного згорання - діоксид вуглецю та вода. „Холодне полум'я” поширюється дифузиею у свіжу горючу суміш. Внаслідок цього утворюється активна суміш, що підлягає подальшому окисненню. Далі відбувається нове вибухове розкладання пероксидних сполук з утягненням у реакцію більшої маси горючої суміші. Виникає „вторинне холодне полум'я”, в якому виділяється приблизно половина теплоти згорання; реакції у ньому проходять, як і в „холодному полум'ї”, до утворення СО.

„*Вторинне холодне полум'я*”, поширюється з великою швидкістю, як завдяки дифузії активних центрів, так і завдяки теплообміну. Нарешті, відбуваються ланцюгово-тепловий вибух, самозаймання суміші, що складається з СО, кисню та активних центрів, унаслідок чого з'являється гаряче полум'я. Згорання робочої суміші йде з великою швидкістю і різким підвищенням тиску; виникає ударна хвиля, яка переміщується по камері згорання з надзвуковою швидкістю, стимулюючи згорання суміші та

загоряння сусідніх її шарів, а швидкість згоряння суміші дорівнює швидкості поширення ударної хвилі. Таким чином, утворюється *ударна хвиля*, що багаторазово відбивається від стінок камери згоряння, зумовлюючи вібрацію і характерні металічні звуки.

При детонаційному згорянні палива значно підвищується віддача теплоти від газів стінкам камери згоряння як завдяки вищим температурам у детонаційній хвилі, так і в зв'язку зі збільшенням тепловіддачі від газів до стінок камери згоряння завдяки зриву із стінок більш холодного граничного шару оливи. При цьому двигун перегрівається, починають руйнуватися поверхня камери згоряння, днище поршня та антифрикційний шар підшипників, а прокладки між блоком циліндра і головкою прогоряють. Крім того, підвищується зношування поршневих кілець та дзеркала циліндра, оскільки детонаційні хвилі, багаторазово відбиваючись від поверхні циліндрів, знімають шар оливи.

Однак, якщо до складу бензину входять такі вуглеводні, які за даних умов не утворюють пероксиди, то концентрація пероксидних сумішей не досягне критичного значення і згоряння закінчується нормально (без вибуху). Здатність бензину згоряти без вибуху у двигуні з іскровим запаленням дістала назву його *детонаційної стійкості (ДС)*.

Установлено, що *детонаційна стійкість* не тільки залежить від антидетонаційних властивостей бензину, а від режиму роботи двигуна й умов його експлуатації: атмосферних умов, нагароутворення, частоти обертів колінчатого вала двигуна, випередження запалювання, температури циліндрів, складу робочої суміші та дроселювання двигуна. Зниження температури повітря і барометричного тиску, а також збільшення вологості повітря зменшують схильність двигуна до детонації. Сприяють детонації:

- \*нагароутворення в камері згоряння та на днищі поршня;
- \*збільшення кута випередження запалювання;
- \*робота на бідній суміші;
- \*зменшення частоти обертання колінчастого вала.

Таким чином для усунення детонації двигунів доцільно використовувати зменшення випередження запалювання, прикриття дроселя і збільшення частоти обертання колінчастого вала. Однак застосовувати їх треба лише в крайніх випадках і короткочасно, тому що знижується потужність двигуна, погіршується його економічність. Тому тільки підбором для кожної марки двигуна за детонаційною стійкістю бензину можна забезпечити бездетонаційну роботу без втрати потужності та погіршення економічності двигуна.

Показник, що визначає детонаційну стійкість, дістав назву *октанового числа*.

Октановим числом називається відсотковий (об'ємний) вміст ізооктану в еталонному паливі, яке за своїми антидетонаційними властивостями аналогічне досліджуваному.

Еталонне паливо створюють змішуванням двох хімічно чистих вуглеводнів – ізооктану  $C_8H_{18}$  та н-гептану  $C_7H_{16}$ .

Ізооктан має високі антидетонаційні властивості, він здатний при стиску згоряє без детонації: його антидетонаційні властивості (октанове число) умовно приймають за 100 одиниць, а н-гептан, навпаки, має низькі антидетонаційні властивості, так що двигун починає детонувати навіть при низькому ступені стиску. Антидетонаційні властивості (октанове число) н-гептану умовно приймають за нуль.

Деякі вуглеводні мають октанові числа більше 100 (наприклад, бензол – 108, триптан – 104 тощо). Є вуглеводні з октановими числами, нижчими від нуля, тобто з від'ємними числами: н-октан – мінус 19, н-декан – мінус 53 тощо.

Змішуванням у різних пропорціях за об'ємом ізооктану та н-гептану одержують еталонні палива з різними антидетонаційними властивостями.

Наприклад, якщо октанове число бензину дорівнює 76, то значить, що він має такі самі антидетонаційні властивості, як еталонна суміш, що містить 76% ізооктану та 24% н-гептану. Ці умовно прийняті одиниці, які по суті показують відсотковий вміст ізооктану в еталонній суміші, мають назву октанових чисел. Чим більше ізооктану міститься в еталонній суміші, тим вище її антидетонаційні властивості.

Розрахунок потрібного ОЧ можна визначити по формулі:

$$OЧ_{\text{потр.}} = 120 - \frac{413}{D_{\text{ц}}} + 0,183 D_{\text{ц}}, \text{ мм};$$

Необхідні значення ОЧ залежать передусім від ступеня стиску бензину. Найекономічнішим є ступень стиску 10,5. Йому відповідає бензин з ОЧ за моторним методом 98,5. На значення ОЧ бензину впливають інші чинники: діаметр циліндра, матеріал головок блока, розміщення і кількість свічок запалення тощо.

Октанові числа бензинів для бездетонаційної роботи двигунів

Ступень стиску	ОЧ бензину (за дослідницьким методом) двигунів		
	з діаметром циліндра, мм		
	60	80	100
7	70	77	84
8	76	84	90
9	81	87	94
10	85	92	98

Існує два методи оцінки ОЧ товарних бензинів: моторний і дослідний. Для визначення ОЧ за цими методами використовують пристрій УИТ -65, основним

агрегатом якого є одноциліндровий чотиритактний двигун з пристроєм, що дає змогу змінювати ступінь стиску під час роботи в діапазоні від 4 до 10. Пристрій оснащений електродвигуном, генератором постійного струму та спеціальним реверсом для підтримки сталої вологості повітря. В комплект пристрою входить також електронна апаратура для вимірювання інтенсивності детонації і пульт керування.

За *моторним методом* октанове число (ОЧМ) визначають при частоті обертання колінчастого вала  $n=(900 \pm 10) \text{ хв}^{-1}$  і підігріванні робочої суміші до  $(149 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$ , а за дослідним (ОЧД) – при  $n=(600 \pm 6) \text{ хв}^{-1}$ , але без підігрівання.

За ДСТУ 4063-2001 ОЧ бензину А-76 визначається за моторним методом, а бензинів А-80, А-92, А-95, А-98 – за обома зазначеними методами. При цьому ОЧД вище за ОЧМ на 10 одиниць.

Визначення ДС палива на спеціальних лабораторних установках відзначається високою збіжністю результатів, але випробування здійснюються у дуже далеких від реальних умов використання палив на сучасних двигунах. Тому розроблено спеціальну методику оцінки ДС палива на реальних повно розмірних двигунах при роботі їх на моторних гальмових стендах або в складі автомобіля на стенді з біговими барабанами, що імітують рух у дорожніх умовах, чи безпосередньо в дорожніх умовах. Ця методика дає змогу визначити фактичне значення ДС (ФОЧ) і дорожнє ОЧ –(ДОЧ).

ДОЧ, як правило, на 3...10 одиниць менше, ніж ОЧД.

*Способи підвищення октанового числа.*

Бензини, які отримані різними технологіями, мають ОЧ за моторним методом:

\*пряма перегонка – 50...56;

\*термічним крекінгом – 66...68;

\*каталітичним крекінгом – 75...78;

\*каталітичним риформінгом -85;

Один із способів підвищення ОЧ ґрунтується на використанні сучасних технологій, наприклад, отримання бензинів каталітичним крекінгом і каталітичним риформінгом.

Інший спосіб полягає у доданні до бензину високооктанових компонентів (суміші ізопарафінових чи ароматичних вуглеводнів), які мають ОЧ = 90 і вище, їх додають у кількості 10...40%.

*Розжарювальне запалювання.*

Причиною нестійкої роботи двигуна, крім детонації, може стати розжарювальне запалювання, яке спричинюється появою розжарених

крапель у камері згорання, найчастіше частинок нагару. Самовільна поява фронту полум'я, крім основного (від іскри), призводить до значного скорочення часу горіння горючої суміші, швидкого підвищення тиску, а значить, до ударного впливу на поршень. Як наслідок, підвищується зношування деталей двигуна, при інтенсивному розжарювальному запалюванні пошкоджуються поршні, кільця, вкладиші і навіть колінчастий вал. При цьому спадає потужність двигуна, підвищується витрата палива.

Передчасне спалахування палива може бути безшумним, але найчастіше воно супроводжується стуками, які нагадують детонаційні стуки. Тому за зовнішніми ознаками передчасне спалахування палива легко сплутати з детонацією, тим більше що найчастіше воно виникає водночас з нею.

Появу розжарювального запалювання можна перевірити вимиканням запалювання. Якщо двигун працює і далі, то причина ненормальної роботи - розжарювальне запалювання, а якщо двигун відразу глохне, то причина – його детонація.

### **1.5. Вплив властивостей палива на корозію та утворення відкладені у двигуні.**

*\*Роль мінеральних (водорозчинних) кислот і лугів.*

Мінеральні кислоти та інші водорозчинні сполуки кислого характеру дуже сильно впливають як на чорні, так і на кольорові метали, а луги – лише на кольорові метали. Їх наявність у паливі – не допустима. Наявність кислот устанавлюється за допомогою водяного розчину метилоранжу а лугів – спиртового розчину фенолфталеїну. Водяна витяжка має бути нейтральною, інакше паливо слід забракувати.

*\*Роль органічних (нафтонових) кислот.*

Органічні (нафтонові) кислоти за корозійною активністю незмірно слабкіші від мінеральних. Тому наявність їх у паливі в обмеженій кількості допускається. Наявність у паливі кислот та інших продуктів із кислою реакцією характеризується показником, який називається кислотністю.

Кислотність оцінюється кількістю гідроксиду калію (KOH) у міліграмах, необхідного для нейтралізації вільних кислот, що містяться в 1 г нафтопродукту.

Присутність мінеральних кислот і лугів у свіжому бензині не допускається, тобто бензин має бути нейтральним. Однак із часом його кислотність збільшується.

*\*Роль сірчистих та сірчаних сполук.*

Наявність активних сірчаних сполук у паливі виявляють випробуванням на мідну пластинку, яку після ретельного очищення витримують протягом 3 годин при температурі +50<sup>0</sup>С. Нафтопродукт

вважається таким, що не витримає випробування на мідну пластинку, якщо вона вкрилася чорним, темно-коричневим або сіро сталевим нальотом або плямами.

Обмежена кількість неактивних сірчистих сполук у паливі допускається (не більше 0.015% з ДСТУ).

Наявність сірчаних сполук (особливо дисульфідів та меркаптанів) погіршує його стабільність і сприяє смолоутворенню.

*Стабільність палива.*

Під *стабільністю палива* розуміють його здатність зберігати властивості в допустимих межах для конкретних експлуатаційних умов.

Стабільність палива залежить насамперед від їхніх фізико-хімічних властивостей (густини, в'язкості, температури кипіння, вуглеводного складу), наявності домішок та ін.

В умовах експлуатації фракційний і хімічний склад погіршується внаслідок взаємодії із киснем повітря, нестабільності температури, наявності забруднення, вологості та механічних домішок та ін.

Умовно розрізняють фізичну та хімічну стабільність палива, враховуючи, що ці властивості пов'язані між собою, тобто при зміні деяких його фізичних властивостей в ньому можуть статися зміни хімічного складу та навпаки.

*Фізичну стабільність палива* визначають як його здатність зберігати фракційний склад й однорідність.

Її оцінюють і періодично контролюють, визначаючи густину, фракційний склад, тиск насичених парів та ін. Встановлено, що прямі сонячні промені, а також взаємодія бензину з киснем повітря негативно впливають на фізичну стабільність палива.

*Під хімічною стабільністю* палива розуміють його здатність зберігати без змін свій хімічний склад. Вона залежить від складу і будови вуглеводнів та здатності їх окислюватись. Продукти окислення є каталізаторами. Тому цей процес – самоприскорювальний.

Отже хімічна стабільність бензинів оцінюється кислотністю, наявністю фактичних смол та індукційним періодом.

Про наявність смол у паливі можна судити візуально за його кольором. Чим більше смол, тим інтенсивніше його забарвлення. Наявність смол у паливі є великою небезпекою для двигуна. Під час роботи вони відкладаються у карбюраторі, а також трубопроводах, порушуючи подачу палива, що призводить до нагароутворення і зупину двигуна. Нагар утворюється на поверхнях клапанів, обумовлюючи їх пригорання.

*Вміст фактичних смол* у бензинах, нормований стандартами, визначають випаровуванням 100 см<sup>3</sup> (мл) бензину за допомогою гарячого

повітря при підвищенні температури до 150<sup>0</sup>С за залишком після їх випаровування.

Згідно ДСТУ концентрація фактичних смол на місті споживання < 10мг/100мл бензину.

Здатність бензину зберігати свій склад незмінним оцінюють за *індукційним періодом*.

Цей показник у хвилинах визначають за часом, протягом якого випробуваний бензин у середовищі чистого кисню під тиском 0,7 МПа при температурі 100 + 1<sup>0</sup>С практично не окислюється (зберігаючи свої властивості). Для всіх марок бензинів, згідно ДСТУ цей показник 360 хв., окрім бензинів, що виготовляються для міністерства оборони та держрезерву (1300хв.).

#### *Забруднення бензинів.*

Згідно зі стандартами бензини не повинні містити механічних домішок, оскільки вони, потрапляючи до камери згоряння двигунів, обумовлюють підвищене зношування поршневих кілець і стінок циліндрів. Тому поліпшення чистоти бензинів – важливий чинник підвищення безпеки та довговічності двигунів.

Наявність води у бензинах також не допускається, хоча наявність кількох сотих відсотків води в них цілком допустима і навіть корисна.

### **1.6. Асортимент бензинів та їх застосування.**

Згідно з ДСТУ 4063 – 2001 регламентується випуск автомобільних бензинів на Україні п'ятьох марок: А-76; А-80; А-92; А-95 і А-98.

Всі бензини випускаються не етиловані і мають однакові показники якості: фракційний склад, тиск насичених парів, вміст сірки, кислотність, концентрація фактичних смол, та ін. За показниками фракційний склад, тиск насичених парів використання бензинів – всесезонне, що може призвести до утрудненого пуску двигуна взимку і утворенню парових пробок влітку.

Використання :

Марка бензину	Ступень стиску
А-76	до 7,0
А-80	7,0...8,0
А-92	8,5...9,0
А-95	8,5...9,0
А-98	9,0...10,0

Бензини А-76, А-80 випускають для автомобілів ЗИЛ-130, ЗИЛ-131, ГАЗ-53, ГАЗ-66 та ін; бензин марок А-92, А95 – для автомобілів Урал-375, ГАЗ-24, ГАЗ 3102 та всіх модифікацій автомобілів ВАЗ, для іномарок та вітчизняних автомобілів вищого класу – бензин А-98.

Закордонні марки бензинів за міжнародними стандартами з ОЧД:

Регуляр - 90-94;

Преміум – 95;

Супер - 95...100;

Росія продовжує випускати бензини А-72, А-76, А-80, АІ-91, АІ-93, АІ-95, АІ-98, а також Нормаль-80, Регуляр-91, Преміум-95, Супер-98;

Польща: Etillina – 86, 94 98; Bona -91, Eurosuper 95;

Німеччина: Normal (N), Super (S), Super plus (SP); (ОЧД 91, 95,98);

Чехія: ВА-86, ВА 90, ВА-96;

Угорщина: АВ-86, АВ-92, АВ-98;

Австрія: Normal, Super, Verbleit (ОЧД=91, 95,98);

Великобританія: Regular, Premium (ОЧД=85, 95);

Югославія: МВ86, МВ 98;

Франція De L'essence, (ОЧМ==82...92); Du Supercarburant sans plomb (ОЧМ=85...95, ОЧД=95); Du Supercarburant (ОЧД=97...99);

Болгарія А 86, А 93, А 96 (Odiknowien, Normalein, Super);

Румунія Regular, Premium-11 Premium-1 (ОЧД=87; 95; 96).

Технічні вимоги до вітчизняних бензинів характеризуються показниками

якості згідно ДСТУ 4063-2001, їх здебільшого у тесті лекції приведено.

Додаткові вимоги: температура samozапалювання – 255...370<sup>0</sup>С, температура спалаху – (-27...-39) <sup>0</sup>С, вибухова небезпечна концентрація бензинів у суміші з повітрям – 6%, гранично допустима концентрація парів бензину у повітрі 100мг/м<sup>3</sup>.

На бензин споживачеві видається нафтобазою паспорт, у якому зазначаються показники якості, їх порівнюють з відповідними показниками за ДСТУ. Якщо бензин має навіть невелике відхилення від норм стандарту, він вважається *нестандартним*.

#### *Контрольні запитання*

1. Що таке бензини та які вимоги ставляться до них?
2. Що таке карбюраторні властивості бензинів та якими показниками вони оцінюються?
3. Що таке випаровуваність бензинів та якими стандартними показниками вона оцінюється? Як впливає фракційний склад бензину на пуск і роботу двигуна?
4. Що таке низькотемпературні властивості бензинів? Що таке обмерзання карбюратора? Які його причини?
5. Що таке коефіцієнти надлишку повітря? Що таке багаті та бідні суміші?



6. Що таке теплота згоряння палива? Які чинники впливають на швидкість його згоряння?
7. Що таке детонація та розжарювальне запалювання?
8. Що таке антидетонаційна стійкість палива?
9. Які способи підвищення октанового числа?
10. Що означає стабільність палива і від чого вона залежить?
11. Що таке кислотність та індукційний період бензинів? Які є терміни зберігання бензинів?
12. Який вплив мінеральних й органічних кислот на якість бензинів?
13. Який вплив сірчаних сполук та яка їхня допустима кількість у бензині?
14. Асортимент і маркування бензинів.

## **Глава 2. Хімотологія дизельного палива.**

### **2.1. Експлуатаційні властивості та вимоги.**

Дизельне паливо(ДП) - це нафтові (гасово-газойлеві) фракції, основу яких складають вуглеводневі сполуки з температурою кипіння 200...370 °С. Дизельні двигуни працюють, витрачаючи на 30...40% палива менше, чим бензинові.

Основна відмінність у роботі дизеля і бензинового двигуна полягає в сумішоутворенні і запалюванні робочої суміші. В дизелях немає примусового запалювання робочої суміші. В циліндрі двигуна стискується повітря до 3...4 МПа, залежно від ступеня стиснення (в межах 12...21). Внаслідок високого тиску температура повітря підвищується до 500...800°С. В це стиснуте повітря впорскується паливо, яке випаровується, нагрівається до температури самозапалювання і згоряє. Всі ці процеси відбуваються за тисячні частки секунди-20...40° повороту колінчастого вала (ПКВ).

Щоб паливо повністю випаровувалось і згоряло, його треба розпилювати на найдрібніші краплинки та рівномірно розподіляти їх по всьому об'єму камери згоряння.

Для забезпечення повного, а також якісного згоряння палива до нього ставляться такі найголовніші експлуатаційні вимоги:

- \* добра прогонність - здатність нафтопродукту транспортуватись крізь фільтри, сепаратори, отвори як вимога безперебійної надійної роботи насосу високого тиску;
- \*забезпечення тонкого розпилення та гарне сумішоутворення;
- \*надійне запалення;
- \*повне згоряння; м'яка робота двигуна;
- \*найменше утворення нагару і відкладень у зоні розпилювачів форсунок та в камері згоряння.;
- \*найменша корозійна активність;

\*якомога більша стабільність при довгому зберіганні, а також транспортуванні;

\*невелика токсичність;

Від якості дизельного палива залежить надійність роботи двигуна і, як наслідок, витрати на його обслуговування та ремонт. Знання властивостей ДП й уміння його застосовувати є одним з аспектів, що визначають використання машин з дизельними двигунами.

## **2.2 Показники властивостей дизельного палива, що впливають на його подачу та сумішоутворення**

*Система живлення* дизеля складається з паливного бака, паливо-перекачувального насоса, фільтра грубої (затримує 20% домішок розміром 0,06мм) та тонкої очистки (затримує 94...97% домішок розміром 0,002...0,005мм), насоса високого тиску, трубопроводів (низького і високого тиску) та форсунок.

Прокачування палива, робота паливного насоса, зношування прецизійних пар і форсунок, для яких паливо одночасно є й мастилом, тонкість розпилення та повнота згоряння палива, його витрати, склад відпрацьованих газів значною мірою залежать від в'язкості ДП, його низькотемпературних властивостей, наявності механічних домішок і води.

*В'язучи властивості.* Вони характеризуються густиною, в'язкістю, та поверхневим натягом.

За густиною марки ДП різняться мало (коливання її при 20° С не виходить з межі 830 ...860 кг/м<sup>3</sup>).

*Поверхневий натяг* при 20° С лежить у межах 25...30 мН/м.

Однак за в'язкістю та іншими показниками властивостей марки дизельного палива можуть мати великі розбіжності.

*В'язкість* дизельного палива сильно залежить від температури, тому коли говорять про в'язкість, то обов'язково відзначають, при якій температурі вона визначалась. Із підвищенням температури в'язкість ДП зменшується і навпаки. За ДСТУ №3868-99 в'язкість зимового палива 1,8...6,0 сСт; літнього- 3,0...6,0 сСт. В'язкість ДП впливає на його розпилення, і, як наслідок, на процес сумішоутворення та згоряння, також на зношування прецизійних пар паливної апаратури. Однак в'язкість палива навіть у холодний період при дуже низькій температурі не збільшується до значень, при яких утруднюється експлуатація двигуна.

*Низькотемпературні властивості.*

До цих властивостей ДП належать:

\*температура помутніння;

\*температура застигання;

\*температура граничної фільтруємості;

\*коефіцієнт фільтруємості;

*Температурою помутніння* ДП називають температуру, при якій змінюється його фазовий склад, оскільки поряд із рідкою фазою з'являється тверда (температура, за якої рідкий нафтопродукт починає мутнішати). Розміри кристалів залежать від швидкості охолодження палива. При тривалому охолодженні утворюються кристали великі (10...40мкм), а при швидкому - невеликі (4...10 мкм). Кристали можуть закупорити частково, або повністю пори фільтрів і порушити подачу палива до насосів та форсунок.

*Температура застигання* - це температура при якій дизельне паливо втрачає рухливість. Її визначають за допомогою стандартного приладу з нахилом під кутом 45° за 1 хв.

*Температура граничної фільтруємості* - це температура, при якій закінчується фільтрування палива крізь металеву сітку № 004 в скляну бюретку вмисністю 20 мл під вакуумом (200 мм вод. ст.). Зимове паливо має цей показник - 15° С; літнє - - 5° С. Паливо для міністерства оборони - -25 С.

*Коефіцієнт фільтруємості* характеризує присутність в паливі всіх видів забруднення. За ДСТУ він повинен бути не більше 3. На фільтруємості палива впливає вміст механічних домішок, мил і нафтових кислот.

*Нормальна робота дизеля можлива* за умови, коли температура застигання на 5... 10 °С є меншою, ніж температура навколишнього повітря, або коли вона вища на 3...5 С від температури його помутніння.

Для поліпшення низькотемпературних властивостей ДП при його виготовленні з палива видаляють парафін, додають домішки (депресатори), що зменшують температуру кристалізації, полегшують фракційний склад і зменшують в'язкість палива.

Експлуатаційною мірою поліпшення низькотемпературних властивостей ДП є розбавлення його гасовими фракціями. В умовах України досить додати 10% гасу до ДП при температурі навколишнього повітря - мінус 25 °С, а при нижчій - до 25% (гас повинен мати температуру помутніння не вище мінус 25°С).

Сезонність застосування ДП можна визначити експрес-аналізом, для чого готують холодну суміш із снігу або льоду з сіллю. У суху чисту пробірку заливають % її висоти дизельне паливо, закривають щільно ватою або кіркою і встановлюють вертикально у холодну суміш.

Через 20 хвилин пробірку виймають, протирають від снігу і солі, та переглядають уміст пробірки. Якщо паливо помутніло, тобто втратило свою прозорість (а тим більше рухомість), то воно літньої марки.

### **2.3 Згоряння суміші та оцінювання її самозаймання.**

*Особливості робочого процесу.* Робочий процес дизельних двигунів порівняно з бензиновими відбувається при більш інтенсивних режимах. Так

тиск у кінці стиску досягає 3...4 МПа, а температура повітря - 500...800 °С. Тиск впорскування палива у тракторних дизелів становить 12 МПа, а в автомобільних 80... 140 МПа. Час сумішоутворення у дизельних двигунів у 10 разів менший, чим у бензинових. Так, якщо тривалість випарування бензину у двигуні дорівнює 0,025с, то у дизелях (при однаковій частоті обертання вала) - 0,002...0,003 с. Тому паливо у дизелях змішується з повітрям значно гірше, що потребує підвищеного надлишку повітря (коефіцієнт надлишку повітря становить у швидкохідних дизелях 1,2... 1,5 проти 0,8...1,1 у бензинових двигунах). Процес сумішоутворення та згорання палива у дизелі значною мірою залежить від конструкції камери згорання і характеризується *періодом затримки самозаймання* - часом з моменту впорскування суміші в циліндр дизеля до її займання. Цей період дуже короткий, але він сильно впливає на подальший процес згорання палива. Затримка самозаймання суміші, що потрапила до камери згорання, потрібна для забезпечення її повного випаровування та попереднього окислення.

*Випаровування палива* нормується його фракційним складом і визначається температурами  $t_{50}$  та  $t_{96}$ . Вплив на цей процес фракційного складу й експлуатаційних властивостей дизельного палива не встановлено, хоча й помічено деякі закономірності. Так, використання дизельного палива з більш важким фракційним складом може призвести до підвищення витрат палива, погіршення пуску дизеля, збільшення нагароутворення, закоксування кілець, а також до збільшення швидкості зношування деталей двигуна. Застосування палива з більш легкими фракціями мають нижче цетанове число і в'язкість, збільшується жорсткість роботи двигуна, погіршуються його пускові властивості та підвищується зношування паливоподавальної апаратури і циліндро-поршневої групи. Чим важчі фракції дизельного палива, тим нижча температура його самозаймання. Бензин має температуру самозаймання 425°С, а дизельне паливо -300...330 °С.

Паливо, яке має *високу температуру самозаймання, не може використовуватись для дизелів*. Для займання палива без примусового запалювання необхідно, щоб температура його самозаймання була б нижчою від температури, що виникає при стисненні повітря в циліндрі двигуна.

Слід пам'ятати, що паливо у циліндрі двигуна спалахує не відразу, а через деякій час, який називається *періодом затримки самозаймання*. У момент, коли починається горіння палива, більша його частина, що надійшла на цей момент, встигає випаровуватися і процес горіння охоплює все нові порції паливо - повітряної суміші. Паливо продовжує подаватись форсункою у камеру згорання, воно інтенсивно переміщується з повітрям, випаровується та швидко згоряє. Тиск у циліндрі значно підвищується і досягає максимального значення. Після закінчення подачі палива процес згорання його продовжується, а температура газів зростає. Процес горіння

закінчується, коли досягається максимальна температура газів у камері згоряння. Після чого догоряють залишки незгорілого палива та продукти неповного згоряння. Чим важче паливо, тим вищі його в'язкість і густина, тим більш тривалим є період догорання палива. Фаза догорання може охоплювати до 70° ПКВ відносно ВМТ. Процес догорання палива впливає на димність та токсичність відпрацьованих газів.

При великій затримці самозаймання паливо - повітряній суміші в циліндрі дизеля накопичується і зразу згоряє велика частина палива. Це веде до різкого наростання тиску на кожний градус ПКВ. При цьому спостерігається *жорстка робота двигуна*.

Зовнішні ознаки *жорсткої роботи* двигуна ідентичні детонаційному згорянню бензину в бензинових двигунах: прослуховується характерний металічний стук від дії ударної хвилі на поршень двигуна. Такт стиску супроводжується вібрацією та перегріванням двигуна. Під час жорсткої роботи двигуна спостерігається підвищене зношування корінних підшипників колінчастого вала, особливо вкладишів через ударну хвилю на них; збільшується прорив газів у картер двигуна; підвищуються витрати палива і олів, а також димність і токсичність відпрацьованих газів. Таким чином, *жорсткість роботи дизеля*, що характеризується швидкістю збільшення тиску залежно від кута ПКВ, пов'язана із затримкою самозаймання палива. При жорсткій роботі двигуна підвищується зношування деталей кривошипно - шатунного механізму, зменшується економічність роботи двигуна та виникають інші шкідливі наслідки.

Жорстка робота двигуна спостерігається при зменшенні періоду затримки самозаймання палива. Її оцінюють при збільшенні тиску на 1° ПКВ. Вважають, що двигун працює м'яко при збільшенні тиску до 0,25...0,50 МПа на 1° ПКВ, жорстко - при 0,6...0,9 МПа і дуже жорстко, коли тиск перевищує 0,9 МПа (такі режими можуть призвести до швидкого виходу із ладу).

*Схильність дизельного палива до самозаймання.* Цю властивість ДП та виникнення жорсткої роботи двигуна оцінюють за *цетановим числом*. *Цетанове число* - це показник, що характеризує період затримки займання дизельного палива. При визначенні цього числа користуються порівнянням випробуваного дизельного палива з еталонним. Останнє складається з чистих вуглеводнів: цетану (Сіб Н34) та альфаметилнафталіну (Сю Н<sub>7</sub>СН<sub>3</sub>).

Схильність цетану до самозаймання умовно оцінюють у 100 одиниць, а, альфаметилнафталіну - нуль одиниць.

Таким чином, *цетанове число* визначається відсотковим складом (за об'ємом) цетану в еталонному паливі, що має однакове самозаймання із досліджуваним паливом. *Використання палива з цетановим числом меншим від 40* може призвести до жорсткої роботи дизельного двигуна. Підвищувати

цетанове число понад 52 також недоцільно, оскільки через дуже малий період затримки самозаймання палива, полум'я не встигає поширитись по камері згоряння і тоді паливо займається поблизу форсунки. При цьому воно згоряє не повністю, спостерігається димлення, збільшується нагароутворення і витрати палива або введенням спеціальних присадок. *Способи підвищення цетанового числа. Перший спосіб* збільшувати відсоток нормальних парафінів.

*Другий спосіб* введення киснемістких присадок (пероксида, складні ефіри тощо). Введення 1% присадок дає змогу підвищити цетанове число на 8... 10 одиниць.

#### **2.4 Корозійний вплив дизельного палива на метали.**

Нині ДП виготовляється з нафти, що містить багато сірчаних сполук.

В дизельному паливі вони представлені активними і неактивними сірчаними сполуками.

*Активні* сірчані сполуки (8, Нг8, К8Н) визначаються пробою на мідну пластинку.

*Неактивні* - сульфіди, дисульфіди, т.ін. Надмірна наявність *меркаптанів* у паливі збільшує корозійне зношування плунжерних пар і деталей форсунок. Вміст *меркаптанів* у ДП допускається менше 0,001%.

Сумарно ті і другі характеризуються масовою часткою сірки, %. Сучасні ДП за ДСТУ мають у залежності від видів *масову частку сірки*, % : 1 -0,05; 11 - 0,1; 111 -0,2;

*Кислотність (вміст органічних кислот)* нормується в мг/ КОН на 100 мл палива менше 5.

*Водорозчинні кислоти та луки* у ДП не допускаються.

Більш схильні до корозії швидкохідні двигуни. При цьому корозія поділяється на газову і хімічну.

*Газова корозія* виникає при температурах у системі охолодження вищих за оптимальну. При зниженні температури нижче оптимальної виникають умови для конденсації вологи. Сірчаний 80з, та сірчистий 80г ангідриди, вступаючи у взаємодію з водою, утворюють  $H_2SO_4$  та  $H_2SO_3$  кислоти. Вони і зумовлюють дуже сильну *хімічну* корозію нижнього пояса гільзи циліндра, а, потрапляючи з відпрацьованими газами в картер двигуна, перемішуються з оливою, поширюючись по всій системі та руйнуючи підшипники, шийки валів й інші деталі. Найбільше руйнуються підшипники зі свинцевої бронзи, схильні руйнуватися навіть під дією слабких органічних кислот. Руйнівну дію кислот нейтралізують доданам у ДП антикорозійних присадок (0,2...0,3% нафтенату цинку, наприклад).

## 2.5 Вплив властивостей дизельного палива на утворення відкладень у двигуні та нагароутворення.

*Хімічна стабільність* дизельного палива залежить від наявності в ньому різних вуглеводнів та інших компонентів. В сучасних ДП присутні олефіни - як фракції термічного та каталітичного крекінгу. В наслідок окислення олефінів при транспортуванні та зберіганні дизельного палива кількість фактичних смол у ньому збільшується, що порушує нормальну роботу системи живлення двигуна, а коли смоли потрапляють у камеру згоряння, утворення нагару на деталях двигуна посилюється. Це погіршує його економічні та силові показники. В реальних умовах існує рівноважний стан, при якому кількість утвореного нагару зрівноважується і його ріст припиняється.

*Інтенсивність утворення нагару* залежить від багатьох чинників, у тому числі властивостей палива, наявності в ньому сірки, смол тощо.

Вплив сірки на утворення нагару пов'язаний з ефективним процесом окисної полімеризації вуглеводнів у присутності сірки, в тому числі продуктів її згоряння.

*Фактичні смоли*, що є в дизельному паливі, - це домішки, які залишилися після очистки базових дистилатів.

Наявність у паливі смол також збільшує нагар і закоксованість кілець. Тому їх кількість суворо обмежена - 30...40 мг/ на 100 мл палива, що не дуже багато. Проте на утворення нагару впливають не тільки смоли, а й фракційний склад, в'язкість, якість неорганічних домішок і стабільність палива, зниження тиску впорскування, через що різко погіршується якість розпилювання палива.

*Вплив властивостей дизельного палива на утворення відкладень у двигуні* оцінюють коксованістю, зольністю та йодним числом.

*Коксованість* - здатність нафтопродукту утворювати кокс під час згоряння. Коксованість оцінюють коксовим числом.

*Коксове число* характеризує здатність палива утворювати вугільний залишок при високотемпературному (800...900° С) розкладенні палива без доступу повітря. Коксованість дизельного палива має бути не більшою за 0,3%, а палива підвищеної якості - не більше за 0,035%.

Показник, що характеризує вміст ненасичених сполук у нафтопродукті, який виражається кількістю г йоду, витраченого на реакцію з 100 г нафтопродукту, дістав назву *йодного числа*. Це число визначається наявністю у паливі олефінів. Воно не повинно перевищувати 6 г йоду на 100 г палива.

*Схильність палива до шлакоутворення* оцінюють за вмістом лаку в мг на 100 мл палива, для чого випаровують невелику кількість палива у спеціальному лакоутворювачі при температурі 250°C.

*Зольність палива* - це відношення маси золи до маси палива, що подається у відсотках. Зольність не повинна перевищувати 0,01%. Методика визначення зольності полягає у випаровуванні проби та проколювання залишку у фарфоровому тиглі. Масу взятої проби виявляють на аналітичних терезах.

## **2.6 Вплив води та механічних домішок. Присадки.**

У ДП не повинно бути води і механічних домішок. Однак при транспортуванні, зберіганні та заправці імовірність поступу пилу і води до палива. Вода, що конденсується з палива, при зниженні температури також сприяє його забрудненню. Згідно з ДСТУ 3868 -99 масова частка води і механічних домішок Юднaк прі транспортуванні, зберіганні та заправці імовірність поступу має дорівнюватися нулю.

*За відсутність забруднень у паливі* умовно приймається вміст механічних домішок до 0,05% і води до 0,03% маси палива. Вміст води у паливі до 0,025% включно називають *слідами*. Розчинена вода в незначній кількості (0,005% маси при 20°C) в літню пору не впливає на помпування, а в зимовий час її частинки забивають фільтри.

Якщо у паливо попала вода, то при перепомпуванні, через інтенсивне переміщення рідини насосами утворюється водяна емульсія; частинки з неї осідають дуже повільно, особливо в холодну пору року. Крім того, вода погіршує мастильні властивості палива, обумовлює кавітаційні явища, підвищує небезпеку виникнення корозії та впливає на зношування голки розпилювача, порушуючи її рухливість і погіршуючи нормальний процес впорскування палива.

В дійсності вміст води в паливі на пунктах заправки доходить до 0,06%, а в баках - 0,12%. Перед заправкою в бак машини паливо має відстоятись не менш як 10 діб.

*Наявність механічних домішок у паливі* можна визначити за плямою палива, що розтікається на склі при нанесенні кількох його краплин, або за плямою на фільтрувальному папері (фільтр після фільтрування має бути чистим). Чистоту ДП можна визначити через коефіцієнт фільтрування, який впливає на термін служби паливних фільтрів.

*Наявність води у паливі* визначають візуально або за допомогою спеціального приладу.



Для підвищення надійності паливної апаратури паливо слід збездонити. З цією метою до фільтрувальних елементів додають водовіддільні та водовідштовхувальні ступені, або фільтри - водовловлювачі.

*Фільтри грубої та тонкої очистки палива* забруднюються через 500...2500 км пробігу залежно від умов роботи.

*Показники якості дизельного палива* визначаються складом нафти, а також методами одержання та очищення палива. Обмеженість сировинних ресурсів змушує шукати методи, незалежні від якості вихідної сировини і способів її переробки. Одним із таких способів є використання різних присадок:

- \*для збільшення цетанового числа;
- \*протиимних для зменшення димності відпрацьованих газів;
- \*протиокисних для підвищення термоокисної стійкості;
- \*депресорних для зниження температури застигання;
- \*протиіржавних для зменшення корозійної агресивності палива;
- \*біоцидних для подавлення розмноження мікроорганізмів;
- \*багатофункціональних.

## **2.7 Асортимент дизельного палива та його застосування.**

Дизельне паливо для швидкохідних дизелів виготовляється за ДСТУЗ 868-99 двох марок: *Л-літнє*, що рекомендується для експлуатації дизелів при температурі повітря 0°C та вище; *З - зимове* для експлуатації дизелів при температурі повітря мінус 15°C і вище.

*За вмістом сірки* дизельне паливо поділяється на три види: 1 - 0,05%; 11-0,1%; 111-,2%.

*Гарантійних строк зберігання* - 5років, після чого допускається підвищення кислотності на Імг КОН та концентрації фактичних смол на 10 мг на 100см<sup>3</sup>.

### *Контрольні запитання*

1. Що таке дизельне паливо та які основні вимоги до нього?
2. Які основні властивості дизельного палива та як вони впливають на роботу дизелів?
3. Які особливості згоряння дизельного палива на відміну від бензину?
4. Що таке затримка самозаймання дизельного палива та жорсткість роботи двигуна?
5. Як впливає наявність сірки на якість дизельного палива?
6. Що таке цетанове число дизельного палива та які є способи його підвищення?
7. Від чого залежить корозійність дизельного палива?

## **Глава 3. Хімотологія газоподібного палива.**

### **3.1 загальні відомості.**

У зв'язку з обмеженим запасом нафти починають ширше використовувати газоподібне та синтетичне паливо. Застосовувати газ для ДВЗ почали ще в середині XIX ст. з появою в 1861 р. газових двигунів Ж.Ленуара. Він використав ідею свого співвітчизника Ф.Лебона, який запропонував газ для двигунів ще в 1801р. В 1867р. Н.Отто та Е.Ланген винайшли ДВЗ з тактом тиску, але він працював на світильному газі, причому обидва ці двигуни були стаціонарними.

Після появи бензинових двигунів (їх тоді звали газоліновими) до газоподібного палива звертались тоді, коли виникали труднощі з рідким паливом. Україні, яка має 12% своєї потреби в нафті, слід якомога швидше переходити на альтернативне паливо. За останній час країнах колишнього СРСР зроблено немало. Організовано виробництво газової апаратури з оснащенням нею автомобілів, освоєно випуск обладнання для газозаправних станцій, побудовано багато дільниць для огляду балонів і випробування приладів. Однак газонаповнювальні компресорні станції завантажені лише на 40% і дають збитки. Замовники стали відмовляться від газобалонних автомобілів, що мають багато недоліків, один з яких зниження вантажності автомобілів через велику масу балонів з газом і важкий пуск при низьких температурах. Однак газове паливо дешевше від бензину та дизельного палива. До того ж продукти згоряння газу менш токсичні.

Таким чином, перехід автопарку на альтернативне паливо вже розпочався і його не зупинити.

### **3.2 Переваги газоподібного палива.**

Перевагами газоподібного палива є: величезні природні ресурси; висока детонаційна стійкість; додатковий енергоносій дає змогу зберігати для хімічної промисловості цінну хімічну сировину;

У зв'язку з обмеженим запасом нафти починають ширше використовувати газоподібне та синтетичне паливо. Застосовувати газ для ДВЗ почали ще в середині XIX ст. з появою в 1861 р. газових двигунів Ж.Ленуара. Він використав ідею свого співвітчизника Ф.Лебона, який запропонував газ для двигунів ще в 1801р. В 1867р. Н.Отто та Е.Ланген винайшли ДВЗ з тактом тиску, але він працював на світильному газі, причому обидва ці двигуни були стаціонарними.

Після появи бензинових двигунів (їх тоді звали газоліновими) до газоподібного палива звертались тоді, коли виникали труднощі з рідким паливом. Україні, яка має 12% своєї потреби в нафті, слід якомога швидше переходити на альтернативне паливо. За останній час країнах колишнього

СРСР зроблено немало. Організовано виробництво газової апаратури з оснащенням нею автомобілів, освоєно випуск обладнання для газозаправних станцій, побудовано багато дільниць для огляду балонів і випробування приладів. Однак газонаповнювальні компресорні станції завантажені лише на 40% і дають збитки. Замовники стали відмовлятися від газобалонних автомобілів, що мають багато недоліків, один з яких зниження вантажності автомобілів через велику масу балонів з газом і важкий пуск при низьких температурах. Однак газове паливо дешевше від бензину та дизельного палива. До того ж продукти згоряння газу менш токсичні.

Таким чином, перехід автопарку на альтернативне паливо вже розпочався і його не зупинити.

### **3.2 Переваги газоподібного палива.**

Перевагами газоподібного палива є:

- \*величезні природні ресурси;
- \*висока детонаційна стійкість;
- \*додатковий енергоносій дає змогу зберігати для хімічної промисловості цінну хімічну сировину;
- \*газоподібні суміші за своїм складом мають ширший діапазон запалювання;
- \*знижується токсичність відпрацьованих газів;
- \*зменшується зношування циліндро-поршневої групи на 15...17%, кілець на 63%, а термін заміни моторної олії збільшується в два – три рази, тому що газоповітряна суміш не змиває олівну плівку з дзеркала циліндра і не розріджує оліву в картері;
- \*поліпшується рівномірність розподілу горючої суміші між циліндрами.

Однак ці переваги не завжди вдається реалізувати, оскільки двигуни мають недоліки та потребують переобладнання.

Сировиною для одержання газового автомобільного палива є природний та попутний газ, газ, газоконденсатних родовищ, газ, нафтопереробних заводів та шахтні газ.

Перехід дизелів на газоподібне паливо супроводжується деяким збільшенням потужності завдяки можливості використання більш багатой горючої суміші без димності й погіршення паливної економічності через збагачення горючої суміші та вимушене зменшення ступеня стиску до 8...9 (з установленим системою запалення).

Перехід дизеля на газоподібне паливо здійснюється двома методами:

- \*замість дизельної апаратури встановлюють систему запалювання, в отвір для форсунок – свічки. На впускному трубопроводі монтують змішувач

із дросельним патрубком, а між блоком і головкою циліндрів розміщують додаткову прокладку для зменшення ступеня стиску.

\*у циліндри замість повітря подають суміш газу з повітрям певного складу, а запалюється вона завдяки впорскуванню невеликої кількості дизельного палива, що не перевищує 10...20% його витрати в дизельному циклі. Цей метод не потребує значного переобладнання двигуна, який в разі необхідності дуже легко перевести на дизельний цикл.

### 3.3 Класифікація і застосування газоподібне палива.

Газоподібне паливо класифікують за агрегатним станом, теплотою згоряння тощо. Звідси походять різні назви – природне та промислове, стиснене та зріджене, високо і середньо калорійне.

Під *природними* розуміють гази, здобуті безпосередньо із свердловини.

*Промислові гази* – це звичайні побічні продукти різних технологічних процесів – коксування вугілля (коковий газ), виплавки чавуну (доменний газ), добування вугілля (метан). Під *зрідженими газами* найчастіше розуміють зріджені пропан – бутанові фракції, але є і газоподібні речовини (наприклад природний газ – метан). Технологія їх зрідження різна. Нафтові пропан – бутанові фракції зріджуються без зниження температури, а природні (метан) – при зніжених температурах.

Якщо критична температура компонента вище  $t_{\text{навок. пов.}}$ , при якій експлуатується автомобіль, використовуються зріджені нафтові гази (ЗНГ), а якщо  $t_{\text{крит.}}$  менша за  $t_{\text{навок. пов.}}$ , то використовуються стисненні природні гази (СПГ).

Критичні $t$ ,	$^{\circ}\text{C}$
Метан	-82
Етан	32,3
Пропан	96,8
Бутан	152,9

При  $20^{\circ}\text{C}$  пропан зріджується при  $P=0,716$  МПа; бутан –  $0,103$  МПа.

та зберігаються у зрідженому стані при  $t_{\text{навок. пов.}}$  -  $40 \dots +45^{\circ}\text{C}$  при  $1,6$  МПа.

### 3.4 Зріджені нафтові гази без зниження температури.

До таких газів належать пропан – бутанові фракції нафтових (попутних) газів. Крім пропану і бутану, в них у невеликій кількості містяться пропен, бутен, ізобутан, тощо. Одержують їх із попутних газів, що виходять із нафтою, та із газоподібних фракцій при різних видах переробки

нафтопродуктів і кам'яного вугілля. Для зберігання зріджених газів автомобілі мають балони об'ємом до 250 л (довжина – 1200 мм; діаметр -575 мм; товщина стінок 4мм; маса без газу – 96кг). Тиск насичених парів змінюється від 0,27 при  $-10^{\circ}\text{C}$  до 1,6 МПа при  $+45^{\circ}\text{C}$ . Цей тиск достатній, щоб підтримувати навіть чистий пропан у рідкому стані при температурах, не вищих від  $48,5^{\circ}\text{C}$ , тобто газобалонні автомобілі по всій Україні можна експлуатувати весь рік. Крім балона встановлюють змішувач, редуктор – дозатор та невеликий паливоприймач, щоб випаровувати зріджений газ. За необхідності двигун може працювати на бензині.

*Октанові числа пропану і бутану* дорівнюють відповідно 120 і 93, що забезпечує форсування двигунів зі ступенем тиску 8,5...9,0 та дає змогу збільшити їх потужність. Згідно 20448-90 *зріджені гази* випускають 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 температурі повітря  $-25...-35^{\circ}\text{C}$ ) та ПБА – пропан-бутан автомобільний (використовують в усіх кліматичних зонах при температурі повітря не нижче  $-20^{\circ}\text{C}$ ). Експлуатаційні якості автомобілів з газовими двигунами (порівняно з бензиновими) оцінюють так:

- \*зростає потужність і паливна економічність за рахунок високої детонаційної стійкості;

- \*токсичність відпрацьованих газів знижується: за оксидом водню – в 3...4 рази, за оксидом азоту в 1,2...2 рази, за вуглеводнем в 1,2...1,4 рази; і більше;

- \*термін зміни оливи збільшується в 2...2,5 рази;

- \*Моторесурс та надійність роботи двигуна збільшується;

- \*міжремонтний пробіг автомобілів підвищується в 1,2...1,4 рази;

*Пускові якості двигуна*, що працює на зрідженому газі, при температурі до  $5^{\circ}\text{C}$  рівнозначно пуску холодного двигуна, який працює на бензині, але погіршується за нижчих температур. Трудомісткість технічного обслуговування і ремонту газобалонних автомобілів зростає на 3...5%, але ці витрати покриваються збільшенням пробігу їх між ремонтами.

### **3.5 Зріджені природні гази при знижених температурах.**

До газів, зріджених при знижених температурах, належить метан, який є основним компонентом природного газу.

До позитивних якостей зрідженого метану слід віднести його малий об'єм (втричі менший, ніж стисненого до 20 МПа газу) і невелику масу балонів (майже в 8 разів меншу від маси балонів для стисненого газу). Для зріджування і транспортування природного газу потрібні низькі температури

(нижче за  $-162^{\circ}\text{C}$ ) при атмосферному тиску. Все це потребує термостатичної тари з вакуумною або іншою надійною термоізоляцією. При зрідженні різко збільшується вартість метану, його втрата при випаровуванні навіть в умовах вакуумної ізоляції становить 7...8% за добу, при чому це не тільки втрата палива, а й різке збільшення ризику пожежу та вибуху. Фахівці все більше схильні до використання як палива для ДВЗ стисненого природного газу.

### 3.6 Стиснені природні гази (СПГ).

Основними компонентами стиснених газів є метан ( $\text{CH}_4$ ), оксид вуглецю ( $\text{CO}$ ) і водень ( $\text{H}_2$ ). Це паливо одержують із горючих газів різного походження: природних, попутних (нафтових, коксових, шахтних). Використовується, як правило, висококалорійне ( $37500...23000 \text{ кДж/м}^3$ )

Зберігання у товстостінних балонах з легованої або вуглецевої сталі (довжина 1660, 1750мм, відповідно; діаметр – 219, 219 мм; маса – 62,5, 93 кг; об'єм по газу  $-10 \text{ м}^3$ ). По енергетичним параметрам  $1 \text{ м}^3$  газу дорівнюється до 1л бензину, однак у нього низька концентрація (об'ємна) енергії, тому його треба стиснути до 20 МПа. Газобалонні установки для нього вмістом 340...400л (5-8 балонів вагою 0,5 т), внаслідок чого знижується вантажність машин.

Висока детонаційна стійкість (метан – 110, етан – 108, пропан – 105) дозволяє його використання у ДВЗ з і ступенем стиску  $e=9,5...10,5$ .

До позитивних якостей СПГ можна віднести:

- \*збільшення на 35...40% моторесурсу двигуна;
- \*збільшення в 2...3 рази терміну використання моторної оливи;
- \*зниження на 90% шкідливих речовин, особливо  $\text{CO}$ ;
- \*практично немає нагароутворення;
- \*збільшується термін служби свічок;

Однак є і недоліки:

- \*пробіг автомобіля до заправки вдвічі менший, ніж на бензині;
- \*ціна машини (за наявності додаткової газобалонної апаратури) підвищується в середньому на 27%;
- \*потужність двигуна знижується на 18...20 %;
- \*тягово-динамічні та експлуатаційні характеристики погіршуються;
- \*час розгону машини збільшується на 24...30%;
- \*її максимальна швидкість зменшується на 5...6%;
- \*пробіг на одну заправку не перевищує 200...250 км;
- \*вантажність знижується на 9...14%, трудомісткість технічного обслуговування і ремонту зростає на 7...8%;

Проте, враховуючи той факт, що питома вартість палива різко зменшується, автомобілі, які працюють на СПГ, більш економічні.

Для заправки автомобілів застосовують дві марки СПГ – СПГ-А та СПГ-Б. В основному, це метан (90...95 + 5%), що має високу теплотворність, низький вміст токсичних речовин, високу детонаційну стійкість, яка забезпечує м'яку роботу двигуна і дає змогу форсувати двигун за ступенем стиску.

### **3.7 Токсичність та вибухоопасність ЗНГ та СПГ.**

*ЗНГ:*

Густина по повітрю: пропан - 1,562; бутан – 2,091; При витіканні концентрується в канавах, напрямках тощо.

Предели займання: нижчий – 1,8...2,5%;

верхній – 2,5... 9,5%;

Температура самозаймання: бутан – 475...547<sup>0</sup> С;

пропан – 507...577<sup>0</sup> С;

*СПГ:*

Густина по повітрю -0,554; при витіканні збирається під дахом;

Предели займання: 635...645<sup>0</sup> С;

Температура самозаймання 665...747<sup>0</sup> С;

#### *Контрольні запитання*

1. Яким експлуатаційним вимогам повинні відповідати газоподібні палива?
2. Які гази використовуються у зрідженому стані як палива для двигунів, їх основні властивості і марки?
3. Який газ використовують в стисненому стані як палива для двигунів, його основні властивості і марки?
4. Які переваги і недоліки використання газоподібних палив на автомобільному транспорті?
5. У чому зберігається зріджений газ і який його робочий тиск?
6. Як здійснити пуск двигуна при низьких температурах навколишнього повітря при роботі на ЗНГ.

## **Глава 4. Перспективні види палива і можливості їх використання**

### **4.1 загальні відомості. Синтетичні бензини.**

Важливим завданням дальшого розвитку автомобільного транспорту і БДМ є економія палива та зниження шкідливих викидів в атмосферу. Одним із перспективних шляхів у цьому відношенні вважається часткова або повна заміна традиційного нафтового палива іншими видами: палива синтетичними бензинами,

спиртами, газовими конденсатами, метилтретиннобутиловим ефіром (МТБЕ), воднем і водопаливними емульсіями (ВПЕ).

В одних випадках вирішення проблеми знаходиться на рівні досліджень (водень), в інших – на стадії успішних експериментів (спирти), або (як приклад, при доданні води до палива) на етапі тривалих наукових суперечностей за відсутності єдиної думки щодо впливу цих домішок на потужність, економічність, а також на кількість шкідливих речовин у відпрацьованих газах.

Склались *окремі вимоги до перспективних видів палива*: вони повинні мати такі фізико-технічні властивості, які не призводили б до корінної зміни конструкції двигуна, паливної апаратури й умов зберігання палива на борту машини, але забезпечило б підвищення ефективної економічності роботи двигуна або економію бензину. Таким паливом є синтетичні бензини. Сировиною для їх виробництва є нафтові залишки і вугілля. Процес переробки сировини зводиться не тільки до здобуття палива, а й до вилучення небажаних речовин –кисню, сірки азоту і мінеральних речовин (золи). Виробництво 1т синтетичного палива потребує 3...6 т вугілля, через що воно поки що в 1,5...2рази дорожче від бензину і не знайшло застосування.

#### 4.2 Метанол та етанол

Останнім часом усе більшого значення набувають процеси синтезу рідкого палива із вугілля. Природного газу, вапняку, побутових відходів місцевого господарства (метиловий спирт – метанол), цукрової тростини, буряка, зернових культур та інших продуктів (етиловий спирт – етанол).

*Промисловий синтез метилового спирту* (метанолу) ґрунтується на реакції:  $\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH}$ , яка проходить в присутності каталізатора оксиду цинку і хрому. Процес проходить при високій температурі (близько  $450^\circ\text{C}$ ) та тиску 20 МПа. Однак, перехід двигуна на метанол потребує конструктивних змін паливної апаратури та самої машини. При цьому необхідно:

\*встановити обладнання, яке полегшало б пуск двигуна, особливо при негативних температурах;

\*збільшити місткість паливного баку;

\*замінити деякі матеріали системи через агресивність метанолу;

\*установити обладнання для підігрівання суміші, оскільки теплота випаровування метанолу 1300 кДж/кг, а у бензину - 375 кДж/ кг.

Враховуючи зазначені недоліки метанол рекомендують використовувати як домішку до бензину.

*Застосування бензометанольної суміші з доданням 15% метанолу (М15) і 7% стабілізатора* (ізобутилового спирту) дає змогу поліпшати



економічні показники автомобіля на 6%, потужність на 3...5%, одержати економію бензину до 14%, та зменшити викид оксиду азоту на 30...35%, вуглеводню на 20%.

*Стійкий пуск двигуна на суміші М15* забезпечується при температурі повітря мінус 26<sup>0</sup> С. За нижчих температур рекомендується підігрівати повітря, або додавати до палива легкі компоненти.

Аналогічні властивості має *етиловий спирт (етанол)*. За кількома показниками він перевищує метанол і може застосовуватись у двигунах як суміші з бензином, так і самостійно.

Метанол та етанол можуть як домішка в кількості 15...20% застосовуватись в суміші з дизельним паливом. При доданні спирту значно знижується в'язкість палива, його густина, оскільки спирт має меншу питому вагу. Це сприяє кращому сумішоутворенню та горінню і, як наслідок, підвищенню потужності та поліпшенні пуску двигуна при низьких температурах. Суміші не зумовлюють корозію і зберігають чистою всмоктувальну систему дизеля. Однак, застосування домішок у вигляді синтетичних спиртів поки обмежено через високу вартість спиртів та присадок що стабілізують паливоспиртові суміші. Але метанол є сировиною для синтетичних бензинів.

### 4.3 Метилтретиннобутиловий ефір.

Цей продукт одержують при взаємодії метанолу з ізобутиленом в присутності каталізатора.

Позитивні якості МТБЕ при доданні до бензину:

\*ОЧД=117, тому значно підвищує ДС бензину при доданні 10% на 2,1...5,9;

\*висока теплотворна здатність (37700 кДж/кг;

\*полегшується фракційний склад, при цьому знижується  $t_{50\%}$ ;

\*трохи поліпшується потужність та економічні показники двигуна в усьому діапазоні навантаження і частоти обертання колінчастого вала;

\*знижується токсичність відпрацьованих газів приблизно на 10% завдяки зменшенню оксиду вуглецю;

\*зменшується витрата бензину на 3%4.

### 4.4 Газові конденсати.

*Газові конденсати* - це рідкі вуглеводні, які знаходяться в підземних пластах під тиском 4,9...9,8 МПа та температурі до 150<sup>0</sup> С і конденсуються за нормальних умов із природних газів. Усі газові конденсати складаються в основному із нафтоених і парафінових вуглеводнів.

Згідно ТУ 51 – 28 – 81 „Топливо газоконденсатное широкофракционное для быстроходных дизелей” получают з уренгойської нафти прямою перегонкою газового конденсату, а також як суміш фракцій газового конденсату з товарним дизельним паливом. Воно рекомендується при експлуатації дизелів у північних умовах при температурі повітря мінус 45<sup>0</sup> С і вище. Це паливо токсичне і вибухонебезпечне, шкідливо діє на центральну нервову систему, подразнює слизові оболонки очей та верхніх дихальних шляхів (гранична концентрація парів вуглеводнів у перерахунку на вуглець є 300 мг/м<sup>3</sup>).

*Вибухонебезпечні суміші* виникають при вмісті парів газоконденсатного палива у повітрі за об'ємом у повітрі від 1,4 до 8%. Температура запалювання становить - 5<sup>0</sup>С, самозапалювання – 250...370<sup>0</sup>С.

Цетанове число і густина газоконденсатного палива менше, ніж у звичайного ДП, що зумовлює велику затримку запалювання і зменшує його подачу. При відповідному регулюванні паливної апаратури дизеля його потужність, а також ефективність та економічність показників роботи практично не змінюється.

#### 4.5 Водень

Перший двигун працював на водні у 1854р.

*Позитив:*

1. Необмежена сировинна база:

-в атмосферному повітрі міститься 3,5 10<sup>-6</sup> %;

-у літосфері і гідросфері – 1%;

-у воді 11,19%;

2. Можливість виробництва його із природного газу, коксового газу, газів нафтопереробки, електролізом води;

3. Висока теплота згорання (120мДж/кг);

4. Відсутність шкідливих речовин у продуктах згорання;

5. Легкість транспортування.

*Негатив:*

1.  $t_{кр.} = -239^0$  С;

2. ОЧД=70;

3. Важко зберігати у рідкому стані;

4. Явище „наводораживание” металу;

5. Дострокове запалювання робочої суміші в циліндрах, жорстке її згорання, виникнення детонації, спалахів у впускному трубопроводі.

*Використання водню можливо:*

1. Як основне палива;

2. Як домішок;
3. В залежності від стану:
  - зрідженому;
  - стисненому;
  - твердому (гідриди);

#### Характеристики систем зберігання водню (Пробіг 400км)

	Автомо більний бензин	Стиснений H <sub>2</sub>	Зріджений H <sub>2</sub>	Гідрид MgH <sub>2</sub>
1. Маса палива, кг	53,5	13,4	13,4	181
2. Об'єм палива, м <sup>3</sup>	0,07	1,0	0,19	0,23
3. Маса бака, кг	13,06	1361	181	45,4
4. Об'єм бака, м <sup>3</sup>	0,08	1,53	0,28	0,25
5. Заг. маса системи, кг	67	1374	195	227

Незважаючи на зазначені недоліки водень є перспективним паливом загалом і для ДВЗ зокрема. Нині він цікавий, як домішка до рідкого палива для його збагачення висококалорійним компонентом. При цьому двигун не потребує ніяких змін.

Встановлено, що домішки водню залежать від режиму роботи двигуна. В режимі холостого ходу, малих і середніх навантажень для забезпечення оптимальних потужнісних та динамічних показників його потрібно близько 20...25%, а в режимі середнього і повного навантаження (на трасі) значно менше. Тому бензиноводневі суміші найдоцільніше застосовувати на автомобілях інтенсивного міського руху (економія бензину – 50...55% бензину).

Для комбінованого постачання бензиноводневої суміші, коли витрата водню невелика (близько 29% основного палива), водень можна використовувати в стисненому стані.

При використанні водню в чистому стані зберігати і застосовувати його доцільно в рідкому стані, але при цьому потрібна надійна теплоізоляція паливного бака, оскільки температура рідкого водню становить  $-253^{\circ}\text{C}$ . Тому при транспортуванні та зберіганні водню слід використовувати криогенні резервуари з подвійними стінками і ізоляцією між ними.

Отже широке використання водню як палива в близькому майбутньому важкодоступне не тільки через перелічені недоліки, а й через високу вартість його виробництва. Тільки за умови забезпечення енергетичної та економічної технології, коли витрати енергії на здобуття водню будуть компенсовані його енергетичним потенціалом і загальним

економічним ефектом, це паливо займе чільне місце в загальному енергетичному балансі.

#### 4.6 Вода як домішка до палива.

З метою економії бензину та більш раціонального використання низькооктанових бензинів останнім часом активно ведуться роботи щодо використання води як домішки до палива.

*Механізм дії води* на робочий процес у ДВЗ вивчений неповністю, але вважається, що при доданні води збільшується ОЧ палива, завдяки чому зростає потужність і поліпшується економічність роботи машини. На думку фахівців, ця дія зумовлюється в основному трьома чинниками:

- \*охладженням заряду робочої суміші;

- \* охолодженням деталей камери згоряння;

- \*дією водяної пари як інертного середовища, що регулює процес згоряння суміші.

*Вода може подаватися* безпосередньо впорскуванням у циліндри або впускну систему двигуна, а також у вигляді водобензинової емульсії (ВБЕ). Використання ВБЕ пов'язано з рішенням низки практичних завдань:

- \*створення ВБЕ, що забезпечують потрібну стабільність;

- \*розробкою ефективних ПАР, які знижують поверхневий натяг води;

- \*створенням раціональної системи здобуття і використання ВБЕ в господарствах.

Практика показала, що через підвищену в'язкість ВБЕ в її склад можна вводити не більш, як 10% води.

Незважаючи на перелічені недоліки, практика показує, що при роботі двигуна на ВБЕ з умістом 10-30% води питома вага палива знижується на 12...22% при повних навантаженнях і на 7...10% при середніх.

*Найефективнішим способом подачі води є її безпосередньо впорскування* у всмоктувальний колектор двигуна. Цей спосіб забезпечує подачу води у впускний колектор на режимах середніх і максимальних навантажень, тобто, коли вимоги до ОЧ палива підвищуються.

У дизелях можна також застосовувати обводнене паливо – водопаливну емульсію (ВПЕ), що характеризується вищою фізичною стабільністю і для її приготування потрібно значно менше ПАР, причому емульгатори не повинні спричиняти схильність до відкладання небажаних речовин та корозії. У цьому випадку питома витрата палива може бути знижена на 2...6%.

*Обводнене дизельне паливо* характеризується зниженням цетанового числа і великим періодом затримки самозапалювання. Однак, наявність „мікробухів” капель емульсії та вплив на згоряння хімічних чинників

(присутності води) призводить до інтенсифікації тепловиділення і скорочення тривалості згоряння палива, що сприяє його витраті.

#### **4.7 Біопаливо.**

В останній час (10...15 років) налагоджується виробництво біопалива із сем'ян оливних культур: кукурудзи, соняшника, рапсу. Цю проблему забруднення навколишнього середовища Європа почала вирішувати ще у 70-ті роки. І тоді з'явилося поняття „біопаливо” (*штучне дизельне паливо*), яке зараз все більше європейських країн вибирають. В Австрії 40% машин користуються цим паливом. Паливо рослинного походження у Європі отримує державну підтримку. Німеччина і Австрія, а ще раніше Франція ввели екологічний податок на звичайне дизельне паливо, воно стало дорожче. Ціна біодизеля на німецьких заправках – 0,75 євро/л, а звичайного – 0,90. Під посіви рапсу німці віддають 12% посівних площ. Україні потрібно 4 млн. га. Потрібні сіялки точного висіву, тоді на га площі достатньо буде 4 кг сем'ян на га, а у нас 16 кг. Фермер Іван Губа збирає 60ц сем'ян з га, а інші тільки 15. Крім того, Україна третину оливних культур, що вирощує вивозить за кордон.

З 2009р. всі європейські країни зобов'язані будуть використовувати біопаливо. Якщо України стане на європейський шлях розвитку, їй потрібно:

1. Збільшити посіви оливних культур;
2. Підняти урожайність оливних культур;

Газета „Факти” (20.03.2008) розповідає про отримання біодизеля із водоростей.

#### **4.8 Сфера застосування нетрадиційних палив.**

На думку фахівців нетрадиційні палива мають використовуватися у послідовності на сьогоднішній день:

- використання МТБЕ (зараз добавляється у товарні бензини);
- використання бензометанольної суміші з умістом 3...5% метанолу;
- застосування бензометанольної суміші з умістом 15% метанолу;
- роздільна подача метанолу і бензину;
- водень як паливо для автомобілів може знайти широке застосування вже в середині нинішнього століття. До цього його можна використовувати як домішку до палива;
- додання води до бензину з утворенням ВВЕ, а також роздільна подача бензину і води не дають прямої економії бензину і потребує встановлення на двигуні додаткової системи живлення, або створення дорогих стабілізаторів.

### Контрольні запитання

1. Які види палива належать до перспективних?
2. Які переваги спиртів (етанолу і метанолу)?
3. Які переваги використання МТБЕ?
4. Що таке газовий конденсат і де він застосовується?
5. Які властивості водню як палива? Які його переваги і недоліки?
6. Який механізм дії води як домішка до палива?
7. Які є способи застосування води як домішка до палива?

### Розділ другий

#### Хімотологія олів, спеціальних рідин і пластичних мастил.

#### Глава 5. Моторні оливи.

##### 5.1 Умови роботи олів.

У поршневих двигунах *умови роботи олів* дуже важкі, тому що вузлами тертя є високонавантажені підшипники та є така особлива тертьова пара ,як поршень – циліндр. *Температура газів* у камері згоряння досягає  $2500^{\circ}\text{C}$ , а у зоні поршень – циліндр –  $350...400^{\circ}\text{C}$ , температура деталей в картері лежить в межах  $50...200^{\circ}\text{C}$ . У цілому умови роботи олів залежать від:

- \*від устрою системи мащення;
- \*питомого тиску між деталями тертьової пари;
- \*матеріалу деталей;
- \*навколишнього середовища (пил, волога, агресивні речовини);
- \*швидкості взаємного переміщення деталей;
- \*якості палива, (особливо вміст сірки);

Умови роботи олів визначають характер мащення:

- навантажені деталі змащуються під тиском;
- циліндро-поршнева група – розбризкуванням;
- матеріали деталей – сталь, бронза, баббіт, алюміній, мідь тощо.

##### 5.2 Основні вимоги до якості олів.

Умови роботи олів у ДВЗ постійно погіршуються. Форсування навантажувальних і швидкісних режимів двигунів, а також зменшення ємності системи мащення призводять до зростання температури основних деталей і, як наслідок, до інтенсифікації процесів окислення олів. Високі температури та

граничний тиск у тертьових зонах, впливи агресивних середовищ, парів води, відпрацьованих газів та постійний контакт розпиленних частинок із киснем повітря – усе це погано відбивається на показниках якості оливи. Тому, крім основної функції зменшення тертя і зношування деталей, моторні оливи мають забезпечувати:

- \*безперебійне надходження оливи до всіх деталей, що труться;

- \*ущільнення зазорів у сполучених деталях;

- \*надійне охолодження тертьових деталей та відведення теплоти від вузлів тертя;

- \*вилучення продуктів зношення із зони тертя і захист цієї зони від проникнення в неї шкідливих домішок із зовнішнього середовища;

- \*захист працюючих поверхонь у двигунах від корозійної дії продуктів окислення оливи та згоряння палива;

- \*запобігання утворенню всіх видів відкладення (нагарів, лаків, золи, шлаків) на деталях двигуна;

- \*високу стабільність при окисленні, механічному впливі та обводненні, збереження основних показників якості;

- \*малі втрати оливи;

- \*великий термін служби;

- \*мінімальну токсичність при зберіганні та експлуатації.

Виконання перелічених функцій можливо, якщо олива буде обладати:

- \*оптимальною в'язкістю і хорошими в'язкісно-температурними властивостями;

- \*низкою температурою застигання;

- \*добрими протизношувальними та протиокисними властивостями;

- \*ефективними мийними та диспергуючими властивостями;

Також оливи не повинні спричиняти корозію, не містити води, механічних домішок і легкокипарувальних фракцій.

### 5.3 Склад і здобуття оливи.

Головними компонентами моторних оливи, мастил і деяких інших спеціальних рідин є різні мінеральні оливи, що добуваються з мазуту (залишок після перегонки нафти). Вони складаються з вуглеводнів великої молекулярної маси (кількість атомів від 20 до 50), нафтових кислот, сірчанних сполук і смолисто-асфальтенових речовин.

За способом виробництва оливи поділяються на дистилятні та залишкові.

Дистилятні оливи здобувають вакуумною перегонкою мазуту при його продуванні водяною парою, виділяючи з нього не менш трьох

дистилятів, що містять вуглеводні з температурою кипіння 300...500<sup>0</sup> С. Залишком мазуту після відбору олив є гудрон. Всі дистилятні оливи підлягають очистці.

*Залишковими оливами* називають очищені гудрони. Вони порівняно с дистилятними містять більше смолисто-асфальтенових речовин і високоплавких вуглеводнів, тому їх очистка проводиться більш ретельно кількома способами.

Дистилятні оливи мають добрі в'язкісно-температурні властивості та терм окисну стабільність, але низьку маслянистість, тобто міцність масляної плівки.

Залишкові оливи мають необхідну маслянистість, але погані низькотемпературні властивості.

*Для здобуття товарних марок олив* фракції очищають. Оливи, що застосовуються як головні моторні, є базовими. Ними можуть бути дистилятні та залишкові оливи або їх суміш у різному співвідношенні. Для забезпечення потрібних якостей олив в готові оливи додають синтетичні домішки, що поліпшують одну або кілька властивостей одночасно. Якість олив регламентується умовами, в яких вони працюють, й оцінюються появою специфічних властивостей: в'язкісно-температурних, мастильних, захисних і корозійних, а також наявністю присадок.

## 5.4 В'язкісно-температурні властивості олив.

*В'язкісно-температурні властивості* олив характеризуються в'язкістю, індексом в'язкості (ІВ) та температурою застигання.

В'язкість оливи, як і в'язкість палива визначають і нормують в одиницях кінематичної в'язкості.

*В'язкість оливи залежно від температури* змінюється в дуже широких межах. Для визначення залежності кінематичної в'язкості від температури використовують рівняння Вальтера та російського хіммотолога Рамайя. На основі формул Вальтера і Рамайя побудовано і надруковано спеціальні координатні сітки, на яких можна швидко побудувати в'язкісно-температурні характеристики різних моторних олив. У діапазоні температур 50...100<sup>0</sup>С ці характеристики найлегше будувати в координатах  $t$  і  $\nu$ . Якщо нас цікавить діапазон 0...100<sup>0</sup>С, то можна скористатися сіткою Вальтера, а для 1...100<sup>0</sup>С – сіткою координат Рамайя.

Залежність в'язкості оливи від температури ускладнює її правильний вибір. Якщо при температурі 100...150<sup>0</sup>С в'язкість має бути достатньою для здійснення гідродинамічного тертя у підшипниках та створення надійної захисної плівки в циліндро-поршневій групі, а також у газорозподільному механізмі, то *при низьких температурах* в'язкість оливи не повинна бути



високою, щоб не ускладнювати повертання колінчастого валу двигуна стартером. Тому треба при виготовленні моторних олив будь-якими способами знизити залежність в'язкості від температури.

Одним із них є спосіб відокремлення парафінів і загушення олив. Однак повне відокремлення парафінів справа складна і економічно не вигідна. Простішим способом поліпшення властивостей олив при низьких температурах є введення *депресорних присадок*, дія яких зводиться до попередження утворень кристалічних ґраток. Ці присадки додають у кількості 0,1...1,0%, що дає змогу зменшити температуру застигання олив на 10...20<sup>0</sup>С.

*Температура застигання* є дуже важливим показником низько – температурних властивостей олив, але вона менш надійна, ніж показник їхньої в'язкості при низьких температурах. Температура, за якої рухливість оливи достатня для пуску холодного двигуна, завжди вища від температури її застигання на 10<sup>0</sup>С.

Враховуючи, що найчастіше третєві поверхні працюють при граничному мащенні, коли в'язкість оливи не забезпечує мастильні властивості. Тому додатково до в'язкості введено нові поняття: крутість в'язкісно-температурної кривої, температурний коефіцієнт в'язкості (ТКВ) й ІВ оливи.

*Крутість в'язкісно-температурної кривої* може бути оцінена одним із трьох параметрів: відношенням кінематичних в'язкостей  $v_{50}/v_{100}$  ; ТКВ та ІВ оливи.

*Відношення кінематичних в'язкостей*  $v_{50}/v_{100}$  - найпростіший та надійний параметр, але застосовується він у відносно вузькому діапазоні температур прогрітої оливи і не дає змоги оцінити її в області низьких температур, які суттєво впливають на пускові характеристики двигуна. Для літніх олив  $v_{50}/v_{100} = 6$ , а для зимових  $v_{50}/v_{100} = 4$ .

*Температурний коефіцієнт в'язкості (ТКВ)* застосовується для оцінки крутості в'язкісно-температурної кривої оливи в діапазоні температур 0...100<sup>0</sup> С:

$$ТКВ_{0...100} = (v_0 - v_{100})/v_{50}$$

Для літніх олив ТКВ= 35...40, для всесезонних = 25, для зимових ТКВ = 22.

У 1929р. в США для оцінювання схильності оливи до зміни її в'язкісних властивостей *індекс в'язкості (ІВ)*. При зміні температури цей параметр дає можливість оцінити в'язкісно-температурні властивості оливи порівняно з двома еталонними оливами. Один із цих еталонів характеризується крутою в'язкісно-температурною кривою. А інший – похилою. ІВ оливи з крутою кривою нулю, а оливи з пологою -100.

Практично ІВ оливи визначають за допомогою кінематичної в'язкості двох олив при температурі 37,8<sup>0</sup>С (100<sup>0</sup>F) і при температурі 98,9<sup>0</sup>С (210<sup>0</sup>F). Частіше ІВ визначають за номограмою, знаючи кінематичну в'язкість при 50<sup>0</sup>С і 100<sup>0</sup>С. Чим плавніше змінюється крива в'язкості залежно від температури, тим краще в'язкісно-температурні властивості оливи. Оливи з ІВ=80 – 90 вважають добрими, а з ІВ=100 – відмінними. Нафтові оливи мають, як правило, невисокий ІВ. Для усунення цього недоліку використовують в'язкісні присадки.

*Оливи з в'язкісними присадками* дістали назву *згущених*. Для їх виготовлення за основу беруть оливу з в'язкістю 2...6 мм<sup>2</sup>/с, що зберігає свої властивості при температурі -30...-35 <sup>0</sup>С і вводять у неї 2...5% в'язкісної присадки. При цьому в'язкість одержаної суміші за температури 100 <sup>0</sup>С збільшується до потрібного значення. Для визначення температури пуску холодного двигуна можна використати номограму залежності в'язкості від температури в логарифмічних координатах при  $v_{100} = 12000 \text{мм}^2/\text{с}$ .

Згущені оливи мають малу схильність до утворення нагарів у двигунах і забезпечують найменші витрати потужності двигуна на тертя, що сприяє збереженню палива та зменшенню інтенсивності зношування його деталей.

### 5.5 Протизношувальні властивості.

Під *протизношувальними властивостями* (мастильними властивостями) розуміють здатність олив утворювати на третьових поверхнях пружну плівку, яка перешкоджає їх безпосередньому контакту. Ця плівка складається з кількох рядів молекул, механізм утворення яких не однаковий. Загалом плівка утворюється завдяки утриманню силовим полем поверхонь, між якими виникає тертя, компонентів олив, тобто внаслідок *адсорбції* плівка утворюється при суто хімічній взаємодії.

*Адсорбована плівка* добре утримується на деталях, які труться лише при помірних температурах і невеликому тиску, а зі збільшенням температури (більш як 150 <sup>0</sup>С) вона легко руйнується, що призводить до тертя без мастильного матеріалу. Установлено, що *міцність оливної плівки залежить* від полярної активності молекул оливи, тобто здатності утворювати шари орієнтованих молекул, які створюють на поверхні своєрідний ворс. При відповідному підборі ПАР, які входять до складу оливи, кількість цих шарів може сягати 1000 і більше, а їх сумарна товщина – 1,5...2 мкм, однак, коефіцієнт тертя не залежить від товщини шару. Мастильні властивості особливо проявляються при граничному терті.

Утворений граничний мастильний шар *розклинює* поверхні тертя, перешкоджає їх безпосередньому контакту.

На практиці найчастіше утворюються не адсорбована, а *хімічна плівка* на тертьових деталях. Вона утворюється при введенні в оливу присадок з органічних сполук сірки, хлору, фосфору, які в процесі тертя сприяють утворенню на поверхнях деталей тонких плівок у вигляді хімічних з'єднань: сульфідів, фосфатів і хлоридів. Вони мають нижчі, ніж у металів температури плавлення, і при високих (більше 150<sup>0</sup>С) у містах контакту тертьових поверхонь ці сполуки плавляться і течуть, забезпечуючи поліруючу дію відносно металів.

*Протизношувальні властивості* олив оцінюють іспитом її на чотиришариковій машині тертя.

### **5.6 Мийні і диспергуючі властивості олив.**

При зберіганні, транспортуванні, в процесі роботи в ДВЗ оливи окислюються, полімеризуються, і розкладаються. При цьому утворюються кокс, смоли, асфальтени та інші речовини.

Для олив первинними продуктами окислення є перекисні сполуки. Схема подальшого окислення і окисної полімеризації вуглеводнів протікає по двом напрямкам:

Кислоти – оксикислоти – складні ефіри –кислі смоли  
Вуглеводні (асфальтогенові кислоти)  
перекиси  
смоли – асфальтени – карбони - карбоїди

Термін роботи оливи в ДВЗ залежить від їх *стабільності* - здатність олив зберігати свої первонаочальні властивості і протистояти зовнішньому впливу при нормальних температурах. Стабільність олив залежить від багатьох факторів: температурні умови, хімічний склад олив, наявність води і механічних домішок, тиск повітря, дія продуктів окислення тощо.

При температурі 18...20<sup>0</sup>С усі первонаочальні властивості олив зберігаються протягом 5 років. З температури 50...60<sup>0</sup>С швидкість окислення подвоюється на кожні 10<sup>0</sup>С.

За умовами хімічного перетворення олив у ДВЗ виділяються три температурні зони: *камера згоряння; поршнева група і картер двигуна*, які різняться між собою

по температурі, кількості оливи і концентрації кисню. Відкладення, що утворюються у двигуні у результаті перетворення вуглеводнів, прийнято підрозділять на нагари, лаки і осади.

*Нагари* – тверді вуглецеві речовини, що відкладаються на стінках камери згоряння, днищі поршня свічках і на верхньому пояску бокової

поверхні поршня. Нагар утворюється, коли олива попадає до камери згоряння, Частина його згоряє, а друга залишається і на днищі поршня, гарячим стінкам камери згоряння розтікається у виді густої смолистої маси.

Негативні наслідки нагару:

\*гірше охолодження камери згоряння;

\*зменшується об'єм камери згоряння, вище ступень стиску, більше потрібне ОЧ;

\*можливість розжарювального запалювання;

\*абразивне зношування поверхонь тертя циліндро- поршневої групи і других деталей двигуна;

На всіх деталях, де тонкий шар оливи нагрівається до високої температури (наприклад, у зоні поршневих кілець, на юбці та зовнішніх стінках поршня, а також на шатунах), олива окислюється з утворенням вуглецевих речовин, які відкладаються на поверхні металу у вигляді тонкого міцного шару з гладкою, блискучою поверхнею. Складається враження, що деталі покриті лаком. Ці відкладення дістали назву *лакових*.

Лакові відкладення небезпечні для двигунів. Бо сприяють заклиненню поршневих кілець. Це призводить до підвищеної витрати оливи, зниження компресії і, як наслідок, зниження потужності двигуна. При цьому кільця можуть ламатися і заклинювати двигун. На механізм шлакоутворення впливають такі властивості олив, як термоокисна стабільність і мийні властивості.

*Термоокисну стабільність* визначають, як стійкість оливи до окислення в тонкому шарі при підвищеній температурі методом оцінки міцності лакової плівки.

Під *мийними (детергентно-диспергуючими)* властивостями розуміють здатність оливи протистояти лакоутворенню на гарячих поверхнях.

Мийні властивості олив оцінюють у балах від 0 до 6 (максимальне лакове відкладення) по методу ПЗВ (Папок, Зарубіна, Вінер автори пристрою), основаному на створенні в одноциліндровому двигуні умов інтенсивного лакоутворення, і подальше порівня з еталонною шкалою лаку на боковій поверхні поршня. Утворення лакових відкладень на поршні двигуна, працюючого на оливах з мийними присадками, зменшуються в 3-6 разів (3,0 -4,5 до 0.5 -1,5).

Використовують два типа мийних присадок – зольні та беззольні. Їх вводять в базові оливи у кількості 2...10%.

*Диспергуючою властивістю оливи* звать його здатність перешкоджати лакоутворенню на гарячих поверхнях деталей двигуна. При використанні олив з добрими мийними властивостями деталі двигуна

виглядають чистими, немов би їх тільки що очистили й помили (походження терміна „мийні”).

Крім лакоподібних відкладень, двигун забруднюється мазеподібними масами, які дістали назву *низькотемпературних відкладень (шлам)*. Спочатку в оливі утворюється емульсія, чому сприяє вода її пари. *Диспергуючою властивістю оливи* звать його здатність перешкоджати лакоутворенню на гарячих поверхнях деталей двигуна. При використанні оливо з добрими миючими властивостями деталі двигуна виглядають чистими, немов би їх тільки що очистили й помили (походження терміна „мийні”. просочуючись із циліндра крізь нещільність поршневих кілець, при низьких температурах конденсуються і змішуються з оливою. При цьому виникає оливна емульсія, яку стабілізують кислі продукти. До складу емульсії входять металеві частинки від зношування деталей, дрібні частинки нагару, зола, смоли, асфальтени, а також інші тверді продукти високотемпературного окислення. Емульсія виділяється з оливи у вигляді чорного, липкого осаду. Він уцілюється на стінках і днищі картера, фільтрах грубої і тонкої очистки оливи. Чим нижча температура оливи в працюючому двигуні, тим швидше накопичується в ньому осад, який забиває мастильну систему.

Для зменшення кількості осадів слід:

- \*підтримувати оптимальний тепловий режим роботи двигуна;
- \*використовувати оливи з доброю хімічною стабільністю і мають відповідні присадки;
- \*своєчасно міняти оливні фільтри;
- \*ретельно промивати картер та всю систему мащення перед заправкою її свіжою оливою.

### **5.7 Захисні та корозійні властивості оливо.**

Корозійні властивості оливо залежать від наявності в них органічних кислот, пероксиду й інших продуктів окислення, сірчаних сполук, неорганічних кислот, лугів і води. Корозійність свіжої оливи (в ньому присутні природні органічні кислоти, сірчані сполуки) порівняно з корозійністю оливи, що працювала у ДВЗ (в ньому з'являються більш сильні корозійні агенти), незначна.

Присутність у свіжих оливо органічних (нафтонових) кислот оцінюється *по кислотному числу*. Для свіжої оливи це не більше 0,4 мг КОН на 1 г оливи.

Органічні кислоти, що утворюються при окисленні оливо в процесі роботи найбільш небезпечні для шатунних та корених підшипників. Для сповільнення процесу виникнення пероксиду та кислот до оливи додають

проти окисні й антикорозійні присадки. Останні мають лужні властивості, які забезпечують нейтралізацію кислих продуктів, що утворюються в оливі.

*Лужне число* характеризує вміст в оливі речовин, які мають лужні властивості. Воно виражається в мг КОН на 1г оливи та є показником її нейтралізуючих властивостей. Оливу, що має лужні властивості, застосовують переважно як мастильний матеріал для дизелів, які працюють на сірчаному паливі. Лужних властивостей оливам надають протиіржавні присадки, вплив яких різний, Одні утворюють на третьових поверхнях міцну захисну плівку, інші – уповільнюють окиснення оливи.

Таким чином до товарних олив додаються присадки, про котрі уже була мова, а ще в'язкісні (загущення), депресорні (знижують температуру застигання), протизадирні, протипенні або поліфункціональні.

### **5.8 Контроль якості і оцінка старіння олив.**

Якість свіжої оливи починається з перевірки відповідності паспортних даних з показниками ДСТУ або ТУ.

Для олив, що працювали, основними показниками якості являються: в'язкість, лужне число, вміст нерозчинних продуктів забруднення і води.

*В'язкість.* На зміну в'язкості в процесі роботи двигуна впливають три чинники:

- \*утворення продуктів окисної полімеризації, що збільшують в'язкість оливи;

- \*потрапляння в оливу паливних фракцій, що знижують в'язкість;

- \*механічна деструкція сполук згущення під дією високих механічних навантажень у третьових вузлах двигуна (для згущених олив).

Згідно бракувальних показників працюючих олив приріст в'язкості 25% (КД) і 35% (ДД; зниження 20% (КД, ДД).

*Лужне число* сучасних моторних олив 2...10 мг КОН/ г. При роботі ДД на сірчаному паливі оливі потрібно лужне число не менш 5,5 мг КОН/г. В оливах, що повністю відпрацювали свій строк лужне число зменшується до 1...0,5.

*Температура спалаху* - це найменша температура, при якій пари нагрітої оливи утворюють з повітрям суміш, що спалахує при піднесенні полум'я. Температура спалаху автомобільних олив 165...220<sup>0</sup> С. Якщо ця температура знизилась до 140<sup>0</sup>С витрати оливи збільшуються на 50%.

*Зольність* оцінюється до введення присадок і після введення.

*Вміст механічних домішок* в оливах без присадок не допускається, а з присадками - строго нормується.

*Вода* в оливах не допускається, тому що сприяє утворенню піни і емульсії, а взимку ще й може призвести до поломки оливного насоса.

## 5.9 Способи зниження витрат моторних олив.

Продукти окислення олив, зношування деталей, частинки забруднення із зовнішнього середовища та води поступово накопичуються в оливі. Зменшується в ній також уміст присадок. Все це зумовлює необхідність періодичної зміни оливи на свіжу.

*Термін зміни* оливи встановлюють експериментально. Їх указують у технічному паспорті двигуна або машин і пов'язують із часом напрацювання двигуна (в мотогодинах) або пробігом автомобіля (в кілометрах). Однак при цьому не враховуються режим роботи двигуна та запиленість навколишнього середовища. Все це призводить до того, що заміна оливи відбувається передчасно або з запізненням.

Слід пам'ятати, що термін роботи оливи визначається не тільки напрацюванням (пробігом), а й умовами її експлуатації. Тому при встановленні термінів роботи олив у двигунах користуються бракувальними показниками, які досягли гранично можливих значень, що зумовлює необхідність зміни оливи (подробіці в лабораторній роботі №4, МУ 15/11).

Чим частіше мінять оливу, тим краще, оскільки при цьому зменшується зношування механізмів. Однак встановлено, що забруднення оливи механічними домішками на якомусь періоді стабілізується завдяки її фільтрації.

*Краще замінювати не оливу, а фільтри*, щоб поліпшати тонкість фільтрації оливи. Присадки природно зношуються, але базова олива тривалий час залишається якісною, якщо не розріджується через потрапляння в неї палива.

Таким чином, *оливу слід міняти не за напрацюванням, а за її фактичним станом.*

*Другий спосіб економії оливи* – створення довгопрацюючих олив. Такі оливи вже є. Термін їх заміни 15...18 тис. км пробігу (замість 8...10 тис. км).

*Третій спосіб* – удосконалення конструкції двигуна (поліпшення робочого процесу, газу - й оливоуцільнення циліндро-поршневої групи, застосування ефективних систем очистки та охолодження олив, неперервне доливання оливи тощо).

## 5.10 Регенерація відпрацьованих олив.

Останнім часом велика увага приділяється раціональному використанню відпрацьованих олив. Це дає змогу не тільки економити паливно-енергетичні ресурси, а й запобігти забрудненню навколишнього середовища. Тому одним із раціональніших

джерел поповнення ресурсів оливи є *регенерація* (відновлення якості) відпрацьованих олив і повторне їх використання.

Згідно з ГОСТ 21046 – 86 відпрацьовані оливи поділяються на:

- \* оливи моторні відпрацьовані;
- \* оливи індустріальні відпрацьовані;
- \* суміш відпрацьованих нафтопродуктів;

Для відновлення якості відпрацьованої оливи слід якомога повніше виділити з неї накопичені шкідливі домішки.

Вихід базових олив після регенерації відпрацьованих становить 70...85%. залежно від глибини та технології регенерації за груповим вуглеводним станом і фізико-хімічними властивостями. Нині для регенерації олив застосовують такі технологічні процеси:

*Фізичний* – це відстоювання, фільтрація, відгін паливних фракцій, центрифугування, промивання, вакуумна перегонка тощо.

*Фізико – хімічний* – це коагуляція забруднень ПАР, контактна очистка вибілювальними глинами селективна очистка пропаном тощо.

*Хімічний процес* – це сірчаноокислотний, лужний, гідрогенізаційний способи регенерації оливи. Перед регенерацією вона відстоюється у спеціальних посудинах із конічними днищами, які обігріваються парою чи електричним струмом. У них осідають вода і великодисперсні домішки. Відстій випускається із нижньої частини посудини, а відстоюана олива забирається для регенерації з верхньої її частини. Оливу для бензинових двигунів підігрівають до температури 280<sup>0</sup> С, а для дизельних – до 330<sup>0</sup> С. Нагріта олива подається у випарник, в якому насосом створюється тиск, нижчий від атмосферного. В цих умовах паливні фракції швидко випаровуються. Потім олива спрямовується у машину, де змішується з вибілювальною глиною, на поверхні якої адсорбуються продукти окисної полімеризації (асфальтени, карбени та інші продукти старіння оливи). Після цього оливу під тиском пропускають крізь фільтри, а потім до неї додають відповідні присадки.

При використанні регенованих олив слід додавати 20...25% свіжої оливи. Технологічний процес регенерації включає коагуляцію їх у розчині бензину, відокремлення забруднень та води на відцентрових сепараторах, потім відгін бензину, води та паливних фракцій, а із залишків перегонки після їх селективної очистки пропаном і гідроочистки – залишкових компонентів. Ці дистилятні та залишкові компоненти олив за своїми фізико – технічними властивостями не поступаються товарним. Їх можна використовувати для здобуття товарних олив.



## 5.11 Класифікація, маркування та якість моторних оливо.

Усі оливи нафтового походження згідно з ГОСТ 4.21 – 85 поділяються на чотири типи:

\*моторні (для авіаційних, газотурбінних, карбюраторних і дизельних);

\*трансмійні (для гідро передач, гідродинамічних та гідрооб'ємних приводів);

\*спеціальні (турбінні, компресорні тощо);

\*оливи різного призначення;

Для мащення агрегатів БДМ використовують оливи перших двох типів.

Коли говорять про якість оливо, то передусім звертають увагу на три їхні відмінні ознаки: в'язкість, спосіб очистки і наявність присадок. За цими ознаками й класифікують оливи.

Моторні оливи згідно з ГОСТ 174791 -85 класифікуються за експлуатаційними властивостями.

По в'язкості оливи підрозділяються на три класи літні, зимові і всесезонні. Літні оливи нормуються значенням кінематичної в'язкості при  $100^0\text{ C}$ , зимові – при  $-100^0\text{ C}$  і при  $-18^0\text{ C}$ . У всесезонних оливо в'язкістні властивості позначаються дробом, де чисельних характеризує клас в'язкості оливи при  $-18^0\text{ C}$ , а знаменник – клас в'язкості при  $100^0\text{ C}$ .

Маркування оливо ґрунтується на комбінації літер і цифр. Наприклад, М – 8 – В<sub>2</sub> Марка оливи починається з букви М, вказуючи на те, що олива моторна. Далі через дефіс записуються цифри що характеризують класи в'язкості. Літери А, Б, В, Г, Д, та Е після цифр означають експлуатаційну групу. Індекс „1” у літери означає, що олива для карбюраторних двигунів, „2” – для дизельних. Літерами А, Б, В, Г, Е без індексів маркують універсальні моторні оливи.

По експлуатаційним групам оливи підрозділяються:

А для нефорсованих КД і ДД;

Б для малофорсованих (Б<sub>1</sub> - бензинових, Б<sub>2</sub> - дизельних);

В для середньофорсованих (В<sub>1</sub> – бензинових, В<sub>2</sub> - дизельних);

Г для високофорсованих (Г<sub>1</sub> – бензинових, Г<sub>2</sub> - дизельних);

Д для високофорсованих дизельних двигунів, що працюють в тяжких умовах; Е для дизельних мало оборотних двигунів з лубрикаторною системою мащення (лубрикатор – автоматичний прилад, призначений для подачі оливи під тиском на тертьові поверхні; назва походить від латинського слова *lubricus* -роблю гладким, слизьким).

За критерій форсування двигуна приймають літрову потужність, ступень стиску та частоту обертання колінчастого вала.

## Класи бензинових двигунів за жорсткістю умов роботи оливо

Класи двигунів	Потужність кВт/л (к.с/л)	Ступень стиску	Частота обертання колінчастого вала, хв <sup>-1</sup>
Нефорсовані	14,7 (20)	<5	2000
Малофорсовані	14,7...18,4 (20...25)	5...6	2000...3000
Середньофорсовані	18,4...25,7 (25...36)	6...7,5	3000...4500
Високофорсовані	25... і вище (35 і вище)	>7,5	4500...5500 і вище
Високофорсовані, що працюють у тяжких експлуатаційних умовах	Їзда по місту з частими пусками і зупинками, буксирування причепа, рух із максимальною швидкістю по бездоріжжю тощо.		

### 5.12 Асортимент моторних оливо і їх застосування.

Сучасні оливи – це нафтові оливи різного ступеня очистки, що містять одну, або кілька присадок. Для бензинових двигунів випускаються оливи груп: Г<sub>1</sub>, В і В<sub>1</sub>. Оливи групи Г<sub>1</sub> використовуються у форсованих двигунах, які працюють на бензинах з ОЧД вище 90. Оливи груп В і В<sub>1</sub> рекомендуються для двигунів легкових і вантажних автомобілів, що працюють на бензині з ОЧ до 80, їх використовують всесезонно. Олива М-6<sub>3</sub>/10В використовують всесезонно у середньофорсованих бензинових двигунах і безнадувних дизелях.

Пробіг до заміни оливи для бензинових вантажних автомобілів 18тис. км, а в дизелях – до 500 мотогодин. З таким же пробігом працює олива М-8-В у середньофорсованих бензинових двигунах і безнадувних дизелях.

Для малофорсованих дизелів типів ЯАЗ-203 (206), середньофорсованих ЯАЗ 236 (240) та інших рекомендується оливи М-8-В<sub>2</sub> (зимова) і М-10 В<sub>2</sub> (літня). Оливи М-8-Г<sub>2</sub> і М-10-Г<sub>2</sub> рекомендують для зимової і літньої експлуатації дизелів без наддування або з невеликим наддуванням. Для високофорсованих дизелів автомобілів типу КамАЗ рекомендуються оливи М-8-Г<sub>2</sub>К і М-10-Г<sub>2</sub>К. Оливи М-Г<sub>2</sub>У і М-10-Г<sub>2</sub>У дають можливість збільшити строк заміни оливи і елементів фільтрів тонкої очистки у 2 рази (заміна оливи в двигунах автомобіля КамАЗ необхідна після пробігу 25...30 тис. км). Оливи М-8ДМ і М-10ДМ застосовують у високофорсованих дизелях з турбонадуванням, що працюють в тяжких умовах, але їх можна використовують в дизелях без наддування з значним збільшенням пробігу до

заміни оливи (кар'єрні самоскиди). Олива М-6<sub>3</sub>/14ДМ всесезонна олива для дизелів з наддуванням замість олив М-8ДМ і М-10ДМ.

### 5.13 Взаємозамінність олив.

Якщо відсутні оливи потрібних марок, то при їх заміні слід дотримуватись рекомендації заводів, що виготовляють машини, але ніколи не замінити оливами нижчої якості.

*Загальне правило таке:* їх замінюють рідков'язкими, вищими за якістю.

*Не слід змішувати оливи різних груп через несумісність присадок;*

*Не можна замінити влітку літні марки олив зимовими і навпаки або оливу вищої в'язкості оливою меншої в'язкості й навпаки;*

*Не слід використовувати дизельні оливи в бензинових двигунах (виникнення розжарювального запалювання).*

### 5.14 Класифікація та маркування зарубіжних моторних олив.

Для порівняння і підбору різних мастильних матеріалів зарубіжного і вітчизняного виробництва треба мати дані про класифікацію зарубіжних олив, їхній склад і властивості, а також про можливості взаємозаміни. Потрібно знати відповідність олив міжнародним стандартам, основний показник яких їхня в'язкість.

*Класифікація та маркування моторних олив за в'язкістю* проводиться відповідно до міжнародного стандарту SAE (Спілка американських інженерів). Далі записується цифра, що означає *середнє значення в'язкості в секундах Сейболта, поділене на два*. Якщо далі є літера W (winter –зима), то це олива зимова, якщо її немає – літня (наприклад, SAE 15 W, SAE 30). Перша олива зимова, друга літня. Оливи, що використовуються всесезонно позначаються дробом, або через дефіс (наприклад SAE 15 W/40, SAE15 W-40). Перша цифра означає в'язкість оливи при температурі -18<sup>0</sup>С, друга при 100<sup>0</sup>С.

*Класифікація олив за якістю* дається за міжнародним стандартом API (Американський інститут нафти) або ACEA (Комітет будівельників автомобілів держав спільного ринку).

*Класифікація олив за API.* Оливи для бензинових двигунів позначаються літерою S (Service –сервіс), для дизельних С (Commercial – комерційна). У кожній категорії олив залежно від режиму роботи двигунів поділяються на класи, які також позначаються літерами латинського алфавіту. Класи олив для бензинових двигунів позначаються А, В, С, D, Е, F, G, Н, J, L, а для дизелів А, В, С, D, Е, F, G. Наведений порядок літер

характеризує якість оливо за зростанням. Таким чином, позначення якості оливо позначається двома літерами, що вказують категорію і клас оливо. Наприклад, SA, SE, CA, CD. Цифри при зазначенні класів CDII, CG-4, CF-4 дають додаткову інформацію про використання оливо даного класу у 2-тактних, або 4-тактних дизелях відповідно. Універсальні оливи маркуються SE/CC, зазначивши, що перша найкраща для бензинових двигунів, а друга для дизелів.

Автомобільні будівельні фірми США та Японії розробили єдині мінімальні вимоги до моторних оливо у класифікації ILSAC, яка містить два класи оливо: GF-1 s GF-2. Вони практично ідентичні оливам класів SH і SJ по API. Ці оливи всесезонні (SAE OW, 5W, 10W)

Виробники автомобілів європейських держав розробили та у 1996 році ввели вдю класифікацію ACEA (Асоціація виробників європейських автомобілів: BMW, Ford, Mercedes-Benz та інші). Вона відмінила класифікацію CCMC (Комітет виробників автомобілів загального ринку). З 1 березня 1999 року було введено класифікацію ACEA-98, згідно якої оливи підрозділяються на три категорії рівнів якості A, B і E та дев'ять класів (по три у кожній категорії) A1, A2, A3 для бензинових двигунів; B1, B2 і B3 для дизельних двигунів легкових автомобілів і фургонів на базі легкових автомобілів. E1, E2, E3, E4 – для важких дизельних двигунів. При маркуванні оливо вказується рік введення вимог (наприклад, A1-96 або A1-98).

### 5.15 Взаємозамінність вітчизняних і зарубіжних оливо.

Відповідність класів в'язкості і груп моторних оливо за ГОСТ 17479.1-85 класифікаціям SAE і API

Клас в'язкості	
ГОСТ 17479.1-85	SAE
-	0W
3 <sub>3</sub>	5W
4 <sub>3</sub>	10W
5 <sub>3</sub>	15W
6 <sub>3</sub>	20W
-	25W
6	20
8	20
10	30
12	30
14	40
16	40
20	50
24	60

Група оливи	
ГОСТ 17479.1-85	API
А	SB
Б	SC/CA
Б <sub>1</sub>	SC
Б <sub>2</sub>	CA
В	SC
В <sub>1</sub>	SD
В <sub>2</sub>	CB
Г	SE/CC
Г <sub>1</sub>	SE
Г <sub>2</sub>	CC
Д <sub>1</sub>	SF
Д <sub>2</sub>	CD
Е <sub>1</sub>	SG
Е <sub>2</sub>	CF-4
	SH*
	SJ*
	SL*
	CG-4*

\* Ці класи API не мають аналогів у вітчизняній класифікації.

#### *Контрольні запитання*

1. Що таке дистильтані та залишкові оливи?
2. Які основні вимоги ставляться до якості оливи? Які властивості оливи?
3. Що таке мастильні властивості оливи?
4. Що таке в'язкісно - температурна характеристика оливи?
5. Чим різняться згущені оливи від звичайних?
6. Що таке мийні та диспергуючі властивості оливи?
7. Що таке захисні та корозійні властивості оливи?
8. Які основні присадки додаються до оливи та як вони позначаються?
9. Які класифікація та маркування моторних оливи?
10. Який асортимент моторних оливи?
11. Які класифікація і маркування зарубіжних моторних оливи?
12. Що таке сумісність присадок?
13. Яка взаємозамінність вітчизняних та зарубіжних моторних оливи?

## Глава 6 Трансмiсiйнi оливи.

### 6.1 Маркування, асортимент i застосування.

За ГОСТ 17479.2-85 трансмісійні оливи було класифіковано на чотири класи за кінематичною в'язкістю в мм<sup>2</sup>/с при 100<sup>0</sup>С і на п'ять груп, виходячи з їхніх експлуатаційних якостей.

З того ж часу в маркуванні трансмісійних олив широко використовується зарубіжна класифікація таких олив по SAE (залежно від в'язкості) і по API (за умовами експлуатації).

Відповідність класів в'язкості по SAE і експлуатаційних груп по API приводиться в таблицях.

Класифікація SAE трансмісійних олив по в'язкості і відповідність її класифікації за ГОСТ 17479.2-85

Клас в'язкості за ГОСТ 17479.2-85	Класифікація SAE 1300b	
	Клас в'язкості олив	Мінімальна температура, при якій динамічна в'язкість досягає 150 Па с, <sup>0</sup> С
	Зимові	
70W		-55
-		
75W		-40
9		
80W		-26
9		
85W		-12
12		
	Літні	
90		-
18		
140		-
34		
250		-
-		

Класифікація АРІ трансмісійних олив по рівню експлуатаційних властивостей і відповідність її класифікації за ГОСТ 17479.2-85

Група	Сфера застосування	Група за ГОСТ 17479.2-85
GL-1	Циліндричні, черв'ячні і спіральні-конічні зубчатих передач, що працюють при низьких швидкостях і навантаженнях.	ТМ-1
GL-2	Черв'ячні зубчаті передачі, що працюють при низьких швидкостях і навантаженнях.	ТМ-2
GL-3	Спіральні-конічні зубчаті передачі, що працюють у помірно жорстких умовах за швидкостей і навантаженнями.	ТМ-3
GL-4	Гіпоїдні передачі, що працюють в умовах великих швидкостей при малих крутих моментах і малих швидкостей з великими крутими моментами.	ТМ-4
GL-5	Гіпоїдні передачі, що працюють в умовах великих швидкостей при малих крутих моментах, а також за наявності ударних навантажень на зуб шестерень.	ТМ-5
GL-6	Гіпоїдні передачі з більшим, ніж у звичайних гіпоїдних передачах, вертикальним зміщенням осей шестерень, що створює умови для досягнення високих крутих з підвищеними швидкостями та ударними навантаженнями.	

Група GL-6 практично не використовується. За необхідністю сфера використання оливи групи GL-5 доповнюється відповідною інформацією у технічній документації на ці оливи.

### Глава 7. Синтетичні оливи.

Сировинна база мінеральних олив вичерпується і мінеральні оливи не завжди можуть задовольнити вимоги техніки, що прогресує.

*Першими синтетичними олівами* були вуглеводні. Від мінеральних вони різнилися вищим ІВ та кращими низькотемпературними властивостями. Вуглеводні оливи не токсичні, стабільні при температурі 220...260<sup>0</sup>С.

Однак синтетичні оливи не можуть бути універсальними, тобто забезпечувати всі вимоги, які диктуються умовами експлуатації. Тому синтетичні оливи використовуються в суміші з мінеральними.

*Моторні оливи з домішками вуглеводневих синтетичних олив* мають невелику випаровуваність, утворюють менше відкладень у двигуні, ніж мінеральні.

Практичну цінність мають не вуглеводні синтетичні оливи:

- \* поліалкіленгліколі та інші гліколі;

- \* оксиди вуглеводнів (пропілену, етилену);

- \* фторвуглеці та фторхлорвуглеці, стійкі при температурі 400...500<sup>0</sup>С, вогнестійкі, мають добрі мастильні властивості;

- \* кремнійорганічні сполуки – полісилоксани, що мають високу вогнестійкість, найкращі в'язкісно – температурні властивості (ІВ>200), вони не піняться;

- \* оливи на основі складних ефірів.

Одна із основних переваг синтетичних олив – це високий ІВ – від 140 (дієфіри) до 500 (вторинновуглеці оливи), що забезпечує легкий пуск двигуна при мінусових температурах. Крім того, синтетичні оливи порівняно з мінеральними мають:

- \* меншу схильність для утворення низькотемпературних відкладень (шламів);

- \* високі показники в'язкості (в 3...5 разів більше від рівнозначних їм мінеральних), що забезпечує умови гідродинамічного мащення до вищих температур;

- \* кращу термічну стабільність;

- \* низьку випаровуваність;

- \* низьку схильність до утворення високотемпературних відкладень.

*Термін служби синтетичних олив* у 5...10 разів довший за термін служби мінеральних олив (деякі працюють до 80...100 тис. км пробігу автомобіля без заміни). Вони характеризуються кращими протиокисними, диспергуючими властивостями і механічною стабільністю, а також однаковими або кращими протизношувальними, протизадирними властивостями. Спостерігається менша витрата оливи на вигар (на 30...40%) і зниження витрати палива (на 4...5%), що зумовлюється більш оптимальними умовами тертя.

Вартість їх у 2..3 рази вища, але враховуючи переваги та великий термін роботи, синтетичні оливи є перспективними не тільки з експлуатаційної, а й з економічної точки зору.



## Глава 8 Спеціальні рідини.

До спеціальних рідин належать робочі рідини для гідромеханічних передач, робочі рідини для машин з гідроприводом, гальмові рідини, а також рідини для амортизаторів тощо.

### 8.1 Оливи для гідромеханічних передач автомобілів.

Гідромеханічна передача має кілька різнохарактерних вузлів – гідротрансформатор, шестерінчасту коробку передач, складну систему автоматичного керування. У ГМП олива виконує різні функції. Основними з них являються:

\*потужність, що розвиває двигун, олива передає механічному редуктору;

\*олива виконує роль робочої рідини системи автоматичного керування і змащує вузли гідро передачі;

\*у фрикційних муфтах і гальмах виконує роль охолоджуючого середовища;

*Для гідротрансформаторів та автоматичних коробок передач випускається олива А, що не має замінника; для ГМКП олива МГТ.*

### 8.2 Оливи для гідравлічних систем.

Великий тиск у гідросистемі (до 35 МПа) і великий перепад робочих температур (-60...+ 50<sup>0</sup>С) висувають певні вимоги до гідравлічних рідин, які частково відрізняються від вимог до звичайних оливок, оскільки вони мають бути передавачем енергії від двигуна до робочих органів і водночас змащувати та охолоджувати деталі гідравлічної системи, що рухаються.

До 1985 року гідравлічні оливи мали різне *маркування*.

За новою класифікацією (ГОСТ 17479.3-85) залежно від експлуатаційних властивостей гідравлічні оливи поділяються на три групи: А, Б, В.

*Оливи групи А* не містять присадок, тому вони призначені для малонавантажених гідравлічних систем з шестерінчастими та поршневіми насосами що працюють при тиску до 15МПа і температурі до 80<sup>0</sup>С.

*Рідини групи Б* випускаються з антикорозійними та протиокисними присадками і призначені для середньотемпературних систем, які працюють при тиску до 25 МПа та температурі до 80<sup>0</sup>С.

*Оливи групи В* випускаються з антикорозійними, протиокисними і протизношувальними присадками та призначені для гідравлічних систем, що працюють при тиску до 25 МПа та температурі понад 90<sup>0</sup>С.

Оливи всіх трьох груп можуть містити в'язкісні та протипенні присадки

Позначаються ці оливи літерами МГ олива (масло) гідравлічна, а також двома цифрами, які вказують на кінематичну в'язкість, після чого записуються літера А, Б або В.

Клас в'язкості гідравлічних олив (5, 7, 10, 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150 мм<sup>2</sup>/с) встановлений залежно від значень кінематичної в'язкості при температурі 40<sup>0</sup>С (аналогічно міжнародній класифікації ISO).

Відповідність позначень гідравлічних олив за ГОСТ 17479.3-85 прийнятим позначенням у старій системі технічної документації наведено у таблиці.

Позначення гідравлічних олив

За старою системою	За ГОСТ 17479.3-85
АУ	МГ-22А
ВМГ-3	МГ-15В
АМГ-10	МГ-15Б
МГЕ-10	МГ-15В
МГ-30	МГ-46В
МГЕ-46 або МГ-30	МГ-46В

Примітка. Оливи за новою класифікацією замінюються оливами вищої якості, тобто оливи групи А оливами груп Б і В, оливи групи Б оливами групи В.

За міжнародною класифікацією гідравлічні оливи поділяються на чотири категорії залежно від складу й основної сфери використання:

\*група НН – мінеральні оливи без присадок (відповідає групі А вітчизняних олив);

\*група НL - мінеральні оливи з протиокисними та антикорозійними присадками (відповідає групі Б вітчизняних олив);

\*група НМ - мінеральні оливи з протизношуваними присадками (відповідає групі В вітчизняних олив);

\*група НV – оливи групи НL з поліпшеними в'язкісно-температурними властивостями (відповідає групі В вітчизняних олив);

### 8.3 Технічні (спеціальні) рідини.

#### 8.3.1 Пускові рідини.

Запустити двигун при від'ємних температурах без прогрівання дуже важко. Існуючі способи підігрівання є малоефективними і трудомісткими,

тому в останні роки все частіше почали використовувати пускові рідини. До найпоширеніших належать „Холод Д-40”, НИИАТ ПЖ-25, „Арктика”.

*Пускова рідина „Холод Д-40”* складається з ефірів (приблизно 70%), ізопропілнітрату – газового бензину (до 15% та оливи). Рідина забезпечує пуск дизелів при температурі  $-40^{\circ}\text{C}$ .

*Рідина НИИАТ ПЖ-25* містить 40% етилового спирту, решта індустріальна олива. Ця рідина також призначена для пуску дизельних двигунів.

*Рідина „Арктика”* складається з етилового ефіру (40...60%), газового ефіру (35...55%), ізопропілнітрату (1...5%), проміжних продуктів окислення (до 10%), з доданням протизношувальних присадок (2%) та антиокислювачів (0,5%). Рідина призначена для пуску бензинових двигунів при температурі до  $-40^{\circ}\text{C}$ .

Таким чином, *основним компонентом пускових рідин є ефір*. Для пуску дизельних двигунів обов’язково використовувати турбінну оливу, що містить проти скисну присадку і надає пусковій рідині антиокисних і протизношувальних властивостей. В пускові рідини для бензинових двигунів оливу додають у кількості до 2%, щоб запобігти забризкуванню свічок. Газовий бензин або ефір сприяє більш рівномірному випаровуванню пускової рідини і плавному нарощуванню тиску в камері згорання. Для введення пускової рідини створено дві моделі пускових пристроїв: 5ПП-40 і 6ПП-40. Вони легко монтуються на двигуні.

Пускова рідина „Холод Д-40” постачається у спеціальних запаєних капсулах одноразового користування місткістю 20, 50 і 100 мл (для дизельних двигунів) і 20 мл (для бензинових).

### 8.3.2 Охолодні рідини.

Надійність й економічність роботи двигуна здебільшого залежить від стану системи охолодження та якості охолодної рідини, яка повинна задовольняти певні вимоги: мати високу питому теплоємність, високу температуру кипіння, низьку температуру замерзання і певну в’язкість. Крім того вона не повинна кородувати стичні з нею метали, руйнувати гумові утілення, менше утворювати накипи в системі охолодження двигуна. Бажано, щоб рідина не була дефіцитною, дешевою, безпечною щодо пожежі та не шкідливою для здоров’я обслуговуючого персоналу.

*Вода* має найвищу з усіх рідин питому теплоємність ( $1 \text{ ккал/кг}^{\circ}\text{C}$ ), низьку в’язкість ( $1 \text{ мм}^2/\text{с}$ ), що забезпечує легкість її циркуляції в системі охолодження, а також високу температуру кипіння ( $105...108^{\circ}\text{C}$  при тиску  $0,11...0,12 \text{ МПа}$  в закритих системах охолодження). Однак воді притаманні два великих недоліки: вона замерзає при негативних температурах,

збільшуючись в об'ємі майже на 10%, й утворює накип в системі охолодження двигуна. Утворення накипу зумовлено жорсткістю природної води, тобто наявністю у ній розчинених солей кальцію та магнію, які з часом відкладаються у вигляді шару накипу завтовшки до 5 мм і більше. При цьому можуть спостерігатися перегрівання двигуна, детонація, підвищення зношування, зниження потужності (на 20...25%), збільшення витрат палива (на 25...30%) й оливи (на 30...40%).

*Жорсткість* води тимчасова (карбонатна) визначається наявністю у воді карбонатів ( $MgCO_3$  та  $CaCO_3$ ).

*Жорсткість води постійна* характеризується наявністю в ній сульфатів, хлоридів та силікатів.

*Жорсткість води умовно характеризується наявністю в ній іонів  $Mg^{++}$  та  $Ca^{++}$*  і визначається в мг-екв /л (1 мг-екв відповідає вмісту 20,04 мг іона кальцію або 12,6 мг іона магнію).

Якщо жорсткість води менша від 1,5 мг/л, то вона вважається *дуже м'якою*; при жорсткості 1.5...4 мг/л - *м'якою*; 4...8 мг/л - *середньо жорсткою*; 8...12мг/л *жорсткою*; 12мг/л і більше – *дуже жорсткою*.

М'яка вода не дає накипу, при використанні води середньої жорсткості систему охолодження слід промивати 2 рази на рік.

Останнім часом широко застосовуються незамерзаючі при низькій температурі рідини (*антифризи*). Крім загальних вимог, вони повинні мати якомога меншу корозійну агресивність, бути фізично та хімічно стабільними. Як антифризи можуть бути використані водні розчини солей, спиртів тощо.

Найбільшого поширення дістали етиленгліколеві рідини. В нашій країні з 1952 року випускались дві етиленгліколеві рідини марок 40 та 65 із температурою застигання відповідно марок -40 та  $-65^{\circ}C$ . Етиленгліколеві рідини зумовлюють сильну корозію сталі, міді, алюмінію, цинку та їх сплавів, тому в антифриз додають присадки.

Сучасні марки антифризів *Тосол А* – концентрований розчин, що розводиться дистильованою водою; *Тосол А-40*, *Тосол А-65*; з 1985 року *Тосол А-40М* (блакитний), *Тосол А-65М* (червоний). Другий вид охолоджуючий рідини Лена – 40, Лена – 65 з меншою корозійною дією на чавунні та алюмінієві деталі. Тосол працює 2 роки або 60000 км пробігу. Для того, щоб Тосол А-40 М – витримав гарантійний строк роботи 3 роки, необхідно підтримувати густину рідини на рівні  $1075\text{кг/м}^3$ , для чого використовують концентрати Тосол АМ.

Не слід без промивання системи охолодження з накипом заправлять його антифризом, інакше антифриз вступить в реакцію з накипом і його агресивність збільшиться.

При експлуатації антифризів передусім випаровується вода, оскільки температура кипіння етиленгліколю дорівнює  $197,5^{\circ}C$ . Тому, *в разі*

википання, в систему охолодження треба доливати не антифриз, а воду. Однак, властивості охолоджуючих рідин можуть мінятися при додатку води і через 2-3 роки експлуатації з'являються осередок корозії у системі охолодження. Тому не рекомендується часто доливати воду для відновлення її рівня.

### **8.3. Гальмові рідини.**

#### **8.3.1 Основні вимоги.**

Гальмові рідини, що знаходяться в гідроприводі гальмової системи автомобіля, передають енергію виконавчим механізмам. Робочий тиск в гідроприводі гальм досягає 10МПа і більше. Тиск передається на поршні колісних циліндрів, які прижимають гальмові накладки до гальмових дисків або барабанів. При гальмуванні кінетична енергія переходить у теплову. Гальмова рідина як функціональний елемент автомобіля, повинна відповідати технічним вимогам. Важливими показниками якості з'являються:

*\*температура кипіння* найважливішим показник, що визначає допустиму температуру гідроприводу гальм. Ця температура знижується із – за її високої гігроскопічності (конденсація води із повітря). Тому поряд з температурою кипіння „сухої” рідини визначають температуру кипіння „зволоженої” рідини, що містить 3,5% води. Температура кипіння „зволоженої” рідини умовно характеризує температуру, при якій рідина буде „закипати” через 1,5...2 роки її роботи у гідроприводі гальм автомобіля

Температура рідини у гідроприводі гальм вантажного автомобіля звичайно не вище 100 °С. В умовах інтенсивного гальмування (гірські дороги) температура може піднятися до 120 °С і більше.

Температура рідини у гідроприводі гальм легкового автомобіля з дисковими гальмами при русі по магістральним автострадам сягає 60...70<sup>0</sup> С, у міських умовах – 80...100 °С, а в екстремальних ситуаціях (при високих швидкостях руху, високій температурі повітря та інтенсивному гальмуванні) – до 150<sup>0</sup>С.

Згідно вимогам міжнародних стандартів температура кипіння „сухої” і „зволоженої” гальмової рідини повинна мати значення відповідно не менше 205 та 140<sup>0</sup> С для автомобілів при звичних умовах експлуатації і не менше 230 та 155<sup>0</sup> С для автомобілів, працюючих з підвищеними швидкостями або частим і інтенсивним гальмуванням, наприклад на гірських дорогах.

*\*в'язкісно-температурні властивості:* максимальна допустима в'язкість при температурі -40<sup>0</sup>С -1500 мм<sup>2</sup>/с, а при температурі +50<sup>0</sup>С – не менше 5 мм<sup>2</sup>/с.

*\*антикорозійні властивості* гальмовій рідині надають інгібітори корозії щоб запобігти електрохімічної корозії.

*\*стабільність при високих та низьких температурах:* гальмові рідини повинні зберігати початкові показники якості в інтервалі температур від -50 до 150<sup>0</sup>С. При зберіганні і використанні вони повинні протистояти окисненню, розшаруванню, утворюванню осадів і відкладені на деталях гідроприводів гальм.

### 8.3.2 Асортимент

#### Характеристика основних марок гальмових рідин

Показники	„Нева”	„Томь”	„Роса” „Роса-3” „Роса ДОТ-4”	БСК
Кінематична в’язкість, мм <sup>2</sup> /с при: 50 <sup>0</sup> С 100 <sup>0</sup> С -40 <sup>0</sup> С	5,0 2,0 1500	5,0 2,0 1500	5,0 2,0 1450	9,0 - 2500
Температура кипіння <sup>0</sup> С, не нижче	195	220	260	115
Температура кипіння, зволоженої рідини <sup>0</sup> С, не менше	138	155	165	110

Рідини „Роса”, „Роса-3” відрізняються від рідини „Роса ДОТ-4” тим, що містять у своєму складі різні пластифікатори та із-за відсутності сировини практично не випускаються.

Змішувати гальмові рідини не рекомендується, а якщо вони мають різну основу – не допускається.

При заміні гальмової рідини систему промивають водою (з використанням гліколевих рідин ГТЖ-22М та ГТЖ-22РК) чи денатурованим спиртом, після чого систему висушують і заповнюють свіжою рідиною.

Дуже небезпечним є потрапляння в будь яку гальмову рідину гасу, дизельного палива й оливи, тому ці продукти руйнують гумові деталі.

### 8.4 Рідини для амортизаторів.

Умови роботи рідин у гідравлічних приводах та амортизаторах істотно різні. Це не дає змогу використовувати в них одну й ту саму рідину.

У процесі роботи амортизаторів рідини сильно нагріваються (влітку до 120...140 °С, а взимку в північних районах температура їх знижується до -60°С. Тиск рідини в амортизаторі може досягти 10МПа. Основні вимоги, що висуваються до якості амортизаторних рідин, - полого в'язкісно-температурна характеристика та низька температура застигання.

*В амортизаторах машин*, які працюють в умовах низьких температур, використовують спеціальні всесезонні рідини АЖ-12Т, АЖ-16: та Р, а також авіаційну гідравлічну оливу ММГ-10. Ці рідини працездатні в інтервалі температур мінус 50...+40 °С.

Основною є рідина АЖ-12Т, що складається з трансформаторної оливи та кремнійорганічної рідини з доданням протизношувальної і протіокисної присадок. Як замітники можуть застосовуватися гідравлічна олива АУП чи веретенна АУ, а також суміш (1:1) трансформаторної оливи з турбінною 22. Проте зі зниженням температури в'язкість цих олив різко зростає, внаслідок підвищується чого жорсткість роботи амортизаторів.

#### *Контрольні запитання*

1. Який асортимент і маркування гальмових рідин і де вони застосовуються?
2. Які є рідини для амортизаторів та яке їх маркування?
3. Які є пускові рідини? Які їх призначення, маркування і сфера використання?
4. Що таке жорсткість води та чим вона визначається?
5. Які є способи пом'якшення жорсткої води?
6. Які асортимент і маркування антифризів? Які їхні переваги й недоліки?
7. Що потрібно доливати в систему охолодження двигуна, коли рівень антифризу в ній нижчий від норми?

### **Глава 9. Пластичні мастила.**

#### **9.1 Вимоги до пластичних масил.**

У машинах і механізмах є різні вузли тертя (підшипники, ресори, деякі зубчаті передачі, карданні з'єднання тощо), які не вдається змазувати рідкою оливою, тому що до них не можна або не вигідно її безперервно подавати. Для мащення цих вузлів використовуються пластичні мастила.

*Пластичні мастила* – це мінеральні оливи, згущені до мазеподібного стану. В країнах СНД випускається близько 200 марок пластичних масил різного призначення. Вузли тертя, що змазуються пластичним мастилом, простіші в обслуговуванні, не так часто потребують заміни мастила, постійного нагляду за їхньою роботою.

Мастило за своїм складом є складною речовиною. В найпростішому випадку вона складається з двох компонентів – оливої основи (дисперсне середовище) та загусника (дисперсна фаза).

*Кількість загусника* в мастилах лежить у межах 5...30% (найчастіше 1...20%). Він і визначає основні характеристики мастила.

Для перемішування оливи із загусником частину останнього вбирає олива та розбухає, створюючи структурний каркас мастила. При цьому в пазухах, утворених частинками загусника, що встиг розбухнути, знаходиться рідка олива. В такому вигляді мастило нагадує грудку вати, просочену рідиною. Структурний каркас не міцний і при великому навантаженні руйнується; олива починає текти, наближаючись до рідкому стану. Цим і забезпечується мащення вузлів тертя. Проте, як тільки мастило вивільниться від навантаження, воно зразу немовби застигає та міцно утримується на деталях, не стікаючи з них.

Як загусник найчастіше застосовують мила різних металів (кальцієві, натрієві, літєві тощо), тверді вуглеводні (парафін, церезин і їх суміші), які здобувають з нафти та інших речовин.

Для виготовлення мильних загусників використовують індивідуальні жирні кислоти, які одержують із природних жирів та синтетичних жирних кислот. Перші дістали назву *жирових*, а другі – *синтетичних*.

Вуглеводні мастила здобувають сплавленням нафтової оливи з твердими вуглеводнями. Вони мають невисоку температуру плавлення, абсолютно нерозчинні у воді, крізь них слабо просочуються водяні пари. Виходячи з цього, виготовлюють такі мастила як консерваційні та захисні.

## 9.2 Основні експлуатаційні властивості.

До основних властивостей пластичних мастил належать:

\*водостійкість;

\*температура крапання;

\*пенетрація;

\*колоїдна стабільність;

\*антикорозійні та захисні (консерваційні властивості) тощо;

*Водостійкість* характеризує властивість пластичного мастила не руйнуватись під дією води. Ця властивість визначається зануренням досліджуваного мастила в теплу воду. Неводостійке мастило через 10...15 хв. розчиняється. За цією ознакою мастила поділяються *водостійкі* та *неводостійкі*.

*Температура крапання* – це температура падіння першої краплі пластичного нафтопродукту, який нагрівають у капсулі спеціального термометра.



Температура крапання мастила означає верхню межу його використання. Вважається, що мастило можна застосовувати при температурі на 15...20<sup>0</sup>С нижчий від температури крапання. За цією температурою (залежить від типу загусника) мастила поділяються на низько ( $t_{\text{крапл}} < 60^{\circ}\text{C}$ ), середньо ( $t_{\text{крапл}} = 60 \dots 100^{\circ}\text{C}$ ) - та тугоплавкі ( $t_{\text{крапл}} > 100^{\circ}\text{C}$ ).

*Пенетрацією* називають умовний показник механічних властивостей мастил, що чисельно дорівнює глибині проникнення в нього стандартного приладу (конуса), вираженої в десятих частках мм. Ця величина характеризує консистентність (густину) мастила, тобто його властивість нести навантаження і чинити опір витісненню з підшипник. Пенетрацію визначають на спеціальному приладі (пенетрометрі), що показує число пенетрації. У позначення мастила входить клас консистентції, який встановлюється залежно від значення пенетрації: 00, 0, 1, 2, 3, ...7.

*Колоїдна стабільність* означає здатність мастила протидіяти виділенню оливи під дією навантаження. Вона виражає у відсотках кількість мастила, що виділилось від узяті для випробування його кількості.

*Границя міцності* – це мінімальне напруження зсуву під дією інерційних сил, при якому мастило починає текти внаслідок руйнування каркаса, створеного загусником. Границя міцності визначає здатність мастил утримуватись на поверхні деталей за наявності сили інерції. Її визначають на спеціальному приладі – ротаційному пластовіскозіметрі.

*В'язкість* пластичних мастил залежать від швидкості деформації й оцінюється ефективною в'язкістю, під якою розуміють в'язкість ньютонівської рідини, яка при заданому режимі течії чинить такий самий опір зсуву, як і мастило. В'язкісні властивості визначаються при температурі 70...100<sup>0</sup>С на автоматичних капілярних віскозіметрах типу АКВ, в яких мастило за допомогою пружини продавлюється із змінною швидкістю через капіляр.

*Механічна стабільність* характеризує властивість мастил протидіяти руйнуванню під навантаженням. Вона впливає на границю міцності та в'язкість мастила. Визначається на приладі (тиксометр), на якому оцінюють границю міцності до і після руйнування мастила.

*Під хімічною стабільністю* розуміють стійкість мастила до окислення повітрям. Окислення призводить до зміни кислотного числа та зменшення границі мастила на зсув. Таке явище спостерігається при підвищених температурах.

*Під протикорозійними властивостями* розуміють відсутність корозійного впливу на металеві поверхні.

*Захисні (консерваційні) властивості* визначають здатність мастила запобігати корозійному впливу навколишнього середовища на металеву поверхню. Консерваційні властивості мастил залежать від їхньої здатності

утримуватись на поверхні металу, не стікаючи, а також від колоїдної та хімічної стабільності, водостійкості, повітропроникності. Консерваційні мастила мають запобігати корозії металів в умовах 100% -ї вологості протягом багатьох місяців і навіть років. Випробування проводять під водою в ексикаторі або в камерах вологості.

### 9.3 Класифікація та маркування пластичних масил.

*Згідно з ГОСТ 23258 – 78 усі пластичні мастила поділяються на чотири групи: антифрикційні, консерваційні, канатні та ущільнювальні.*

*Антифрикційні мастила* призначені для зниження зношення і тертя ковзання сполучених деталей. Вони становлять близько 80% усіх масил, що використовуються та поділяються на 12 груп, кожна з котрих позначають окремо літерою:

*\*С – загального призначення при звичайних температурах* (солідоли для мащення вузлів тертя з робочою температурою до 80 °С);

*\*О - загального призначення при підвищених температурах* (для мащення вузлів тертя з робочою температурою до 110 °С);

*\*М - багатоцільові* (для мащення вузлів тертя з робочою температурою -30...+130 °С в умовах підвищеної вологості. В потужних механізмах зберігають свою працездатність до -40 °С);

*\*Ж - термостійкі (жаростійкі)* (для мащення вузлів тертя з робочою температурою до+150 °С і вище);

*\*Н – морозостійкі (низькотемпературні)* (для мащення вузлів тертя з робочою температурою -40 °С і нижче);

*\*И – протизадирні та протизношувальні* (для мащення підшипників кочення при контактних навантаженнях понад 2500 МПа. Мастила містять протизадирні присадки або тверді домішки);

*\*Х – хімічно стійкі* (для мащення вузлів тертя, що мають контакт з агресивними середовищами – кислотами, лугами тощо);

*\*П – приладові* (для мащення вузлів тертя, приладів і точних механізмів);

*\*Т – редукторні (трансмісійні)* (для мащення зубчастих та гвинтових передач усіх видів);

*\*Д – припрацьовувальні* (дисульфан молібденові, графітні та інші пасти) (для полегшення складання, запобігання задирам і прискореного припрацьовування третьових деталей);

*\*У - вузькоспеціалізовані (галузеві)* (для мащення вузлів тертя з забезпеченням прокачування, амальгамування, іскрогасіння);

*\*Б - брикетні* (для мащення вузлів і поверхонь ковзання із пристроями, що забезпечують використання масил у вигляді брикетів).

*Консерваційні (захисні) мастила* позначають літерою З. Вони призначені для запобігання корозії металевих виробів та механізмів при їх зберіганні, транспортуванні й експлуатації.

*Уцільнювальні мастила* поділяються на 3 підгрупи: А – *арматурні*, Р – *різьбові*, В – *вакуумні*.

За ГОСТ 23258-78 у маркуванні пластичних мастил визначається:

1. Підгрупу по призначенню (наприклад, М – багатощільове мастило);

2. Тип загусника (наприклад, ЛИ –літїєве мило; Ка – кальцієве; На – натрієве і т. ін.);

3. Температурний діапазон застосування мастила указують дробом (наприклад, 4/13 – мастило для використання при температурі -40...+130 °С);

4. Тип дисперсного середовища та наявність домішок: у – синтетичні вуглеводні, к – кремнійорганічні рідини, г – графіту, д – домішок дисульфїду молібдену;

5. Консистенцію мастила визначають умовним числом від 0 до 7.

Приклад: МЛи 4/13 -3 – М –багатощільове мастило; Ли – згущено літїєвим милом; 4/13 – для використання при температурі -40...+130 °С; виготовлено на нафтовій основі; 3 – позначення класу консистенції (пенетрація становить 220...250 одиниць при температурі 25 °С) Водостійкість – добра, захисні властивості добрі, механічна стабільність – середня.

Відповіді на запитання про використання мастил слід шукати в інструкціях з їх експлуатації та, зокрема в картах мащення відповідних машин.

Під час роботи з пластичними мастилами *слід дотримуватись правил:*

\* не використовувати суміш різних мастил, а також мастила з домішками води або ті, що мають механічні домішки та паливо;

\*не заповнювати вузли тертя мастильним матеріалом повністю, оскільки під час роботи при нагріванні він збільшуватиметься в об'ємі, так, що частина його може витекти. Тому вузли тертя треба заповнювати мастильним матеріалом на 30...60% їхнього об'єму;

\*не використовувати мастильний матеріал при температурах, які перевищують температуру крапання, та не нагрівати вище цієї температури, оскільки перегріте мастило, як правило, втрачає свої властивості;

\*дотримуватись правил зберігання мастильних матеріалів, тому що під дією температури, вологи, пилу та сонячних промінїв їхні властивості можуть змінюватись. Пластичні мастильні матеріали слід зберігати в закритій (краще герметичній) тарі, не допускати обводнення та забруднення

їх механічними домішками. При правильному зберіганні ці матеріали не втрачають свої початкові властивості протягом кількох років.

#### **9.4 Асортимент найпоширеніших вітчизняних пластичних мастил.**

##### **1. Антифрикційні мастила**

###### **1.1 *Мастила загального призначення.***

*Кальцієвими* прийнято називати мастила згущені гідратованими кальцієвими милами. Вони відомі під загальною назвою „Солідоли”. Марки солідолів:

- \*Солідол С;
- \*Прес-солидол С;
- \*Солідол Ж;
- \*Графітна (УСС-А).

###### **1.2 *Багатоцільові(універсальні) мастила:***

- \*Литол-24;
- \*Литол-24 РК;
- \*Фиол-1; Фиол-2; Фиол-3;
- \*Лита;
- \*Зимол;
- \*ЦИАТИМ-201;

###### **1.3 *Консерваційні (захисні) мастила.***

- \*Гарматна (ПВК);
- \*ВТВ-1
- \*ВТВ-1 аерозольна упаковка

###### **1.4 Спеціалізовані (автомобільні) мастила:**

- \*АМ –карданна;
- \*Фиол-2М;
- \*ЦИАТИМ-221;
- \*Фиол-2У
- \*№ 158;
- \*ЛЗ-№1;
- \*КСБ;
- \*ДТ-1;
- \*ВНИИНП-207;
- \*УНИОЛ-1;
- \*ЛСЦ-15;
- \*ШРБ-4;
- \*ШРУС-4;
- \*Дисперсол-1;
- \*МЗ-10;

- \*Литин-2;
- \*Литол 459/5;

### *Контрольні запитання*

1. Що таке водостійкість і випаровування мастила?
2. Що таке температура крапання та границя міцності?
3. Що таке пенетрація і колоїдна стабільність?
4. Що таке механічна і хімічна стабільність?
5. Які захисні (консерваційні) властивості пластичних мастил?
6. Які загальна класифікація та маркування пластичних мастил?
7. Які є кальцієві мастила та яка сфера їх використання?
8. Які є натрієві мастила та яка сфера їх використання?
9. Які є багатоцільові мастила та яка сфера їх використання?
10. Що таке термостійкість мастила?
11. Як маркуються пластичних мастила за ГОСТ 23258-787

## **Розділ третій. Конструктивно-ремонтні неметалеві матеріали.**

### **Глава 10. Лакофарбові матеріали.**

#### **10.1 Загальні відомості.**

Нанесення лакофарбних покриттів є найуніверсальнішим і найпоширенішим способом захисту машин від корозії.

*Фарбування кузова машин* і, передусім автомобілів, незважаючи на складність, високу трудомісткість та значну вартість, є поки що єдиним видом захисного покриття, що дає змогу задовольнити різні естетичні вимоги до кольору, блиску й інших декоративних ефектів у поєднанні з високою стійкістю в атмосферних умовах.

*Захисні декоративні властивості* та довговічність лакофарбових покриттів визначаються як властивостями лакофарбових матеріалів, так і, в неменшій мірі, способом підготовки поверхні до фарбування та технологією фарбування, що застосовується.

#### **10.2 Класифікація лакофарбових матеріалів та їх маркування**

До лакофарбових матеріалів для фарбування машин належать лаки, ґрунтовки, шпаклівки і фарби (в тому числі емалі).

Прийняте у країнах СНД маркування лакофарбових матеріалів наведено в ГОСТ 9825-73, а покриттів для них - у ГОСТ 9.032-74.

У позначення лаків, ґрунтовок, фарб входять п'ять груп знаків.

До *першої групи* належать найменування: лак, шпаклівка, ґрунтовка, фарба.

До *другої групи* належать позначення двома великими літерами основних

плівкоутворювачів: ГФ – гліфталі, ПФ – пентафталі, ФЛ – фенольні, МЛ – меломанові, ЕП – епоксидні, НЦ – нітроцелюлоза, МА – оливи рослинні.

*Третя цифрова група* записується за другою після дефіса і характеризує переважно призначення матеріалів:

Шпаклівки	00
Ґрунтовки	0
Атмосферостійкі	1
Для покриття в середині приміщення	2
Спеціальні (для шкіри, гуми, тканини)	5
Стійкі до нафтопродуктів	7
Термостійкі (при температурі 60...500 <sup>0</sup> С)	8
Електроізоляційні	9

*Четверта група* характеризує порядковий номер, присвоєний лакофарбу вальному матеріалу і може позначатися однією, двома і, навіть трьома цифрами. Між третьою та четвертою цифровими групами розриву немає.

*П'ята група* – це слова, що визначають колір фарб і деяких ґрунтовок. При значній кількості відтінків одного чи того самого кольору додатково вказується порядковий номер кольору (синя-1, синя-2 тощо).

Деяким масовим фарбам стандартних кольорів та відтінків присвоюється номер у вигляді двозначних цифр, які записуються між позначенням четвертою групою і словесним позначенням кольору. При цьому позначення четвертою групою відокремлюється від номера кольору дефісом.

*Приклади позначень:* емаль – 11-15 захисна, зелена, що це захисно-зелена емаль для зовнішніх покриттів; блакитна, меламіноалколідна емаль для зовнішніх покриттів – МЛ-12-38 – блакитна; червона пентафталева емаль для покриття в середині приміщень – ПФ-223 – червона.

### 10.3 Характеристика і використання.

*Лаки* – це розчини плівкотвірних речовин в органічних розчинах або воді. Вони служать для здобуття прозорих покриттів або нанесення поверхневого шару по шару емалі для збільшення блиску покриття.

*Плівкотвірні речовини* складаються з природних смол (каніфолі, пеки), ефірів, целюлози, окиснених олив (оліфи), епоксидних, алкідних та інших смол.

*Грунтовки* застосовуються для забезпечення адгезії покриття до металу. Вони поділяються на кілька типів:

\*пасивувальні – містять у своєму складі разом з іншими пігментами хромати і фосфати;

\*фосфатуючі – фосфатують метал завдяки присутності фосфатної кислоти;

\*протекторні – містять велику кількість цинкового пилю, що забезпечує катодний захист металу;

\*ізолювальні – містять залізний сурик та цинкові білила і захищають метал від проникнення вологи;

\*перетворювачі іржі – містять фосфатну кислоту, що вступає у взаємодію з продуктами корозії та перетворює їх.

*Шпаклівки (шпаклівки)* використовуються для вирівнювання мікро - і макродефектів поверхні, що фарбується. Вони мають вигляд пастовірної маси, яка наноситься шпателем, а при відповідному розбавленні розчинником – пневморозпилювачем або щіткою. Після нанесення та сушіння шпаклівки підлягають шліфуванню.

*Фарби* - це суспензії пігментів і наповнювачів у лаках або оліфках. Вони можуть містити спеціальні домішки – пластифікатори, сикативи, затверджувачі, стабілізатори й емульгатори. Фарби, що виготовляються на лаках, називаються *емаліями*, а на оліфі – *оливними*.

*Емалі* призначені для здобуття одношарових захисно-декоративних деталей двигуна, шасі та трансмісії, також багатошарових декоративних покриттів кузовів. Від емалей для одношарових покриттів не вимагаються високі декоративні властивості. Проте вони мають забезпечити захист деталей від корозії при експлуатації автомобілів, тобто утворювати рівню поверхню, високу стійкість до різних кліматичних умов (атмосферостійкість.) Крім того до емалей висуваються вимоги щодо вартості, стійкості до мастила, води та бензину.

#### Контрольні запитання

1. Як маркуються лакофарбові матеріали?
2. Як позначаються плівкоутворювачів?
3. Як позначаються лакофарбові матеріали залежно від їх призначення?
4. Як характеризуються і використовуються лаки, ґрунтовки, шпаклівки, фарби?

## Глава 11. Гумотехнічні матеріали.

Гума – це дорогий, дефіцитний матеріал: пневматичні шини, шланги, амортизатори, приводні ремні, сальники, транспортувальні стрічки тощо.

При ремонті автомобілів використовують сирі гуми – протекторну, прошаровую і камерну.

Сучасний вантажний автомобіль має від 200 до 500 гумових деталей, на виготовлення яких витрачається 250-400 кг каучуку, що у перерахунку на гуму складає 500-800 кг. Вартість гумових виробів складає від 10 до 40% загальної вартості автомобіля.

*Гума* представляє складний матеріал, що включає в себе декілька компонентів, основним з яких являється *каучук*. При виробництві гуми використовується натуральний або синтетичний каучуки. При виготовленні автомобільних гумових деталей широко використовується продукти сумісної полімеризації різних мономерів. Важливіший з них сополімер бутадієну з стиролом (СКС – стирольний). Найбільше масовий сорт СКС, який містить 30% стиролу. Гуми на його основі гірше натурального по еластичності, тепло- і морозостійкості, але краще за нього по протизношувальних властивостях.

*Вулканізуючі речовини* додають до каучуку для збільшення міцності в процесі вулканізації – взаємодії молекул каучуку з атомами сірки. У результаті вулканізації, наприклад, яка найбільш ефективно проходить при температурі 140-159<sup>0</sup>С, отримуємо вулканізований каучук (вулканізатор) з міцністю 25 МПа. У склад гуми додають визначену кількість сірки, щоб отримати продукт з більшою міцністю і еластичністю. Наприклад гуми, з яких виготовляють автомобільні камери і шини містять 1-3% сірки.

*Прискорювачі і наповнювачі.* Для прискорення процесу вулканізації у склад суміші каучуку з вулканізуючою речовиною додають прискорювачі (тіурам, каптакс), а для збільшення міцності вулканізаторів активні наповнювачі (посилувачі). Масовим посилювачем являється сажа – порошковий вуглець з розміром частин від 0,003 до 0,25 мкм. Сажа, як і інші посилювачі, додаються в сучасні гумові матеріали від 20 до 70% у відношенні до каучуку і збільшують міцність гуми більш ніж на порядок. При необхідності додають барвники (для придання кольору), пластифікатори, антиокисники, пороутворювачі тощо.

*Армування гумових виробів.* Для збільшення міцності деталей з гуми її суміщають з арматурою (проволоченими каркасами, металевою опліткою тощо). Еластичність таких виробів зменшується, однак вона достатня, щоб деталі не руйнувалися. Важливіші армуванні гумові вироби, що використовуються для автомобілів – це покришки (армуються кордом, чефером), гумотканьові шланги, приводні ремні та інш.



При зберіганні та експлуатації гумових виробів відбувається окислення гуми, що призводить до зміни хімічних, фізичних і механічних властивостей. Сукупність усіх змін прийнято називати *старінням*. В наслідок старіння знижується еластичність. У разі контакту з водою армованих гум металева арматура підлягає корозії, при контакті гум з нафтопродуктами (бензинами, дизельним паливом, олівами ) вона набухає, відбувається зниження міцності, еластичності, твердості.

#### *Контрольні запитання*

1. З яких компонентів складається гума?
2. Яка технологія отримання гум?
3. Які основні властивості має гума?
4. Які матеріали використовуються як ущільнювальні?
5. Що використовують як ізоляцію при виробництві і ремонті електрообладнання?

## **Глава 12. Пластичні матеріали.**

### **12.1 Призначення пластмас.**

Удосконалення конструкції автомобіля пов'язано з постійним розширенням використання різних видів пластмас в якості конструкційних матеріалів. Найбільше використання знаходять композиції поліетилену, їх блоксополімеру, а також поліамідів, пінополіуретанів. Пластмаси використовують для виготовлення дверей, багажників, капотів. Планується перехід до пластмасових паливних баків.

До позитивних техніко-економічних якостей пластмас відносяться:

\*більш низька вартість пластмасових виробів у порівнянні з вартістю виробів з металів та інших матеріалів;

\*мала густина, яка не перевищує  $1500 \text{ кг/м}^3$ , що у 5-8 разів нижче, ніж у сталі;

\*значна питома об'ємна міцність;

\*висока технологічність;

\*висока стійкість до агресивних середовищ;

\*стійкість до вібрацій тощо.

Характерною особливістю пластмас являється те, що у залежності від використаних компонентів для їх виробництва, співвідношення цих компонентів і технологічного режиму можна отримати матеріали з заданими властивостями. Вони надійно захищають метал від корозії і надають виробам красивий зовнішній вид.

## 12.2 Склад пластмас.

*Пластмасами* називають такі матеріали, які містять у якості пов'язуючого компонента полімер. В залежності від типу пластмаси до її складу входять полімери, наповнювачі, пластифікатори, антистарителі і барвники.

*Полімер.* Полімер – це основний елемент пластмаси, що виконує роль пов'язуючої речовини. Полімерні сполуки можуть бути синтетичними (поліетилен, смоли) і природними (натуральний каучук, целюлоза, смоли та інш.) Полімери за своїми властивостями поділяються на термопластичні і термореактивні.

*Наповнювачі.* Наповнювачі служать для збільшення об'єму і поліпшення фізико-механічних властивостей, а також для зменшення усадки пластмас. У якості наповнювачів використовуються деревну муку, очоси хлопку, скляні волокна та інш. Для отримання особливо міцних пластмас в якості наповнювача використовується деревний шпон і скляні тканини, папір. Такі пластмаси зветься шаруватими пластиками.

*Пластифікатори.* Пластифікатори служать для зниження хрупкості пластмас. До них відносять рідини (дибутилфосфат, диоктилфосфат та інш.). Хрупкість знижується у результаті проникнення пластифікатора у між ланцюгове простір полімеру.

*Антистарителі.* Антистарителі (антиокислювачі) сповільнюють процес окиснення у процесі їх використання.

*Барвники.* Барвники служать для придання пластмасам декоративного виду, а також для зменшення волого - і світло поглинання.

## 12.3 Класифікація пластмас

Пластичні маси в залежності від хімічної природи полімерів поділяються на чотири класи.

*Клас А.* Пластичні маси на основі високомолекулярних сполук, що отримують ланцюговою полімеризацією: поліетилен ВТ, пропілен, вініпласт, поліізобутилен, фторопласти, полістирол, акрилопласти та інш.

*Клас Б.* Пластичні маси на основі полімерів, що отримують поліконденсацією і ступінчатою полімеризацією: фенопласти з наповнювачем (прес - порошки, волокніти, скловолкніти, фаоліт і інш.); амінопласти; мелалит; ефіропласти, поліаміди (капрон і інш.); уретанопласти: епоксипласти та інш.

*Клас В.* Пластичні маси на основі хімічно модифікованих природних полімерів. До них відносяться пластичні маси на основі похідних целюлози (целулоїд, етроли), галолит.

*Клас Г.* Пластичні маси на основі природних і нафтових асфальтів і смол: бітумопласти з різними наповнювачами.

Окрім цієї класифікації, пластмаси поділяються на дві основні групи – термопластичні і термореактивні і на підгрупи по фізико-механічними властивостями.

*Термопластичні полімерні сполуки* при нагріві отримують пластичність, при охолодженні повертаються у твердий стані неодноразово плавляться без зміни властивостей матеріалу. До них відносяться всі пластмаси класу А і частково класу Б (полістирол, поліетилен вініпласт та інш.).

*Термореактивні пластмаси* (реактопласти) при повторному нагріві переходять у важкорозчинні неплавкі речовини. Тому формування деталей з термопластичних пластмас повинно випереджувати процес утворення самої пластмаси. До термопластичних пластмас відносять фенопласти, композиції на основі кремнійорганічних і поліефірних смол.

#### *Контрольні запитання*

1. Яке призначення мають пластичні матеріали, що використовуються в автомобілебудівництві?
2. Які матеріали називають пластмасами та які компоненти входять до їх складу?
3. Як класифікуються пластмаси?
4. Які пластмаси знайшли найбільше використання у конструкції автомобілів?

## **Глава 13 .Клеї, герметики, мастики та інші засоби для догляду за машинами.**

### **13.1 Клеї та герметики.**

#### **13.1.1 Загальні відомості.**

*Вибір клею або герметика* для різних виробів визначається багатьма умовами. Універсального матеріалу, здатного склеїти або ущільнити будь яку деталь, немає. Є багато найрізноманітніших за властивостями клеїв та герметиків, з яких потрібно вибрати найпридатніший і вигідний. Багато клеїв, що випускаються, різні за рекомендацією їх застосування. Клеї, які рекомендуються в книжках та журналах, можуть заплутати споживача, тим більше, що навіть сама назва „клеї” або „герметик” може приховуватись під словами „мастика”, „композиція”, „склад”, „компаунд” та інш. Як правило, всі ці матеріали є складними речовинами і мають клеєві та герметизувальні

властивості одночасно, тому правильніше було б назвати їх *клеями-герметиками*.

Якщо переважають перші, то їх називають клеями, якщо другі - то герм етиками.

*В основу класифікації клеїв* можуть бути покладені різні ознаки: сфера застосування, властивості, метод нанесення, кількість компонентів тощо. Клеї класифікуються, виходячи з того, до якого класу полімерів – термореактивних або термопластичних – належить основний компонент. Цим здебільшого визначаються призначення та сфера використання клеїв та герметиків.

*Термореактивні з'єднання* є основою конструктивних клеїв та вулканізуючих герметиків.

Термопласти, термоеластоласти та з'єднання на основі каучуків застосовуються, як правило, для склеювання неметалевих матеріалів, а також як не вулканізуючи герметики.

Основним видом універсальних клеїв являються синтетичні клеї, що використовують у всіх галузях техніки. За допомогою клеїв можна виготовити високоміцні, еластичні, водо-, оливо- і паливостійкі сполуки, які витримують вібрацію і динамічні навантаження. Синтетичний клей в загальному виді представляє композицію, в яку входять: пов'язуюче, розчинник, наповнювач, затвердитель і прискорювач затвердіння. В якості пов'язуючого використовуються термопластичні та термореактивні полімери (смоли). З термопластичних найбільше розповсюдження отримали похідні акрилової і метакрилової кислот, полівінілацетата, поліізобутилену, каучуку і гуми, з термореактивних – фенолоформальдегідні, епоксидні й кремнійорганічні сполуки. Клеї на базі термопластичних полімерів утворюють обрaтиму плівку, яка розм'ягчується при нагріванні.

Широке застосування отримали клеї на основі епоксидних смол. Ці клеї стають твердими як при нормальних температурах, так і при високих. Для них характерна добра водо-, оливо-бензостійкість. При виробництві автомобілів застосовують епоксидний клей УП-5-207. Окрім того, використовують клеї бутваро-формальдегідний (БФ) і карбонільний. Широке застосування знайшли клеї БФ-2, БФ-4, БФ-6. Перші два служать для з'єднання твердих матеріалів, а третій – для склеювання тканин між собою і для прикріплення їх до металів, пластмас тощо. Усі клеї серії БФ поставляють споживачу у готовому виді. Клеєві з'єднання з них сушать при температурі 90-100<sup>0</sup>С 1-3 години. При ремонті автомобілів клей знайшов широке застосування для з'єднання фрикційних накладок з гальмовими колодками. Клей застосовується при ремонті пластмасових деталей. Деталі з термореактивних пластмас склеюються смоляними клеями (ВИАМ-Б-3, БФ-2, БФ-4, К-17 та інш.) на основі фенолоформальдегідних епоксидних ті інших

смола. Для склеювання органічного скла вживається дихлоретан або клей – розчин опилок органічного скла в мурав'яній кислоті або в дихлоретані.

Клей 88 КР застосовується для склеювання гуми, гуми і метала, металів між собою, шкіри тощо.

Клей "Крол" модифікований полістирольний клей для виробництва і ремонту полістиролу.

Клеї для склеювання гуми поділяються для приклеювання „на холоду” і для приклеювання з вулканізацією.

Для приклеювання гумових деталей до металічних застосовують клеї №88, 88 Н, 61 або термопреновий. Приклеювання гумових деталей до металу оббивки і шкіри - №200.

### *Контрольні запитання*

\*1. Які основні переваги склеювання деталей перед іншими видами їх з'єднання?

\*2. Які основні види полімерів, що застосовуються у виробництві клеїв та які їхні особливості?

\*3. Які основні клеї і полімери на основі термореактивних з'єднань та яка сфера їх застосування?

\*4. Яка сфера використання клеїв і герметиків на основі термопластичних полімерів?

\*5. Які клеї і герметики на основі похідних акрилової кислоти і яка сфера їх застосування?

\*6. Яка сфера використання клеїв та герметиків на основі каучуків?

\*7. Які є типи клеїв, що застосовуються у виробництві автомобілів? Яка сфера їх використання?

\*8. Які є клеї та герметики, що застосовуються під час ремонту машин? Яка сфера їх використання?

## **13.2 Мастики.**

### **13.2.1 Мастики та інші засоби захисту машин від корозії.**

*Корозія* – це руйнування металів внаслідок хімічної або електрохімічної взаємодії машин та їх елементів з навколишнім середовищем. Корозію умовно можна поділити на хімічну, електрохімічну й атмосферну.

*Хімічна корозія* проходить у сухих газах і неелектролітах, які не проводять електричний струм (газова корозія випускного тракту).

*Електрохімічна корозія* відбувається при взаємодії металу з електролітом, а також на з'єднанні двох різнорідних металів і зварювальних швах.

*Атмосферна корозія* виникає внаслідок того, що незахищена поверхня металу адсорбує з навколишнім середовищем, в якому є окисні елементи - молекули кисню, оксиду вуглецю, сірки, хлору та інші.

За ступенем ураження корозію поділяють на косметичну, проникну і структурну.

*Косметична* – (на зовнішніх видимих ушкодженнях) погіршує зовнішній вигляд машини, але не впливає на її експлуатаційні якості.

*Проникна* - найчастіше розвивається у важкодоступних для візуального контролю місцях.

*Структурна* – це втрата первинної жорсткості та міцності носійної конструкції, що робить подальшу експлуатацію машини неможливою.

*Захисні плівки нафтопродуктів*: сполуки НГ-216 –А, НГ-216Б, НГ-216В, НГ-222, НГМ – МЛ, Оре мін, Мольвін МЛ, Мовіль (Мовіль-1, Мовіль-2), автоконсервант кузова, Полігон, ПЭВ-74, Петронол ОУ.

*Захисні фарбові засоби* для фарбування паливних баків, радіаторів, корпусів повітряних й оливних фільтрів використовується „Авто емаль чорна”

(на основі емалі ПФ-223). Для фарбування двигунів, а також колісних дисків застосовується „Фарба алюмінієва” в аерозольній упаковці.

*Мастики для захисту кузова* - мастика БМП-1, а також автоантикори - автоантикор-2, і автоантикор для днища.

#### *Контрольні запитання*

1. Які призначення і сфера застосування мастик для захисту від корозії?
2. Які є мастики на нафтовій основі? Яка сфера їх застосування?
3. Що таке плівкотвірні сполуки та яка сфера їх застосування?
4. Які є загусники плівкотвірних сполук?
5. Які є основні марки плівкотвірних сполук та яка сфера їх застосування?
6. Які основні профілактичні дії проти корозійних руйнувань під час експлуатації машин?

## **Розділ четвертий. Економія паливо-мастильних матеріалів та охорона навколишнього середовища.**

### **4.1 Загальні відомості.**

Під час розроблення заходів щодо економії палива слід розглянути і проаналізувати всі елементи системи водій – машина – паливо – повітря – навколишнє середовище.

Ці заходи поділяються на технічні та організаційні.

*Технічні заходи* пов'язані з поліпшенням якості палива і застосуванням його альтернативних видів, удосконалення технічного огляду, ремонту та методів контролю (діагностики) технічного стану машин в умовах експлуатації.

*До організаційних заходів* належать:

\*перегляд лінійних норм витрати палива (для автомобілів) і приведення їх у відповідальність до технічного рівня машин та умов експлуатації;

\*удосконалення режиму витрати палива на підприємствах;

\*упорядкування роботи складів (постачання і роздача палива);

\*удосконалення технологій технічного огляду та ремонту, застосування нових діагностичних засобів для оцінювання технічного стану машин;

\*підвищення використання машин за часом і продуктивністю.

Відсутність єдиної класифікації умов експлуатації машин і механізованих методів їх урахування, досконалих математичних моделей витрати палива та, як наслідок, відсутність науково обґрунтованих методів визначення лінійних (індивідуальних) і групових норм витрати палива призвели до того, що нормування цієї витрати ведеться приблизно з точністю лише до 20-40%.

Питання економії палива тісно пов'язані зі ступенем токсичності відпрацьованих газів двигунів.

Відомо, що при згорянні тони палива в атмосферу викидається в середньому 0.3-0.5 кг шкідливих речовин.

Державна автоінспекція, автопідприємства та інші служби згідно з чинними нормами оцінюють токсичність двигунів на холостому ходу при різних частотах обертання колінчастого вала. Проте цього недостатньо для загального оцінювання токсичності відпрацьованих газів. Потрібно вміти розрахувати і будувати характеристики токсичності двигунів, які показують можливу кількість шкідливих речовин на одиницю дороги залежно від навантаження та швидкості руху машин.

Таким чином, економія і раціональне використання ПММ у ДВЗ можуть бути досягнуті трьома комплексними засобами:

\*удосконаленням конструкції та технології виробництва двигунів;

\*підвищенням якості палива і мастильних матеріалів;

\*удосконаленням технічного обслуговування, ремонту та поліпшенням експлуатації машин.

## 4.2 Системний підхід до раціонального використання паливомастильних матеріалів

*Метод вивчення проблеми* економії паливно-енергетичних ресурсів має бути побудований тільки на системному підході. Розглянемо структуру цієї системи, тобто її основні складові та взаємозв'язки.

У загальному вигляді вона має розглядатися як замкнена система із зворотними зв'язками, причому її можна розчленувати на три підсистеми (ланки): двигун, ПММ і комплекс експлуатаційного впливу.

Кожна з цих ланок, у свою чергу, складається з окремих елементів із прямими та зворотними зв'язками.

При експлуатації двигуна внутрішнього згоряння на його паливну економічність впливають такі чинники:

\*на ланку *двигуна* – якість його конструкції, паливна економічність і технічний стан двигуна;

\*на ланку *ПММ* – теплота згоряння палива, його детонаційна стійкість, схильність до самозапалювання, фракційний склад та в'язкісно-температурні властивості ПММ;

\*на ланку *комплексу експлуатаційного впливу* – транспортування і зберігання ПММ, технічний стан транспортних засобів та сховищ, кваліфікація і дисципліна технічного персоналу, зайнятого експлуатацією машин.

Для забезпечення економії ПММ необхідно здійснити низку організаційно-технічних заходів:

\*у *першій ланці* – двигун має відповідати сучасному, а краще перспективному технічному рівню. Його паливно-економічність у їздовому циклі має бути доведена різноманітними конструктивними та технологічними заходами до кращих світових зразків. Завдяки цьому можна очікувати збільшення паливної економічності двигуна в їздовому циклі до 15%.

\*у *другій ланці* – ПММ мають відповідати конструкції двигуна, передусім це стосується октанового (для бензинів), цетанового (для дизелів) чисел, фракційного складу та стабільності властивостей при зберіганні, а також використанні ПММ. Слід мати на увазі, що для нового двигуна будуть застосовуватись альтернативні та перспективні палива з підвищеним октановим числом і моторна олива з комплексом різноманітних присадок.

\*у *третьій ланці* – комплекс експлуатаційних засобів слід поділити на дві частини. *Перша частина*, що стосується впливу експлуатаційних властивостей на витрати ПММ, викладається в курсі „Експлуатаційні властивості транспортних засобів”. *Друга частина* стосується науково обґрунтованої системи нормування витрат ПММ.



### 4.3 Зміна якості нафтопродуктів при їх зберіганні, заправці та застосуванні.

На всіх етапах транспортування, зберігання, відпускання, заправці ПММ і при експлуатації машини відбувається зміна їхніх властивостей, що, як правило, призводить до погіршення експлуатаційних показників машини.

*Всі зміни якості нафтопродуктів умовно поділяють на такі групи:* хімічні, (окиснення), випарування, обводнення та забруднення.

Більшість нафтопродуктів, які випускаються промисловістю, мають високу хімічну стабільність.

*Моторні палива, оливи та мастила* при правильному зберіганні не втрачають свої експлуатаційні властивості протягом кількох років (паливо – до 3-5 років, а мастила – до 10 років).

Стандартом на нафтопродукти передбачено запас якості за показниками, які найбільше змінюються з часом і впливають на працездатність, безвідмовність та довговічність двигунів. Запас за цими показниками і швидкістю їх зміни й визначає термін зберігання ПММ.

*Хімічні зміни ПММ* відбуваються з різних причин. При цьому знижується октанове число, накопичуються смоли, підвищується кислотність тощо. При тривалому зберіганні бензинів їхнє октанове число зменшується на 1-2 одиниці (допускається на одну).

*Чим менше в бензині є смол, тим більше ресурс* двигуна до ремонту і списання. *Збільшення кислотності* підвищує корозійну агресивність бензинів.

*Підвищення кислотності дизельного палива* має більше значення, ніж збільшення вмісту смол. Кислотність дизельного палива допускається не більш як 5 мг /100 мл, тоді як уміст смол – до 30-40 мг/100 мл, тобто на порядок більше.

Моторні оливи та спеціальні рідини мають більшу стабільність, тому істотних хімічних змін при тривалому зберіганні в них не спостерігається.

*Швидкість хімічних змін ПММ* залежать від температури нафтопродуктів, каталітичної дії кольорових металів, ступеня заповнення резервуарів та інш.

Наявність води в ПММ (крім пластичних мастил) не допускається. Однак на практиці при поганому зберіганні ПММ потрапляння води в них не виключається. Вона може накопичуватись у баці машини. Її тим більше, чим менше в ньому палива. Це пояснюється тим, що бак заповнений повітрям, в якому завжди є пари води. *Чим більша вологість повітря, тим більше накопичується вода в паливі.* Вода, що потрапила в паливо, підвищує корозійне зношування металів і сплавів паливної апаратури, системи мащення, резервуарів, баків тощо. Вода разом із смолистими речовинами й

органічними кислотами утворює крихкі осади, які погіршають експлуатаційні властивості палива, особливо його фільтрацію.

*У холодну пору року вода кристалізується*, тверді частинки льоду забиваються у фільтри та паливну апаратуру. Особливо небезпечним є потрапляння води в моторну оливу, яка при взаємодії з нею утворює осади, що випадають на дно ємкості. Експлуатаційні властивості обводнених олив погіршаються. Порівняно невелика кількість води (0,1-0,2%) протягом кількох днів може розкласти половину присадок. Тому *потрапляння води в моторну оливу не допускається*. Моторні оливи слід зливати тільки в суху, чисту тару з пробками, що щільно загвинчуються, та зі справними прокладками. При експлуатації машин треба ретельно стежити за своєчасним зливанням відстою з резервуарів паливо сховищ і паливної системи машини.

*Потрапляння механічних домішок* також значно погіршує якість ПММ. Домішки в нафтопродукти потрапляють при: заливанні їх у брудну тару; використанні несправних шлангів; зберіганні продуктів у погано закритих резервуарах; наливанні їх відкритим струменем. Істотне значення мають склад, розмір і кількість механічних домішок у ПММ.

*Приблизний склад домішок* такий: одна третина кремнію, що вноситься з пилом, одна третина заліза, що потрапляє з продуктами корозії. Вміст інших домішок змінюється залежно від пори року та умов експлуатації машин. Улітку забрудненість палива значно вища, ніж узимку.

На місці виробництва механічні домішки відсутні, а на місці використання їх може бути досить багато. Більшість часинок забруднення виловлюється фільтрами грубої та тонкої очистки палива й оливи, а деяка кількість проникає в циліндропоршневу групу і спричиняє зношення деталей.

У зв'язку з особливостями конструкції двигунів висуваються різні вимоги до чистоти палива. Дизельне паливо не повинно містити частинки розміром більш як 5...8 мкм, а бензини – 10...15 мкм. Слід пам'ятати, що бензин має меншу в'язкість, ніж дизельне паливо, тому *в бензині механічні домішки осідають через 2...3 год., а в дизельному паливі (90% домішок) – узимку тільки через 10 днів*. Ось чому палива при заправці треба брати з найчистіших, верхніх шарів. З цією метою резервуари з паливом оснащуються плаваючими паливоприймачами.

*Перед заправкою паливо* треба обов'язково профільтрувати. Паливороздавальні засоби повинні мати фільтри тонкої очистки палива, а лійки – сітчастий фільтр.

*У моторних оливах* абразивні механічні частинки не допускаються, а на практиці (в окремих випадках) вони становлять 0,03%. В основному моторні оливи забруднюються під час роботи двигунів й очищуються їхніми оливними фільтрами.

#### 4.4 Втрати палива при його транспортуванні, зберіганні та заправці.

*Втрати палива при транспортуванні* відбувається при заповнюванні та заливанні ємностей, а також через погану герметичність їх безпосередньо при транспортуванні палива.

*Втрати бензину при зберіганні* відбувається через підтікання ємностей та його випаровування. Дизельне паливо, оливи і більшість спеціальних рідин складаються з високо киплячих компонентів, тому їх втрати від випаровування

Незначні та практично не впливають на зміну їхніх властивостей. *Випаровування* ж бензину супроводжується не тільки втратою, а й зміною якості, оскільки передусім випаровуються легкі фракції, внаслідок чого пускові якості бензину знижуються.

*Підтікання ємностей* неприпустимо, тому що навіть при невеликому підтіканні (у вигляді крапель) втрата палива дуже велика *При підтіканні однієї краплі за секунду, втрата палива за добу становить 4 кг, за рік – 1,5 т.* Ще більша втрата буде тоді, коли підтікання крапель перетворюється на струмінь палива. За добу при цьому втрата палива становитиме 6...7 кг, за рік 2...2,5 т. Через малу в'язкість палива воно просочується крізь невидимі отвори по шву ємності на поверхні та випаровується („потіння”). Втрати палива від одного метра „потіючого” шва становить 0,7т за рік. Велика його втрата простежується як наслідок нещільного прикриття люків через випаровування палива. Втрати палива від випаровування – найбільша і досягає 75% загальної його втрати. *Загальна втрата бензину від випаровування* з моменту їх виготовлення до моменту заправки в баки машин досягає 1,5...2% обсягу виробництва.

Втрата нафтопродуктів від випаровування при зберіганні – це наслідок, в основному, малих і великих „дихань”, газового сифону, видування тощо.

„Дихання” резервуарів спричиняється коливанням температур (добових) і спостерігається при повному зливанні бензину з резервуара.

*Втрату бензину при „диханні” можна скоротити,* якщо резервуар оснастити спеціальною ємністю, що вловлює пари бензину при малих та великих „диханнях”.

Видування пального виникає через негерметичність резервуарів (відсутність або пошкодження прокладок, нещільне закриття кришок, негерметичність клапана для провітрювання). В цьому випадку відбувається циркуляція повітря і парів палива.

Дуже ефективним способом боротьби із втратою палива при малому „диханні” є *фарбування* не заглиблених резервуарів у світлі тони.

Кращим способом із втратою нафтопродуктів від випарування є *підземне розміщення* резервуарів, оскільки в них практично відсутнє добове коливання температури.

*Заправку машин слід проводити на стаціонарних постах*, оснащених паливо роздавальними колонками або приймально-роздавальними стояками.

Встановлено, що при заправці машин за допомогою відер і воронок втрата бензину становить близько 1%, а при заправці з паливо роздавальних колонок – тільки 0,06%.

#### **4.5 Втрати оливи і пластичних мастил при їх використанні.**

*Загальна втрата оливи* залежить від схеми руху нафтопродуктів від резервуара до машини і становить 0,5...6,5% для моторних та 1,2...17,5% для трансмісійних олив.

Здебільшого моторні і трансмісійні оливи зберігаються та транспортуються в бочках. Зарубіжний досвід показує, що кращим способом є зберігання олив у пластмасових контейнерах невеликої місткості (1...10 л).

*Втрата пластичних мастил* на стінках і днищі тари становить 0,8...1,1%. Велику втрату зумовлює налипання мастила на лопатки, прес-маслянки, штуцери, трубки тощо.

*Загальна втрата пластичних мастил при заправці* залежно від схеми його руху може досягти 5...16%. Істотно знижується втрата пластичних мастил при зберіганні їх у герметичній тарі та застосуванні спеціальних пристроїв для нагнітання мастил у змазуванні вузли. Так, при використанні пневматичного пістолета-нагнітача з порційною подачею пластичного мастила його втрата становить 0,2%, а шприца з ручним приводом – 10,9%.

При заправці машин оливою за допомогою мірної кварта або відра втрата досягає 4,6 %, а при заправці механізованим способом тільки 0,2%.

*Втрата оливи під час експлуатації двигуна* відбувається з двох причин: від вигару та заміни оливи.

Кількість вигару оливи, у свою чергу, залежить від *досконалості конструкції двигуна*, його технічного стану, якості оливи (в'язкості) й умов експлуатації двигуна. Чим більше зношена циліндропоршневу група і чим менша в'язкість оливи, тим більший її вигар.

*Періодичність заміни оливи* залежить від досконалості фільтрації та умов експлуатації двигуна, зокрема від запиленості повітря, режиму експлуатації (навантаження) і стабільності показників її якості. Масові товарні оливи при відповідному рівні технічного обслуговування машин працюють без зміни до 10 тис. км пробігу, а спеціальні – до 25 тис. км і більше.

Таким чином, економічний ефект досягається завдяки не тільки зменшенню втрати оливи, а й поліпшенню її якості.

Для визначення економічного ефекту від застосування нової оливи, рекомендованої заводом – виробником, треба порівняти витрату на її виробництво із витратою при її використанні в реальних умовах експлуатації.

На використання, витрату пластичних мастил істотно впливають їхні *властивості*, зокрема колоїдна стабільність.

Пластичні мастила сучасних марок на літєвих загусниках при надійній герметизації вузла тертя можуть працювати без заміни кілька років.

Застосування тривало працюючих мастильних матеріалів забезпечує економічний ефект не тільки завдяки економії власне матеріалів, а в наслідок зниження трудових витрат при технічному обслуговуванні машини.

#### *Контрольні запитання*

1. У чому полягає ефективність економії ПММ?
2. У чому суть підходу до раціонального використання ПММ?
3. Які ланки розглядаються при системному підході до раціонального використання ПММ?
4. Які якості ПММ змінюються у процесі їх зберігання і застосування та які наслідки від цього?
5. Як впливає вода на якість ПММ?
6. Як впливають механічні домішки на експлуатаційні властивості ПММ?
7. Що впливає на втрату палива при його зберіганні, транспортуванні та заправці?
8. Що таке мале та велике „дихання” ємностей при зберіганні палива та які його наслідки?
9. Що таке видудання палива та як воно впливає на його втрату?
10. Як впливають колір ємностей і ступень їх заглиблення на втрату палива при його зберіганні?
11. Що впливає на втрату оливи та як зменшити цю втрату?
12. Що впливає на втрату пластичних мастил? Які способи зменшення цієї втрати?

### **4.6 Екологія та охорона навколишнього середовища.**

#### **4.6.1 Токсичність експлуатаційних матеріалів.**

Усі сорти палив та олів малотоксичні речовини четвертого класу небезпеки.

*Сила отруйної дії палива й олів залежить від властивостей продукту, його концентрації та тривалості впливу, а також від шляхів проникнення в*

організм, зовнішніх умов, в яких виконується робота, й індивідуальних особливостей людини.

Паливо та олива можуть потрапити в організм людини крізь дихальні шляхи, шкіру, органи травлення і слизові оболонки очей. Найбільш небезпечно, коли випари палива чи оливи потрапляють крізь дихальні шляхи, оскільки з легень отруйні речовини легко надходять у кров. При цьому отрута потрапляє у велике коло кровообігу, минаючи печінковий бар'єр, і діє у 20 разів швидше.

Розрізняють 2 види отруєння: *гостре*, коли воно розвивається протягом кількох секунд, хвилин або годин після отруєння, та *хронічне*, коли отруєння розвивається внаслідок тривалої систематичної дії на організм людини малих доз отруйної речовини.

Отруєння випарами бензину зустрічається найчастіше. Повітря вважається безпечним для здоров'я при концентрації випарів бензину 0,3 мг/л повітря.

Концентрація випарів бензину більш, як 0,3 мг/л при тривалому диханні може спричинити *хронічне отруєння*, ознаками якого є недокрів'я, головний біль, млявість, стомлюваність, сонливість або безсоння та виснажливість. Слід зазначити, що бензин, потрапивши до шлунку, може зумовити *смертельне отруєння*.

*Токсичність газу та дизельного палива* вища, ніж бензину, але через те, що газ і дизельне паливо випаровуються дуже слабо, випадки гострого отруєння спостерігаються дуже рідко. Гранично допустимою концентрацією випарів газу та дизельного палива вважається 0,3 мг/л.

Токсичність олив проявляється при частковому потрапленні оливи на відкриті ділянки тіла і тривалій роботі в промасленому одязі. Систематичний контакт з оливою може зумовити гостре хронічне захворювання сальних залоз (гасові або масляні чирки, екземи, дерматити, бородавкові нарости, що переходять у рак). До олив, що містять присадки, треба відноситись з більшою обережністю, оскільки токсичність присадок, до складу яких входять сірка, фосфор, хлор, свинець, - висока і ще мало вивчена.

*Отруйність відпрацьованих газів* – загальновідома. Найнебезпечнішим є оксид вуглецю, гранично допустима концентрація якого становить 0,02 мг/л повітря. У зв'язку з цим категорично забороняється обігріватися в кабінах під час роботи двигуна на холостому ході, тому що отруєння відбувається непомітно і призводить до смерті.

*Антифризи* також досить токсичні. Смертельна доза етиленгліколевих рідин становить 20...30г. Тому після роботи з антифризом слід ретельно вимити руки милом, а в разі проникнення рідини в шлунок промити його 2%-ним розчином соди.

#### 4.6.2. Пожежонебезпечність. Електризація палива.

Усі види палива мають здатність не лише займатися від стороннього джерела, а й самозайматися. Так, температура самозаймання суміші дизельного палива з повітрям становить  $480^{\circ}\text{C}$ , гасу  $430^{\circ}\text{C}$ . Чим важча фракція нафтопродукту, тим при нижчій температурі вона здатна самозайматися. В'язкі оливи, наприклад, самозаймаються при температурі  $300^{\circ}\text{C}$ .

Випари палива при змішуванні з повітрям у певному співвідношенні можуть утворювати вибухові суміші, що самозаймаються від іскри чи іншого джерела вогню.

Бензинова суміш з повітрям небезпечна при концентрації бензину 1,1...5,4%, гасова – при концентрації гасу 2...3%. Якщо ж випари бензину будуть більшими або меншими, то такі суміші самозайматися не будуть.

*Бензин небезпечніший від гасу і дизельного палива в холодну погоду, а гас та дизельне паливо – в холодну.*

*Масильні випари* в суміші з повітрям за наявності іскри чи другого відкритого джерела вогню також вибухонебезпечні. Відомо випадки, коли масильні матеріали вибухали в картері двигуна.

В експлуатаційних умовах *найбільшою небезпекою* є порожня тара з-під бензину. Справа в тому, що достатньо в 200 л бочці випариться 10-50 г бензину, щоб утворилась вибухонебезпечна суміш, а така кількість завжди залишається навіть при самому ретельному зливі з бочки бензину. Ось чому забороняється відкручувати пробку сталевий бочки ударами молотка чи підходити до неї з вогнем. Щоб уникнути такої суміші, пробку тари після зливу з неї бензину слід закручувати не щільно, аби в міру випаровування бензину пробку можна було б відкрутити руками.

Ретельна небезпека *утворення вибухонебезпечних концентрацій оливи* в зачиненій ємності виникає при температурі  $100^{\circ}\text{C}$ . Проте за наявності палива в оливі критична температура може бути і нижче  $100^{\circ}\text{C}$ ; тому в картері двигуна, де завжди є паливо, вибухонебезпечна концентрація випарів може утворитися практично при будь-якій температурі.

*Електризація палива* в умовах його експлуатації може спостерігатись у різних випадках:

\*при прокачуванні по рукавах та паливопроводах;

\*при розбризкуванні в повітрі (наприклад, під час зливу, коли струмінь падає з великої висоти і, б'ючись об тверду поверхню, розбризкується);

\*при проходженні крізь пористі та сітчасті переборки (фільтри, капілярні трубки);

\*при пропусканні повітря або газів крізь усю товщину палива;

\*при змішуванні з водою;

\*при підніманні домішок із дна цистерни.

Статична електрика, як відомо, накопичується на зовнішній поверхні ємності і, якщо її не заземлено, то на поверхні ємності може накопичуватися статична електрика з напругою в кілька тисяч і навіть десятки тисяч вольт. Для людини така напруга безпечна, тому що сила струму дуже мала. В пожежному відношенні напруга 300-500 вольт виявляється небезпечною, оскільки при розрядженні іскра може запалити суміш.

Зі збільшенням швидкості та тривалості прокачування палива його електризація зростає, а при збільшенні вологості й температури – спадає.

Бензини електризуються слабкіше, ніж дизельне паливо. Наявність механічних домішок і поплавців в ємності сприяє електризації палива.

Небезпека електризації ефективно усувається введенням у паливо антистатичних присадок.

#### 4.6.3 Охорона навколишнього середовища.

##### 4.6.3. Екологічні вимоги до бензинів.

Відомо, що біля 90% шкідливих речовин, які надходять в атмосферу наших міст приходиться на автомобільний транспорт.

Велику загрозу здоров'ю людини – пари бензинів, кількість яких в атмосфері збільшується з збільшенням об'єму виробництва нафтопродуктів також зростає.

Склад відпрацьованих газів автомобільних двигунів внутрішнього згоряння, млн.<sup>-1</sup>

Показники	Паливо		
	Дизельне	Природний газ	Бензин
Оксид вуглецю	200-400	10-8000	300-50000
Летючі вуглеводні	До 300	До 600	До 10000
Альдегіди	До 20	Сліди	До 40
Оксиди азоту	200-2000	300-800	1000-4000
Сажа, мкг/м <sup>3</sup>	До 0,25	Сліди	До 0,05
Бенз(а)пирен, мкг/м <sup>3</sup>	До 20	До 0,8	До 80
Озоноутворюючий потенціал, мг/миля	До 270	До 50	До 550

Як слід з таблиці, токсичність ВГ і парів бензинів залежить від їх вуглеводного складу і наявності різних присадок і добавок. Тому поліпшення якості бензину може бути досягнуте зміною вуглеводного і хімічного складу



палив. Орієнтирами при розробці та просуванні бензинів з поліпшеними екологічними показниками являються норми Європейських стандартів на бензини EN 228, а також фактичні показники якості європейських палив, які вище норм, що регламентуються міжнародними стандартами.

Проблема підвищення якості бензинів вирішується за рахунок:

\*відмовлення від використання у складі бензинів свинцю;

\*зниження наявності в бензинах сірки до 0,05%, а у перспективі до 0,03%;

\*зниження наявності в бензинах ароматичних вуглеводнів до 45%, а у перспективі до 35%;

\*нормування концентрації фактичних смол в бензинах на місці споживання не більш 5 мг на 100см<sup>3</sup>;

диференціації показників якості та тиску насичених парів згідно сезонним і кліматичним зонам. Це може забезпечити роботу двигунів без утворювання парових пробок до плюс 60<sup>0</sup> С і гарантує високу випарування палива та легкий пуск двигуна при температурах мінус 35<sup>0</sup>С;

\*введення мийних присадок, що не допускають забруднення деталей апаратури.

Дослідження екологічної ефективності використання бензинів показали, що:

при поліпшенні якості бензину до рівня європейського стандарту по утриманню сірки, бензолу і при відсутності свинцю екологічна агресивність відпрацьованих газів знижається на 4%; при використанні МТБЕ агресивність відпрацьованих газів знижається на 3%;

введення мийної присадки сприяє зниженню агресивності та викидів на 5%.

Сумарна знижка агресивності за рахунок усіх заходів від поліпшення якості бензинів становить 12%.

#### **4.6.4. Екологічні вимоги до дизельних палив.**

Основні показники якості, що відповідають за екологічні наслідки викидів автомобільного транспорту в атмосферу являються: масова доля сірки, масова доля ароматичних вуглеводнів, пов'язаних з цетановим числом дизельного палива і фракційний склад, який характеризує границі википання палива.

Вітчизняні дизельні палива за ДСТУ 3868-99 не відповідають Європейським нормам EN-590 за вмістом сірки та мають менше цетанове число.

*Вміст сірки* в дизельному паливі визначає вихід двооксиду сірки з відпрацьованими газами.

Залежність маси викиду двооксиду сірки дизельним двигуном від вмісту сірки у паливі

Вміст сірки в паливі	Маса викиду двооксиду сірки, г/кг
0,2	3,6
0,1	1,8
0,05	0,9

В Європі з 1996 року введено обмеження на вміст сірки у дизельних паливах – не більше 0,05%.

*Вміст ароматичних вуглеводнів.* Для більшості вітчизняних товарних палив вміст ароматичних вуглеводнів складає 23-28%. У зв'язку з екологічними вимогами масова доля ароматичних вуглеводнів повинна бути не більш 10%.

*Фракційний склад.* У нинішній час він встановлен на рівні літнього дизельного палива: для палива з температурою кипіння 50% фракції – не вище 280<sup>0</sup>С, для 96% (кінець перегонки) – не вище 370<sup>0</sup>С; температура займання (у закритому тиглі) не нижче 40<sup>0</sup>С.

Відповідно Європейському стандарту EN-590 передбачено здобуття дизельних палив для різних кліматичних регіонів. Для районів з помірним кліматом випускається 6 марок дизельного палива: А, В, С, D, Е, F з максимальній температурою фільтрованості +5,0,-5,-10, -15 і -20<sup>0</sup>С відповідно. Для районів з холодним кліматом передбачено випуск п'яти класів дизельного палива з наступними низькотемпературними властивостями (таблиця).

Вимоги до низькотемпературних показників дизельних палив для районів з холодним кліматом

Клас	0	1	2	3	4
Температура помутн. <sup>0</sup> С, не вище	-10	-16	-22	-28	-34
Максимальна температура фільтрованості <sup>0</sup> С, не вище	-20	-26	-32	-38	-44

## ЛІТЕРАТУРА.

Використана та рекомендована:

1. Полянський С. К. Експлуатаційні матеріали / С. К. Полянський, В. М. Коваленко. – К.: Либідь, 2003. – 445 с.
2. Васильєва Л. С. Автомобильные эксплуатационные материалы: учебник для вузов / Л. С. Васильева. – М.: Наука – пресс, 2004. – 423 с.
3. Колосюк Д. С. Експлуатаційні матеріали / Д. С. Колосюк, Д. В. Зеркалов. – К.: Арістей, 2006. – 260 с.
4. Колесник В. С. Материаловедение на автомобильном транспорте / В. С. Колесник, В. С. Кланица. – М.: Академия, 2010. – 320 с.
5. Стуканов В. А. Автомобильные эксплуатационные материалы: лабораторный практикум. / В. А. Стуканов – М.: Форум – Инфра, 2011. – 304 с.
6. Кисуленко Б. В. Краткий автомобильный справочник: НИИАТ / Б. В. Кисуленко, НИИАТ. – М.: Автополис-плюс, 2007. – 584 с.
7. Чулков П. В. Моторные топлива: ресурсы, качество, заменители: справочник / П. В. Чулков. – М.: Политехника, 1998. – 409 с.
8. Гнатченко И. И. Автомобильные масла, смазки, присадки. Справочное пособие / И. И. Гнатченко, В. А. Бородин, В. Р. Репников. – М. – С.Пб.: ООО АСТ, ООО Полигон, 2000. – 360 с.
9. Шпак О. Г. Нафта і нафтопродукти / О. Г. Шпак. – К.: Янсон – К., 2000. – 370 с.
10. Методичний посібник для виконання лабораторного практикуму з дисципліни «Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливно-енергетичних ресурсів» галузі знань 0701 «Транспорт і транспортна інфраструктура» для студентів напрямів підготовки: 6.070106 – «Автомобільний транспорт» і 6.070101 – «Транспортні техно-логії (за видами транспорту)» // Електрон. дані. – Горлівка: ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2013. – 1 електрон. опт. диск (CD-R); 12 см. – Систем. вимоги: Pentium; 32 RAM; WINDOWS 98/2000/NT/XP; MS Word 2000. – Назва з титул. екрана. – 73 с.