

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра “Будівельні, колійні та
вантажно-розвантажувальні машини”**

А.М. Кравець, В.Г. Кравець

МОТОРНІ ОЛИВИ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

***"ОСНОВИ НАДІЙНОСТІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ
МАТЕРІАЛИ ДЛЯ БКВРМ"***

Харків 2012

Кравець А.М, Кравець В.Г. Моторні оливи: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – 38 с.

У даному конспекті лекцій наводяться матеріали, що стосуються застосування моторних оливо у двигунах колійної, будівельної та іншої техніки. Проаналізовані умови роботи моторних оливо і узагальнені вимоги до їх якості. Наведена детальна інформація про основні фізико-хімічні властивості моторних оливо та про їх вплив на роботу двигунів внутрішнього згоряння. Викладені основні принципи класифікації та маркування оливо згідно з ГОСТ 17479.1. Подана інформація про найрозповсюдженіші закордонні стандарти, що регламентують класифікацію моторних оливо, і наведено їх зв'язок із вітчизняними стандартами. Наведені відомості про основні марки моторних оливо, які зараз застосовуються для двигунів колійних і будівельних машин. Розкриті питання зміни якості оливо у процесі їх експлуатації та порядку бракування за основними експлуатаційними показниками.

Рекомендується для студентів спеціальності 7.090214 - "Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні, машини і обладнання", що вивчають курс "Основи надійності та експлуатаційні матеріали для БКВРМ" усіх форм навчання.

Табл. 8, бібліогр.: 11 назв.

Конспект лекцій розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Будівельні колійні та вантажно-розвантажувальні машини" 4 жовтня 2010 р., протокол № 1.

Рецензент

доц. А.В. Євтушенко

А.М. Кравець, В.Г. Кравець

МОТОРНІ ОЛИВИ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

*"ОСНОВИ НАДІЙНОСТІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ
МАТЕРІАЛИ ДЛЯ БКВРМ"*

Відповідальний за випуск Кравець А.М.

Редактор Еткало О.О.

Підписано до друку 14.10.10 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,75. Тираж 100. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту
61050, Харків - 50, майдан Фейербаха, 7

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра "Будівельні колійні та вантажно-
розвантажувальні машини"**

А.М. Кравець, В.Г. Кравець

МОТОРНІ ОЛИВИ

Конспект лекцій

з дисципліни

***"ОСНОВИ НАДІЙНОСТІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ
МАТЕРІАЛИ ДЛЯ БКВРМ"***

Харків 2010

Кравець А.М, Кравець В.Г. Моторні оливи: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 38 с.

У даному конспекті лекцій наводяться матеріали, що стосуються застосування моторних олив у двигунах колійної, будівельної та іншої техніки. Проаналізовані умови роботи моторних олив і узагальнені вимоги до їх якості. Наведена детальна інформація про основні фізико-хімічні властивості моторних олив та про їх вплив на роботу двигунів внутрішнього згорання. Викладені основні принципи класифікації та маркування олив згідно з ГОСТ 17479.1. Подана інформація про найрозповсюдженіші закордонні стандарти, що регламентують класифікацію моторних олив, і наведено їх зв'язок із вітчизняними стандартами. Наведені відомості про основні марки моторних олив, які зараз застосовуються для двигунів колійних і будівельних машин. Розкриті питання зміни якості олив у процесі їх експлуатації та порядку бракування за основними експлуатаційними показниками.

Рекомендується для студентів спеціальності 7.090214 - "Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні, машини і обладнання", що вивчають курс "Основи надійності та експлуатаційні матеріали для БКВРМ" усіх форм навчання.

Табл. 8, бібліогр.: 11 назв.

Конспект лекцій розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Будівельні колійні та вантажно-розвантажувальні машини" 4 жовтня 2010 р., протокол № 1.

Рецензент

доц. А.В. Євтушенко

Моторні оливи: умови роботи і функції

Моторні оливи використовують для змащування вузлів тертя двигунів внутрішнього згоряння з метою зменшення зносу і зниження втрат на роботу тертя, шляхом утворення на поверхнях пар тертя міцної оливної плівки. Крім того, моторні оливи повинні забезпечувати:

- ущільнення зазорів у сполученнях працюючого двигуна і в першу чергу деталей циліндропоршневої групи;

- ефективне відведення тепла від поверхонь деталей тертя, видалення із зон тертя продуктів зносу й інших сторонніх речовин;

- надійний захист робочих поверхонь деталей двигуна від корозійної дії продуктів окислення оливи і згоряння палива;

- запобігання утворенню всіх видів відкладень (нагар, лаки, зольні відкладення, шлами) на деталях двигуна при його роботі на різних режимах;

- високу стабільність при окисленні, механічній дії й обводненні, тобто збереження первинних властивостей як в різноманітних умовах застосування, так і при тривалому зберіганні;

- малу витрату оливи при роботі двигуна;

- великий термін служби оливи до заміни без шкоди для надійної роботи двигуна.

Умови роботи моторних олив суттєво розрізняються в різних вузлах тертя навіть одного двигуна. Але у будь-якому випадку можна сказати, що умови роботи моторних олив надто жорсткі. При виконанні своїх функцій олівам доводиться контактувати з вузлами тертя, що мають досить високу температуру (робоча температура оливи в картері двигуна $80\div 100^{\circ}\text{C}$, температура підшипників колінчастого вала досягає 150°C , температура першої поршневої канавки – $270\div 330^{\circ}\text{C}$, температура газів, що прориваються в картер з камери згоряння, складає $150\div 450^{\circ}\text{C}$ для карбюраторних двигунів і $500\div 700^{\circ}\text{C}$ – для дизелів). Також важливим чинником є тиск у деяких вузлах тертя: між поршневими кільцями і стінкою циліндра виникає тиск $0,2\div 2$ МПа; у зоні тертя вкладиші підшипників-шийка

колінчастого вала – 20÷30 МПа; у механізмі газорозподілу між кулачком і штовхачем – 500÷700 МПа, а іноді і 1200÷1700 МПа. Також важливим чинником є те, що навантаження, які діють на деталі, змащені моторними оливами, часто є знакозмінними. Двигуни внутрішнього згоряння працюють при широкому діапазоні температур навколишнього повітря, що не може не чинити вплив на режими роботи моторних олив.

Вказані вище особливості є причиною того, що у двигуні одночасно, в різних парах тертя, реалізуються різні режими змащування. Підшипники колінчастого вала, поршневі кільця в сполученні з циліндром працюють переважно в умовах гідродинамічного змащування. Зубчаті колеса привода агрегатів, оливних насосів і деталі механізму привода клапанів працюють в умовах еластогідродинамічного змащування. Поблизу мертвих точок рідинне тертя поршневих кілець по стіні циліндра переходить у граничне. Характерне також і те, що в процесі роботи в деяких вузлах різні режими змащування можуть змінити один одного з великою частотою (поршневе кільце-гільза циліндра), а в деяких парах тертя є привалюючий режим змащування (штовхач-кулачок – граничний режим), а інший режим виявляється лише в перехідних режимах (вал-підшипник – гідродинамічний).

Для того, щоб забезпечувати нормальну роботу двигунів при різних режимах, моторні оливи повинні мати ряд властивостей:

- при всіх режимах роботи двигуна безперебійно надходити до поверхонь тертя й охолодження;
- мати високу теплопровідність, мінімальну схильність до утворення різних відкладень, високу електропровідність;
- у всьому діапазоні робочих температур мати високі антифрикційні, протизношувальні, антикорозійні, антипінні, миюче-диспергуючі та протизадирні властивості.

Головні показники якості моторних олив

Загальними тенденціями розвитку двигунобудування є: збільшення співвідношення потужності до об'єму двигуна, підвищення економічності і надійності, поліпшення пускових

властивостей, зменшення масогабаритних показників. Успішність вирішення названих питань багато в чому залежить від якості моторних олив, яка визначається такими параметрами, як: в'язкість та її залежність від температури, антикорозійні та протизадирні властивості, миюче-диспергуюча здатність, наявність домішок різного характеру та ін.

В'язкість (внутрішнє тертя) – це опір, який створюють частинки рідини їх взаємному переміщенню під дією зовнішньої сили. Від цього параметра залежать легкість пуску двигуна при мінусових температурах, якість ущільнення робочих зазорів, втрата потужності на тертя та зношування (від в'язкості оливи залежить товщина захисної плівки, яка утворюється на поверхнях тертя), прокачуваність оливи, кількість осадів, що утворюються в картері двигуна, тощо. Недостатня в'язкість оливи приводить до підвищення тертя, нагріву і посиленого зносу пар тертя, оскільки захисна оливна плівка має досить незначну товщину і не забезпечує надійного захисту поверхонь тертя від взаємного контакту. Надмірно висока в'язкість оливи приводить до втрат потужності на подолання внутрішнього тертя, а як наслідок, до зниження ККД всього двигуна.

Для оцінювання в'язкості моторних олив застосовується два показники якості: динамічна в'язкість та кінематична в'язкість, але кінематична в'язкість є одним з основних експлуатаційних показників усіх видів моторних, трансмісійних, індустріальних та інших видів олив.

Динамічна в'язкість – це сила опору, що виникає при взаємному відносному переміщенні шарів рідини з певною швидкістю. Ще динамічну в'язкість називають коефіцієнтом внутрішнього тертя. Позначається вона, як правило, буквою η і вимірюється в ньютон-секундах на квадратний метр $[\text{Н} \cdot \text{с} / \text{м}^2] = [\text{Па} \cdot \text{с}]$.

Кінематична в'язкість ν це питомий коефіцієнт внутрішнього тертя, який визначається через відношення динамічної в'язкості дизельного палива до його густини ρ , тобто $\nu = \frac{\eta}{\rho}$. Саме кінематичну в'язкість частіше застосовують у гідродинамічних розрахунках, пов'язаних із конструюванням вузлів тертя і вибором для них олив. У нормативно-технічній документації кінематична в'язкість вимірюється в квадратних

міліметрах на секунду [мм²/с] рідше у сантистоксах [сСт] ([1 мм²/с] = [10⁻⁶ м²/с] = [1 сСт]). Закордонні виробники олив застосовують інші одиниці вимірювання в'язкості: у Великобританії – секунди Редвуда [RS], в Європі – градуси Енглера [°Е], у США – універсальні секунди Сейболта [SUS] (5 сСт = 42 SUS = 1,4 °Е = 39 RS).

Визначають кінематичну в'язкість моторних олив за ДСТУ ГОСТ 33 за допомогою капілярних віскозиметрів типу ВПЖ-2 або ВПЖ-4 (віскозиметр Пінкевича). Динамічна в'язкість визначається згідно з ГОСТ 1929 на ротаційному віскозиметрі.

Для моторних олив досить важливою є залежність в'язкості від температури.

В'язкісно-температурні властивості. В'язкість моторних олив зростає при зниженні температури. Найбільш цінні ті оливи, у яких зміна в'язкості зі зміною температури протікає плавно, і які мають так звану пологу криву в'язкості ($v = f(t)$).

Ступінь зміни в'язкості моторної оливи при зміні температури може характеризуватися відношенням її кінематичної в'язкості при 50°C до кінематичної в'язкості при температурі 100°C. Чим менше це відношення, тим краще в'язкісно-температурні властивості оливи.

Також залежність в'язкості оливи від температури може виражатися *індексом в'язкості*. Індекс в'язкості (ІВ) визначається розрахунковим шляхом. Для цього досліджувану оливу порівнюють з двома еталонними оливами, одна з яких має ІВ = 100 і пологу криву в'язкості, а друга має ІВ = 0 і круту криву. Для розрахунку ІВ визначають в'язкість досліджуваної оливи при 37,8°C (100°F) і 98,9°C (210°F) і за допомогою таблиць наведених у ДСТУ ГОСТ 25371:2006 ((ИСО 2909-81) "Нафтопродукти. Розрахунок індексу в'язкості за кінематичною в'язкістю") проводять розрахунок ІВ за формулою

$$IB = \frac{v - v_1}{v - v_2} \cdot 100, \quad (1)$$

де v – в'язкість при температурі 37,8°C еталонної оливи, яка має ІВ = 0 і таку ж кінематичну в'язкість, що і випробовувана олива при 98,9°C;

- ν_1 – в'язкість випробовуваної оливи при температурі 37,8°C;
 ν_2 – в'язкість при температурі 37,8°C еталонної оливи, яка має $IV = 100$ і таку ж кінематичну в'язкість, що і випробовувана олива при 98,9°C.

Чим вище індекс в'язкості, тим більш полого проходить в'язкісно-температурна крива оливи. Для "згладжування" цієї кривої в оливи додають:

- загущуючі присадки, тобто загущують оливу в зоні високих температур (поліізобутилени КП-5, КП-10, КП-20 і поліметакрилати В-1 і В-2 та ін.);

- депресатори, які знижують в'язкість у зоні низьких температур (поліметакрилат Д, АзНІІ-ЦІАТІМ-1, АФК та ін.).

При виготовленні моторних олив для корегування їх в'язкісно-температурних властивостей переважним є спосіб їх загушення в зоні високих температур. Схема роботи в'язкісно-загущуючої присадки полягає в такому: при низьких температурах молекула полімеру зменшується в об'ємі (розмірах) і, таким чином, не чинить ніякого впливу на кінематичну в'язкість оливи. При підвищенні температури оливи молекула полімеру починає збільшуватися в об'ємі і сприяє тому, що в'язкість знижується у меншій мірі, ніж це було б без такої присадки.

На в'язкість оливи також впливає тиск у системі мащення. З підвищенням тиску в'язкість оливи зростає згідно із залежністю

$$\eta_P = \eta_0 \cdot e^{\alpha \cdot P}, \quad (2)$$

де η_P – динамічна в'язкість оливи при тиску P (МПа), Па·с;

η_0 – динамічна в'язкість оливи при атмосферному тиску, Па·с;

α – п'єзоефіцієнт в'язкості.

Головною низькотемпературною характеристикою для моторних олив є **температура застигання** – це температура, при якій налита в пробірку олива загусає настільки, що рівень її залишається нерухомим протягом однієї хвилини при нахилі пробірки на 45°. Цей показник характеризує мінімальні температурні можливості застосування оливи.

До *високотемпературних* властивостей моторних олив відносяться:

- *температура спалаху* – це найменша температура, при якій пари оливи утворюють з повітрям горючу суміш, що спалахує при піднесенні до неї полум'я. Визначається ця температура для моторної оливи у відкритому тиглі. Температура спалаху до певної міри характеризує вогнебезпечність оливи. У даний час температура спалаху є нормованим показником мастильних олив, рідкого палива й інших нафтопродуктів. По ній можна орієнтовно судити про наявність у складі нафтопродукту вуглеводнів і домішок компонентів, що легко випаровуються. Висококиплячі вуглеводні підвищують температуру спалаху. При потраплянні низькокиплячих фракцій у мастильну оливу її температура спалаху значно знижується, олива розріджується, збільшується її витрата. Наприклад, присутність в оливі 6 % палива знижує температуру спалаху майже у два рази;

- *температура займання* – це найменша температура, при якій олива займається при піднесенні до неї відкритого джерела полум'я;

- *температура самозаймання* – це найменша температура, при якій олива займається без відкритого джерела вогню.

Термоокислювальна стабільність – це властивість, яка характеризує здатність моторної оливи протистояти погіршенню якості при нагріванні до високої температури. Головним чином погіршення властивостей полягає в окисленні оливи. Відповідним очищенням базових олив від небажаних з'єднань, наявних у сировині, використанням синтетичних базових компонентів, а також введенням ефективних антиокислювальних присадок можна значно загальмувати процеси окислення оливи, які приводять до зростання її в'язкості і корозійності, схильності до утворення відкладень, забруднення оливних фільтрів та інших несприятливих наслідків (утруднення холодного пуску, погіршення прокачуваності оливи).

Для підвищення стійкості олив до окислення в них додають антиокислювальні присадки (інгібітори окислення). Принцип їх дії полягає в хімічній реакції при високих температурах з продуктами, що викликають окислення оливи. Найкращий антиокислювальний ефект досягається при введенні в оливу

присадки, що мають різні механізми дії. Як антиокислювальні присадок до моторних олив застосовують діалкіл- і діарилдитіофосфати цинку, які поліпшують також антикорозійні і протизносні властивості. Їх часто комбінують один з одним і з беззольними антиокислювачами. До числа останніх відносять просторово утруднені феноли, ароматичні аміни, беззольні дитіофосфати та ін. Досить енергійними антиокислювачами є деякі миюче-диспергуючі присадки, зокрема алкілсаліцилатні та алкілфенольні.

Лужне число характеризує вміст в оливі речовин, що мають лужні властивості. Визначає цей параметр здатність оливи до нейтралізації кислот, які приводять до корозійного зношування поверхонь тертя, тобто він є показником антикорозійних властивостей.

Лужне число вказує на кількість присадок, які додаються до базової оливи з метою покращення її властивостей. У першу чергу присадки необхідні для нейтралізації кислот, що утворюються в оливі в процесі роботи.

Це число визначається за допомогою зворотного потенціометричного титрування розчину оливи. Тобто в розчин вводять надлишок соляної кислоти, а потім додають луг, поки вольтметр не покаже стрибок напруги. Кількість лугу, необхідна для цього стрибка напруги, обумовлює значення лужного числа.

При роботі на паливах з підвищеним або високим вмістом сірки, а також в умовах, сприяючих утворенню азотної кислоти з продуктів згоряння (газові двигуни, дизелі з високим наддуванням), найважливішою характеристикою здатності оливи запобігати корозійному зношуванню поршневих кілець і циліндрів є його нейтралізуюча здатність, показником якої в нормативній документації служить лужне число. Для поліпшення антикорозійних властивостей в оливи вводять присадки: ВНІНП-360, ЦИАТІМ-239.

Миюче-диспергуючі властивості характеризують спроможність оливи забезпечувати необхідну чистоту деталей двигуна, підтримувати продукти окислення та забруднення у зваженому стані. Під *миючим* ефектом розуміють здатність олив перешкоджати налипанню забруднюючих домішок на поверхні деталей двигуна. Під *диспергуючою* здатністю розуміють властивість

олив перешкоджати укрупненню частинок забруднюючих домішок і утримувати їх у стані стійкої суспензії.

Чим краще миюче-диспергуючі властивості оливи, тим більше нерозчинних речовин – продуктів старіння може утримуватися в працюючій оливі без випадіння в осад, тим менше лакоподібних відкладень і нагару утворюється на гарячих деталях, тим вище може бути допустима температура деталей (ступінь форсування двигуна).

У композиціях моторних олив як миючі присадки використовують сицелати, сульфонати, алкілфеноляти, алкілсалицилати і фосфонати кальцію або магнію і рідше (з екологічних міркувань) барію, а також раціональні поєднання цих зольних присадок одна з одною і з беззольними дисперсантами-присадками, що знижують, головним чином, схильність оливи до утворення низькотемпературних відкладень і швидкість забруднення фільтрів тонкого очищення оливи. Модифіковані термостійкі беззольні дисперсанти сприяють зменшенню лако- і нагароутворення на поршнях.

Миючі властивості моторних олив у лабораторних умовах визначають на модельній установці ПЗВ, яка є малорозмірним одноциліндровим двигуном з електроприводом і електронагрівачами. Стендові моторні випробування для оцінки миючих властивостей проводять або в повнорозмірних двигунах, або в одноциліндрових моторних установках за стандартними методиками. Критеріями оцінки миючих властивостей служить чистота поршня, оливних фільтрів, роторів центрифуг, рухомість поршневих кілець.

Протизносні і протизадирні властивості моторної оливи характеризують її здатність знижувати знос поверхонь деталей тертя двигуна й оберігати пари тертя від заїдання. Залежать ці властивості від хімічного складу і полярності базової оливи, складу композиції присадок і в'язкісно-температурної характеристики оливи з присадками, яка в основному зумовлює температурні межі її застосування (захист деталей від зносу при пуску двигуна при максимальних навантаженнях і температурах навколишнього середовища).

Множинність чинників, що впливають на знос деталей двигунів, принципові відмінності режимів тертя і зношування

вузлів утруднюють оптимізацію протизносних властивостей моторних оливо.

Додання оливі достатньої нейтралізуючої здатності і введення в її склад дитіофосфатів цинку часто виявляється достатнім для запобігання корозійно-механічному зношуванню і модифікації поверхонь деталей важко навантажених сполучень щоб уникнути задирів або втомного викришування. Проте тенденція до застосування малов'язких оливо для досягнення економії палива й обмеження надходження оливи до верхньої частини циліндра для зменшення витрати на чад вимагають поліпшення протизносних властивостей оливо при граничному змащуванні. Це досягається введенням спеціальних протизносних присадок, що містять сірку, фосфор, галогени, бор, а також введенням беззольних дисперсантів, що містять протизносні фрагменти.

Значний вплив на знос чинить наявність в оливі абразивних забруднень. Їх наявність у свіжій оливі не допускається, а олива, що працює у двигуні, повинна піддаватися очищенню у фільтрах, центрифугах, сепараторах. Зменшенню шкідливої дії абразивних частинок сприяють високі диспергуючі властивості оливи.

Антифрикційні властивості характеризують здатність моторних оливо знижувати механічні втрати у двигуні за рахунок зменшення втрат на тертя в сполученнях деталей. Найбільш відомі присадки, що застосовуються для покращення цих властивостей: дисульфід молібдену (MoS_2), ПАФ-4 та "Фріктол".

Антифрикційні, протизносні і протизадирні властивості оливо визначаються на чотирикульковій машині тертя за методикою, прописаною у ГОСТ 9490 [2]. Ці показники нормовані стандартами і технічними умовами на більшість моторних оливо для контролю процесу виробництва. Проте безпосередній зв'язок між оцінкою протизносних і протизадирних властивостей на машині тертя і фактичними протизносними властивостями моторних оливо у реальних умовах застосування встановити не завжди можливо. При моторних випробуваннях протизносні властивості оливо оцінюють за втратою маси поршневих кілець, задиром або пітингом кулачків і штовхачів, лінійним зносом цих деталей і циліндрів, станом поверхонь тертя.

Антикорозійні властивості моторних оливо залежать від складу базових компонентів, концентрації та ефективності

антикорозійних, антиокислювальних присадок і деактиваторів металів. У процесі старіння корозійність моторних олив зростає. Більш схильні до збільшення корозійності оливи з малосірчистих нафт з високим вмістом парафінових вуглеводнів, які створюють у процесах окислення агресивні органічні кислоти, які взаємодіють з кольоровими металами і їх сплавами.

Антикорозійні присадки захищають антифрикційні матеріали (свинцеву бронзу), утворюючи на їх поверхні міцну захисну плівку. Антиокислювачі перешкоджають утворенню агресивних кислот. Іноді необхідно вводити в моторні оливи присадки-деактиватори, які створюють з'єднання з міддю, що оберігають поверхню від корозійного руйнування.

Антикорозійні присадки типу дитіофосфатів цинку, що використовуються в більшості моторних олив, не захищають від корозії сплави на основі срібла і фосфорну бронзу, а при високій температурі активно сприяють їх корозії. У двигунах, у яких використовують такі антифрикційні матеріали, необхідно використовувати спеціальні оливи, що не містять дитіофосфатів цинку.

У лабораторних умовах антикорозійні властивості моторних олив оцінюють за методом ГОСТ 20502–75 за втратою маси свинцевих пластин за 10 або 25 год випробування при температурі 140°C. При моторних випробуваннях антикорозійні властивості олив оцінюють за втратою маси вкладишів шатунних підшипників повнорозмірних двигунів або одноциліндрових установок, а також за станом їх поверхонь тертя (колір, натирання, сліди корозії).

Вміст механічних домішок і води. До механічних домішок відносяться сторонні тіла (пил, пісок, іржа, продукти зносу), які знаходяться в оливі у зваженому стані або в осаді і затримуються на фільтрі при фільтруванні в розчині бензину або бензолу. Усі оливи без присадок виготовляють з відсутністю механічних домішок, а в оливах з присадками допускається їх наявність на рівні не більше 0,015% (ці домішки не є абразивними). В умовах експлуатації вміст механічних домішок у моторних оливах допускається в незначній кількості.

Вода в моторних оливах, як правило, повинна бути відсутня, оскільки вона, так само як і механічні домішки, є

стороннім тілом. Наявність води погіршує мастильні властивості моторної оливи, викликає корозію металевих частин, з якими вона контактує. Особливо небезпечна наявність води в оливі в зимовий час. Випадаючи у вигляді дрібних кристалів криги, вода забиває фільтри, викликає закупорку оливопроводів, сприяє утворенню осадів. Свіжа олива і вода не змішуються між собою, але за наявності в оливі сажі і продуктів зносу вода, змішуючись з ними, може утворити мазеподібні емульсії, які потім випадають в осад. Вода також може погіршити ефективність дії присадок, які під її впливом гідролізуються і вимиваються.

Коксованість називають схильність моторної оливи під впливом високих температур розкладатися з утворенням твердих осадів (коксу). Коксованість залежить від хімічного складу оливи і ступеня її очищення. За коксованістю непрямим чином іноді судять про схильність оливи до створення відкладень і нагароутворення. За наявності в оливі присадки коксованість може зрости в порівнянні з базовою оливою, але, не дивлячись на це, властивості оливи від цього не погіршуються. Тому коксованість втрачає своє значення, коли в оливі знаходиться присадка.

Зольність – це показник, що характеризує наявність у моторній оливі компонентів, що не згорають. Зола, що утворюється при згорянні оливи, є тими мінеральними речовинами, які знаходяться в оливі в розчиненому і зваженому стані головним чином у вигляді солей нафтових кислот. Чим краще очищено оливу, тим менша її зольність. Зольність різко зростає з введенням в оливу присадки, оскільки до складу присадки входять металоорганічні сполуки, частина яких після згорання оливи залишається в золі.

Протипінні властивості. Утворенню піни в оливі сприяють: інтенсивне перемішування оливи з повітрям унаслідок обертання деталей КШМ двигуна, наявність в оливі води і стабілізуючих піну речовин – продуктів окислення оливи. Інтенсивне піноутворення порушує нормальні процеси змащування деталей двигуна.

Для боротьби з утворенням піни у моторні оливи додають речовини, які мають властивість піногасіння, так звані протипінні присадки. Найбільш поширена присадка – поліметалсилікосан ПМС-200А.

Класифікація і маркування моторних олів

У вітчизняній системі класифікація та позначення моторних олів регламентуються ГОСТ 17479.1-85 ("Масла моторные. Классификация и обозначение"). Згідно з цим стандартом моторні оливи класифікуються за двома ознаками, які і складають основу їх маркування:

- класом в'язкості – залежно від кінематичної в'язкості;
- групою експлуатаційних властивостей – залежно від галузі застосування.

Залежно від кінематичної в'язкості (таблиця 1) моторні оливи підрозділяються:

- на зимові – 4 класи;
- літні – 8 класів;
- всесезонні – 10 класів.

Таблиця 1 – Класи в'язкості моторних олів

Клас в'язкості	Кінематична в'язкість, мм ² /с, при температурі	
	100°С	-18°С, не більше
3з	Не менше 3,8	1250
4з	Не менше 4,1	2600
5з	Не менше 5,6	6000
6з	Не менше 5,6	10400
6	5,6÷7,0	-
8	7,0÷9,3	-
10	9,3÷11,5	-
12	11,5÷12,5	-
14	12,5÷14,5	-
16	14,5÷16,3	-
20	16,3÷21,9	-
24	21,9÷26,1	-
3з/8	7,0÷9,3	1250
4з/6	5,6÷7,0	2600
4з/8	7,0÷9,3	2600
4з/10	9,3÷11,5	2600
5з/10	9,3÷11,5	6000
5з/12	11,5÷12,5	6000
5з/14	12,5÷14,5	6000
6з/10	9,3÷11,5	10400
6з/14	12,5÷14,5	10400
6з/16	14,5÷16,3	10400

Клас в'язкості літніх моторних олив позначається одним числом, а зимові класи мають у своєму позначенні крім числа ще і букву "з". Дробові позначення класу в'язкості означають, що олива є всесезонною: у чисельнику вказана приналежність до одного із зимових класів, а в знаменнику до одного із літніх класів.

Нижній інтервал температур класів в'язкості моторних олив, призначених для зимового використання, нормується при температурі -18°C , що дорівнює нулю американської шкали температур Фаренгейта.

За експлуатаційними властивостями моторні оливи підрозділяються на шість груп (таблиця 2), п'ять з яких підрозділяються на підгрупи – окремо для бензинових та дизельних двигунів. Оливи різних груп відрізняються концентрацією та ефективністю дії введених присадок.

Таблиця 2 – Групи експлуатаційних властивостей моторних олив

Група		Рекомендована галузь застосування
А		Нефорсовані бензинові і дизельні двигуни
Б	Б ₁	Малофорсовані бензинові двигуни, що працюють в умовах, які сприяють утворенню високотемпературних відкладень і корозії підшипників
	Б ₂	Малофорсовані дизелі
В	В ₁	Середньофорсовані бензинові двигуни, що працюють в умовах, які сприяють окисленню оливи та утворенню всіх видів відкладень
	В ₂	Середньофорсовані дизелі, що висувають підвищені вимоги до антикорозійних та протизношувальних властивостей олив і схильності до утворення високотемпературних відкладень
Г	Г ₁	Високофорсовані бензинові двигуни, що працюють у важких експлуатаційних умовах, які сприяють окисленню оливи, утворенню всіх видів відкладень, корозії та іржавінню
	Г ₂	Високофорсовані дизелі без наддування або з помірним наддуванням, що працюють в експлуатаційних умовах, які сприяють утворенню високотемпературних відкладень
Д	Д ₁	Високофорсовані бензинові двигуни, що працюють в експлуатаційних умовах, більш важких, ніж для олив групи Г ₁
	Д ₂	Високофорсовані дизелі з наддуванням, що працюють у важких експлуатаційних умовах або коли застосовуване паливо вимагає застосування олив із високою нейтралізуючою здатністю, антикорозійними і протизношувальними властивостями, низькою схильністю до утворення всіх видів відкладень
Е	Е ₁	Високофорсовані бензинові двигуни і дизелі, що працюють в експлуатаційних умовах більш важких, ніж для олив груп Д ₁ і Д ₂ . Відрізняються підвищеною диспергуючою здатністю, кращими протизношувальними властивостями
	Е ₂	

Універсальні оливи, призначені для використання як в дизелях, так і в карбюраторних двигунах одного рівня форсування, індексу в позначенні не мають. Універсальні моторні оливи, що належать до різних груп, повинні мати подвійне позначення, в якому перше характеризує якість оливи при застосуванні у дизельних двигунах, а друге – у бензинових двигунах.

Позначення (маркування) моторних олив згідно з ГОСТ 17479.1 обов'язково включає три групи символів: на першому місці ставиться буква "М", яка означає, що це олива моторна, через дефіс ставиться позначення класу в'язкості (таблиця 1) і далі через дефіс позначення групи експлуатаційних властивостей (таблиця 2). У маркування моторних олив можуть входити й інші індекси, які позначають наявність у складі оливи спеціальних добавок або те, що олива має поліпшену якість і призначена для особливих умов застосування.

Приклади позначення моторних олив згідно з ГОСТ 17479.1:

М-8-Г₁,

де **М** – олива моторна;
8 – літня олива класу в'язкості 8;
Г₁ – для високофорсованих бензинових двигунів.

М-6з/10-В,

де **М** – олива моторна;
6з/10 – всесезонна олива зимового класу в'язкості 6 та літнього класу в'язкості 10;
В – універсальна олива для середньофорсованих дизельних і бензинових двигунів.

М-4з/8-В₂Г₁,

де **М** – олива моторна;
4з/8 – всесезонна олива зимового класу в'язкості 4 та літнього класу в'язкості 8;
В₂Г₁ – універсальна олива для середньофорсованих дизелів і високофорсованих бензинових двигунів.

М-14-Г₂ (цс),

де **М** – олива моторна;
14 – літня олива класу в'язкості 14;
Г₂ – олива для високофорсованих дизелів без наддування або з помірним наддуванням;
цс – індекс, який уточнює конкретну галузь застосування – циркуляційна судова олива.

М-14-Д (цл20),

де **М** – олива моторна;
14 – літня олива класу в'язкості 14;
Д – олива для високофорсованих дизелів, що працюють у важких умовах експлуатації;
цл – олива застосовується у циркуляційних і лубрикаторних системах змащування;
20 – олива має лужне число близько 20 мгКОН/г.

Закордонні класифікатори моторних олив і їх відповідність вітчизняним стандартам

Нерідко виникає необхідність вирішення питань взаємозамінності вітчизняних і зарубіжних моторних олив, наприклад, коли необхідно вибрати вітчизняну оливу для імпортової техніки або зарубіжну оливу для двигунів вітчизняного виробництва, що експортуються за кордон.

Загальноприйнятою в міжнародному масштабі стала класифікація моторних олив за в'язкістю Товариства автомобільних інженерів США – SAE J300. Рівень експлуатаційних властивостей і галузь застосування закордонні виробники моторних олив у більшості випадків вказують за класифікацією Американського інституту нафти – API. Експлуатаційні характеристики моторних олив також можуть позначатися за стандартом ACEA (Асоціація європейських виробників автомобілів), яка у 1996 р. замінила CCMC (Комітет виробників автомобілів Загального ринку).

Класифікація моторних олив за в'язкістю, встановлена в стандарті SAE J300 DEC 99, введена в дію з серпня 2001 р. (таблиця 3). Дана класифікація містить 11 класів: 6 зимових (позначаються буквою "w" – winter, зима) і 5 літніх. Всесезонні оливи мають подвійне позначення через дефіс, причому першим вказується зимовий (з індексом w) клас, а другим – літній, наприклад SAE 5w-40, SAE 10w-30 тощо.

Таблиця 3 – Класифікація моторних олив за в'язкістю SAE J300 DEC 99

Клас в'язкості	Низькотемпературна (динамічна) в'язкість		Високотемпературна в'язкість		
	Провертання ¹⁾	Прокачуваність ²⁾	Кінематична ³⁾ при 100°C, мм ² /с		Динамічна ⁴⁾ при 150°C і швидкості зсуву 10 ⁶ с ⁻¹ , МПа·с, не менше
			min	max	
0w	6200 (-35°C)	60000 (-40°C)	3,8	-	-
5w	6600 (-30°C)	60000 (-35°C)	3,8	-	-
10w	7000 (-25°C)	60000 (-30°C)	4,1	-	-
15w	7000 (-20°C)	60000 (-25°C)	5,6	-	-
20w	9500 (-15°C)	60000 (-20°C)	5,6	-	-
25w	13000 (-10°C)	60000 (-15°C)	9,3	-	-
20	-	-	5,6	9,3	2,6
30	-	-	9,3	12,5	2,9
40	-	-	12,5	16,3	2,9*
40	-	-	12,5	16,3	3,7**
50	-	-	16,3	21,9	3,7
60	-	-	21,9	26,1	3,7

¹⁾ За методом ASTM D 5293 (віскозиметр CCS, імітація холодного пуску).
²⁾ За методом ASTM D 4684 (міні-ротаційний віскозиметр MRV).
³⁾ За методом ASTM D 445 на скляному капілярному віскозиметрі.
⁴⁾ За методом ASTM D 4683 або CEC L-36-A-90, на конічному імітаторі підшипника.
* Для класів SAE 0w-40, 5w-40, 10w-40.
** Для класів SAE 40, 15w-40, 20w-40, 25w-40

Зимові оливи характеризують два максимальні значення низькотемпературної (динамічної) в'язкості і нижню межу кінематичної в'язкості при 100°C. Літні оливи характеризують межі кінематичної в'язкості при 100°C, а також мінімальне

значення динамічної високотемпературної в'язкості (при 150°C) і градієнті швидкості зсуву 106 с⁻¹. Число у марці оливи згідно зі стандартом SAE J300 означає її в'язкість в універсальних секундах Сейболта поділене на 2, при 98,9°C (210°F) для літньої оливи і при -17,8°C (0°F) – для зимової.

У класифікації SAE чим менша цифра перед буквою "w", тим менша в'язкість оливи при низькій температурі і відповідно легше холодний пуск двигуна. Чим більша цифра, що стоїть після дефіса, тим більша в'язкість оливи при високій температурі і надійніше змазування двигуна в літню жару. Класи в'язкості SAE в більшості випадків мають більш широкі діапазони кінематичної в'язкості при 100°C, ніж класи в'язкості за ГОСТ 17479.1. З цієї причини одному класу SAE можуть відповідати два суміжні класи за ГОСТ 17479.1. Орієнтовна відповідність класів в'язкості олив за ГОСТ 17479.1 та за стандартом SAE наведена у таблиці 4.

Таблиця 4 – Відповідність класів в'язкості моторних олив за ГОСТ 17479.1-85 і класифікацією SAE

ГОСТ 17479.1	SAE	ГОСТ 17479.1	SAE
3з	5W	3з/8	5W-20
4з	10W	4з/6	10W-20
5з	15W	4з/8	10W-20
6з	20W	4з/10	10W-30
6	20	5з/10	15W-30
8	20	5з/12	15W-30
10	30	5з/12	15W-40
12	30	6з/10	20W-30
14	40	6з/14	20W-40
16	40	6з/16	20W-40
20	50		
24	60		

Класифікація API виділяє три експлуатаційні категорії моторних олив: "S" (Service) – оливи для чотиритактних бензинових двигунів; "C" (Commercial) – оливи для дизельних двигунів автомобільного транспорту, позашляхової будівельної та сільськогосподарської техніки; "EC" (Energy Conserving) – енергозберігаючі оливи – новий ряд високоякісних олив, що

складається з малов'язких, легкотекучих оливо, що зменшують витрату палива за результатами тестів на бензинових двигунах.

Маркування моторних оливо за API складається із букв "S" або "C" та ще однієї букви латинського алфавіту, яка позначає рівень експлуатаційних властивостей (A, B, C, D, E, F, G, H, J, L та M – для бензинових двигунів і A, B, C, D, E, F, G, H, I та J – для дизельних). Чим ближча до початку латинського алфавіту друга буква в маркуванні оливи, тим меншим вимогам відповідає дана олива (таблиця 5). Універсальні оливи, що придатні для застосування і у бензинових і у дизельних двигунах, мають подвійне позначення: API SG/CD, API SF/CC.

Таблиця 5 – Експлуатаційні характеристики оливо за стандартом API

Група	Характеристика оливо
1	2
Оливи для бензинових двигунів	
SA	Оливи для застосування в старих двигунах, які працюють у таких легких режимах, що захист деталей за допомогою присадок не потрібен. Оливи цієї категорії повинні використовуватися тільки якщо вони спеціально рекомендовані виробником устаткування
SB	Оливи, що забезпечують легкий протизносний і антиокислювальний захист, а також антикорозійне покриття підшипників у двигунах, що працюють при помірних навантаженнях. Оливи цієї категорії повинні використовуватися тільки, якщо вони спеціально рекомендовані виробником устаткування
SC	Оливи для застосування в середньофорсованих двигунах легкових автомобілів і деяких вантажівок, які працюють із підвищеними навантаженнями. Забезпечують зниження високо- і низькотемпературного нагару, зносу, іржавіння і корозії
SD	Для використання в середньофорсованих двигунах легкових автомобілів і деяких вантажівок, які працюють у важких умовах. Забезпечують поліпшений захист у місцях, де застосовуються оливи SC, і можуть застосовуватися тільки за наявності рекомендації виробника
SE	Для використання у високофорсованих двигунах, які працюють у важких умовах. Забезпечують додатковий захист у порівнянні з оливами SC і SD проти окислення, нагару, іржавіння й корозії і можуть застосовуватися як замітник цих категорій

Продовження таблиці 5

1	2
SF	Призначені для двигунів, які працюють на етильованому бензині. Забезпечує підвищену стійкість до окислення, поліпшені протизносні та антикорозійні якості в порівнянні з мінімальними вимогами до оливо SE , а також мають меншу схильність до утворення високо- та низькотемпературних відкладень. Можуть застосовуватися замість оливо категорій SE , SD або SC
SG	Оливи забезпечують поліпшений захист від нагару у двигунах, окислення оливи і зносу двигуна, у порівнянні з попередніми категоріями, а також забезпечують захист від іржавіння і корозії. Призначені для двигунів, що працюють на неетильованому паливі із оксигенатами. Задовольняють вимоги до дизельних оливо категорій CC і CD . Можуть застосовуватись замість оливо категорій SF , SE , SF/CC або SE/CC
SH	Перевищує вимоги категорії SG і була розроблена з метою її заміщення для поліпшення протинагарних, антиоксидних, протизносних якостей оливо і захисту від іржавіння і корозії. На даний час є умовно діючою і може бути застосована тільки як додаткова до категорії API C
SJ	Оливи даної категорії призначені для всіх бензинових двигунів, що використовуються в даний час, і повністю замінюють оливи всіх існуючих раніше категорій у старіших моделях двигунів. Мають максимальний рівень експлуатаційних властивостей. Можлива сертифікація за категорією енергозбереження API SJ/EC
SL	Оливи для багатоклапанних, турбіруваних двигунів, з роботою на збіднених сумішах, з підвищеними вимогами до енергозбереження й екологічності. Мають збільшені інтервали заміни. Можуть використовуватися в тих випадках, коли рекомендується категорія SJ і більш ранні категорії
SM	У доповнення до категорії SL поліпшені антиокислювальні і протизносні властивості. Поліпшені низькотемпературні властивості. Можлива сертифікації за категорією енергозбереження ILSAC
Оливи для дизельних двигунів	
SA	Для дизельних двигунів, що працюють у легких і помірних режимах на високоякісному малосірчистому паливі. Забезпечують захист від корозії підшипників і нагару на поршневих кільцях у двигунах із звичайним наддуванням, де не висувається особливих вимог з погляду якості палива, що використовується, може застосовуватися тільки якщо це обумовлено вимогами виробника

Продовження таблиці 5

1	2
СВ	Введена з метою розширення захисних можливостей категорії СА при використанні палива низької якості з підвищеним вмістом сірки для застосування у двигунах з нормальним наддуванням у легкому і помірному режимі експлуатації
СС	Для застосування у двигунах із звичайним або турбонаддуванням, додатковою компресією, що працюють у помірних і високонавантажених режимах, а також у деяких потужних двигунах. Забезпечує захист від високотемпературного нагару і корозії підшипників
СD	Категорія для типового застосування в певних дизельних двигунах з нормальним і турбонаддуванням, а також додатковою компресією, де дуже важливий ефективний захист від зносу і нагару, або при використуванні палива різної якості (у тому числі з високим вмістом сірки). Забезпечує захист від високотемпературного нагару і корозії підшипників у цих двигунах
СDII	Для використовування в типових двотактних дизельних двигунах, що вимагають високоефективного захисту від нагару і зносу. Відповідає всім робочим вимогам категорії СD
СЕ	Для застосування в потужних двигунах з турбонаддуванням і додатковою компресією, що працюють при значних навантаженнях як з низькою, так і з високою частотою обертання вала. Можуть бути використані також в умовах, для яких рекомендуються оливи категорії СD і СС
СF	Для дизельних двигунів з непрямым упорскуванням, а також інших видів дизельних двигунів, що використовують різні види палива, у тому числі і з підвищеним вмістом сірки (більше 0,5 % по вазі). Сприяють ефективному запобіганню відкладень у поршні, зношуванню і корозії підшипників із вмістом міді, що має велике значення для двигунів цих видів, і можуть всмоктуватися звичайним шляхом, подаватися за допомогою турбонагнітача або нагнітача. Можуть застосовуватися замість олів СD
СF-2	Типове використовування для двотактних двигунів, яким необхідне високоефективне запобіганню стиранню циліндра і кілець, а також відкладень. Можливе застосування замість СD-II у двотактних дизелях
СF-4	Для чотиритактних дизелів, що працюють на високих швидкостях, де вимоги перевищують можливості категорії СЕ . Забезпечують знижену витрату оливи і захист від нагару на поршнях. Ефективні в дизелях потужних тягачів. У поєднанні з відповідною категорією API S можуть використовуватися в бензинових двигунах, якщо рекомендується виробником

Продовження таблиці 5

CG-4	Оливи призначені для високонавантажених, високошвидкісних, чотиритактних дизельних двигунів вантажних автомобілів магістрального типу, які використовують паливо із вмістом сірки менше 0,05 % від маси і немагістрального типу (вміст сірки може досягати 0,5 % від маси). Ефективно пригнічують утворення високотемпературного нагару на поршнях, знос, піноутворення, окислення, утворення сажі. Замінює оливи категорій CD, CE і CF-4. Основним недоліком, що обмежує застосування олив даної категорії у світі, є відносно велика залежність ресурсу оливи від якості палива, що застосовується
CH-4	Оливи даної категорії призначені для високошвидкісних, чотиритактних двигунів, що виконують вимоги стандартів з токсичності відпрацьованих газів. Розроблені спеціально для дизелів, у яких використовують паливо із вмістом сірки до 0,5 % від маси. Допускається застосування дизельного палива із вмістом сірки більше 0,5 %. Оливи задовольняють підвищені вимоги зі зменшення зносу клапанів і зменшення утворення нагару. Замінюють оливи категорій CD, CE, CF-4 і CG-4
CI-4	Мають більш високі диспергуючі властивості, підвищену стійкість до термічного окислення в порівнянні з класом CH-4, забезпечують зниження витрати оливи на угар за рахунок зменшення летючості і зниження втрат на випаровування під впливом газів при робочій температурі 370°C. Поліпшена холодна прокачуваність, збільшений ресурс ущільнень двигуна за рахунок поліпшення сумісності з ними оливи. Клас уведений з урахуванням посилювання вимог до екологічних характеристик моторів, що випускаються з 1 жовтня 2002 р.
CJ-4	Для швидкохідних чотиритактних двигунів, проєктованих для задоволення норм з токсичності відпрацьованих газів 2007 р. на магістральних залізницях. Допускають застосування палива із вмістом сірки до 0,05 % від маси. Проте робота з паливом, у якому вміст сірки перевищує 0,0015 % від маси, може позначитися на працездатності систем очищення вихлопних газів та (або) інтервалах заміни оливи. Рекомендовані для двигунів, обладнаних дизельними фільтрами сажі й іншими системами обробки вихлопних газів. Перевищують робочі властивості CI-4, CH-4, CG-4, CF-4 і можуть застосовуватися у двигунах, яким рекомендуються оливи цих класів
<p>Примітки</p> <p>1 Категорія SI – навмисно пропущена API, для виключення плутанини з Міжнародною системою мір.</p> <p>2 Категорія SK – навмисно пропущена, для виключення можливої плутанини, оскільки один із постачальників моторних олив у Кореї застосовує аббревіатуру «SK» як частину своєї корпоративної назви.</p> <p>3 Категорії API SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, CA, CB, CC, CD, CD-II на сьогоднішній день визнані недійсними як застарілі, однак у деяких країнах оливи цих категорій ще випускаються</p>	

Моторні оливи, які відрізняються низькою в'язкістю як при низькій, так і при високій температурі, можуть бути сертифіковані на відповідність категорії API EC "енергозбережна" олива. За результатами такої сертифікації оливі може бути присвоєний відповідний індекс (наприклад API SJ/EC).

Класи дизельних олив CD та CF поділяються на ті, що призначені для чотиритактних та двотактних двигунів. Оливи, призначені для двотактних дизелів, позначаються CDII та CF-2.

Моторні оливи, що відносяться до одного і того ж класу API, але вироблені різними фірмами, можуть істотно відрізнятися за складом базових олив, типами присадок, що використовуються, а отже, мати специфічні властивості, задовольняти вимоги, що ставляться, близько до граничних значень, або мати запас якості. При виборі аналога за галуззю застосування і рівнем експлуатаційних властивостей обов'язково повинні бути взяті до уваги всі спеціальні вимоги до моторної оливи з боку виробника техніки (наприклад, обмеження за сульфатною зольністю, відсутність або, навпаки, наявність певної кількості цинку, відсутність у складі оливи розчинних модифікаторів тертя, що містять молібден, і т.п.).

У випадках непринципових змін технологій виробництва моторних олив обов'язково проводять порівняльні кваліфікаційні випробування товарної оливи-прототипу і дослідного зразка, виробленого за зміненою технологією.

На вітчизняному ринку є широкий асортимент моторних олив, що мають позначення за класами API. Відповідність маркування моторних олив за ГОСТ 17479.1 та за стандартом API наведена у таблиці 6.

Сертифікація моторних олив за стандартом API передбачає цілу низку різнобічних випробувань і відповідність їх досить жорстким вимогам, тому клас оливи за API може бути підтверджений тільки сертифікатом, виданим API.

Класифікація за ACEA сформулювала єдині вимоги до моторних олив з боку провідних європейських автомобільних фірм. На відміну від API, специфікація ACEA якнайповніше враховує конструктивні особливості європейських двигунів і режими їх експлуатації в європейських умовах. Її вимоги за окремими тестами значно перевищують вимоги API. Перевагу

слід віддавати маркам олив, що пройшли випробування в АСЕА і отримали відповідний клас якості за цією специфікацією.

Таблиця 6 – Відповідність груп моторних олив за ГОСТ 17479.1–85 і класифікацією API

ГОСТ 17479.1	За API	ГОСТ 17479.1	За API
A	SB	Г1	SE
Б	SC/CA	Г2	CC
Б1	SC	Д	SF/ CD
Б2	CA	Д1	SF
В	SD/CB	Д2	CD
В1	SD	Е	SG/CF
В2	CB	Е1	SG
Г	SE/CC	Е2	CF-4
Не мають аналогів у вітчизняній класифікації			SH, SJ, SL, SM, CG-4, CH-4, CI-4, CJ-4

Європейська класифікація експлуатаційних властивостей АСЕА, висуваючи більш жорсткі вимоги до олив, поділяє оливи за призначенням на класи: **A** – для бензинових двигунів; **B** – для дизелів легкових та малотоннажних автомобілів; **E** – дизельні двигуни з високим ступенем навантаження (вантажні автомобілі, автобуси, трактори тощо). Такий поділ моторних олив застосовувався у редакціях даного стандарту, прийнятих у 1996, 1998 та у 2002 р. У 2004 р. у стандарт АСЕА був уведений клас олив **C**, до якого включаються моторні оливи для бензинових двигунів і дизелів, оснащених нейтралізаторами відпрацьованих газів (із зниженим вмістом SAPS (сірка, фосфор, зольність)). Також у стандарті 2005 р. поєднали класи **A** і **B** в один загальний клас **A/B**, що включає чотири категорії універсальних моторних олив.

У кожному класі існує декілька категорій, які залежать від робочих характеристик і позначаються арабськими цифрами (1, 2, 3 і т.д.):

1 – енергозберіжні оливи (ця специфікація узаконує символ "FUEL Economy" (економія пального) для мастильних матеріалів. Економія пального повинна бути, як мінімум, 2,5 % по відношенню до мінеральної оливи в'язкістю 15W40);

- 2 – оливи широкого використання;
- 3 – оливи підвищеної якості (продовжений термін заміни);
- 4 – оливи для двигунів з прямим упорскуванням;
- 5 – новітня категорія для двигунів, що вимагають

застосування олив з найвищим рівнем експлуатаційних властивостей і максимально збільшеними інтервалами заміни, які мають мінімальну високотемпературну в'язкість в умовах високих швидкостей зсуву (2,9...3,5 мПа·с), завдяки чому досягається високий ступінь економії палива (ці оливи можуть не підходити для деяких двигунів).

Чим вище цифра, тим вище вимоги до олив. Підвищення якості моторних олив досягається в основному підвищенням концентрації присадок і в деяких випадках – зміною якості базової оливи.

Остання редакція класифікації ACEA введена в дію з 1 листопада 2004 р. Вона істотно відрізняється від попередніх тим, що в ній ураховані не тільки вимоги Євро 1, Євро 2, Євро 3 до автомобілів з токсичності відпрацьованих газів, але і нові вимоги – Євро 4. Вона відрізняється меншою кількістю категорій моторних олив – тепер їх тільки 11, розділених на три класи (таблиця 7).

При позначенні олив за стандартом ACEA крім категорії вказують (через дефіс) дві цифри, які позначають рік введення даної категорії. Для деяких нових класів залишені позначення старого класу, але з додаванням пізнішого номера випуску.

Таблиця 7 – Класифікація властивостей моторних олив за ACEA

Клас	Категорія	Галузь застосування і властивості олив *
1	2	3
Для бензинових двигунів і дизелів легкових автомобілів і легких вантажівок		
A/B	A1/B1	Оливи з особливо низькою в'язкістю, при високих температурах і великим градієнтом зсуву, які скорочують витрату палива і не втрачають стабільні мастильні властивості. Застосовуються тільки в тих випадках, якщо це спеціально рекомендовано виробником двигуна

Продовження таблиці 7

1	2	3
A/B	A3/B3	Оливи з високими експлуатаційними характеристиками. Використовуються головним чином у високофорсованих бензинових двигунах і в дизельних двигунах з проміжним (непрямим) упорскуванням, працюючи у важких умовах із збільшеними інтервалами заміни моторної оливи
	A3/B4	Оливи з високими експлуатаційними характеристиками, придатні при більш тривалих інтервалах заміни оливи. Переважно використовуються у високофорсованих бензинових двигунах і в дизельних двигунах з безпосереднім упорскуванням палива, якщо для них рекомендовані оливи даної якості. За призначенням відповідають моторним оливам категорії A3/B3
	A5/B5	Оливи з найвищими експлуатаційними властивостями, з надтривалим інтервалом заміни, з достатньо високим ступенем економії палива. Використовуються у високофорсованих бензинових двигунах і дизелях, спеціально сконструйованих для використання енергозберіжних, малов'язких при високій температурі олив. Призначені для застосування при збільшених інтервалах заміни моторної оливи **
Для бензинових двигунів і дизелів, оснащених нейтралізаторами відпрацьованих газів		
C	C1	Сумісні з нейтралізаторами відпрацьованих газів, фільтрами сажі і трикомпонентними нейтралізаторами відпрацьованих газів. Відносяться до малов'язких енергозберіжних олив. Мають знижений вміст фосфору, сірки і низьку сульфатну зольність. Збільшують термін служби фільтрів сажі і нейтралізаторів, забезпечують поліпшення паливної економичності автомобілів**
	C2	Високофорсовані бензинові двигуни і дизелі легкових автомобілів і легких вантажівок, спеціально сконструйовані для використання малов'язких енергозберіжних олив. Сумісні з нейтралізаторами відпрацьованих газів, фільтрами сажі і трикомпонентними нейтралізаторами, збільшують їх термін служби, забезпечують підвищення паливної економичності автомобілів**
	C3	Сумісні з нейтралізаторами відпрацьованих газів, фільтрами сажі і трикомпонентними нейтралізаторами, збільшують їх термін служби

Продовження таблиці 7

1	2	3
Для потужних дизелів вантажних автомобілів з важкими умовами експлуатації		
Е	Е2	Використовуються в дизельних двигунах з турбонаддуванням і без нього, працюючих у середніх і важких умовах, із звичайними інтервалами заміни моторної оливи
	Е4	Використовуються у високооборотних дизельних двигунах, що відповідають екологічним нормам Євро 1, Євро 2, Євро 3, Євро 4 і працюють у важких умовах із збільшеними інтервалами заміни моторної оливи. Також рекомендуються для дизельних двигунів з турбонаддуванням, забезпечених системою зниження оксидів азоту*** і автомобілів без фільтрів сажі. Забезпечують малий знос деталей двигуна, захист від утворення сажі і мають стабільні властивості
	Е6	Використовуються у високооборотних дизельних двигунах, які відповідають екологічним нормам Євро 1, Євро 2, Євро 3, Євро 4 і працюють у важких умовах із збільшеними інтервалами заміни моторної оливи. Також рекомендуються для дизельних двигунів з турбонаддуванням, з фільтрами сажі або без них, при роботі на дизельному паливі із вмістом сірки не більш 0,005 %.* ** Забезпечують малий знос деталей двигуна, захист від утворення сажі і мають стабільні властивості
	Е7	Використовуються у високооборотних дизельних двигунах, що відповідають екологічним нормам Євро 1, Євро 2, Євро 3, Євро 4 і працюють у важких умовах із збільшеними інтервалами заміни моторної оливи. Також рекомендуються для дизельних двигунів з турбонаддуванням, без фільтрів сажі, з системою рециркуляції відпрацьованих газів, оснащених системою зниження викиду оксидів азоту.*** Забезпечують малий знос деталей двигуна, захист від утворення сажі і мають стабільні властивості. Знижують нагароутворення в турбокомпресорі
<p>* Всі моторні оливи, за винятком категорії A1/B1, є стійкими до деструкції - руйнування в процесі роботи на двигуні молекул полімерів загусника, що входить до їх складу.</p> <p>** У деяких випадках можуть не забезпечувати надійного змашування двигуна, тому для визначення можливості застосування конкретного типу оливи слід керуватися інструкцією з експлуатації або довідниками.</p> <p>*** Рекомендації щодо застосування цих олив можуть відрізнятися у різних виробників двигунів, тому слід керуватися інструкцією з експлуатації або довідниками</p>		

Номенклатура моторних олив

Основним критерієм для марки моторної оливи є ступінь форсування двигуна. Двигуни, що застосовуються на колійній будівельній та вантажно-розвантажувальній техніці, мають різні ступені форсування. Але здебільшого це середньофорсовані двигуни (ГАЗ-53, ЗИЛ-130, ЗИЛ-131, СМД-14, СМД-60, ЯМЗ-236, ЯМЗ-238, Д6, Д12, ЯАЗ-204 та ін.), для яких рекомендуються оливи груп В або Б та високофорсовані двигуни (ЗИЛ-375, Д-130, Д-160, ЯМЗ-238), які заправляються оливами груп Г та В. Нижче наводяться характеристики найбільш застосовуваних у даний час марок моторних олив.

Оливу **М-5з/10-Г₁** виготовляють на базовій оливі І-20А. Застосовується для легкових автомобілів. Аналогічне призначення має і олива **М-6з/12-Г₁**, яку готують на основі суміші дистилатних компонентів різної в'язкості з додаванням присадок, що забезпечують високі протизносні властивості. Застосовують всесезонно в регіонах з помірними кліматичними умовами при температурі повітря від -20 до +45 °С.

Оливу **М-6з/10-В** одержують на основі високоякісної базової оливи й ефективної композиції присадок. Застосовують всесезонно в середньофорсованих бензинових двигунах і безнаддувних дизелях. Ця універсальна олива відрізняється підвищеною працездатністю. У бензинових двигунах вантажних автомобілів пробіг до заміни складає 18 тис. км, а в дизелях – до 500 мотогодин.

Оливу **М-8-В₁** готують із суміші дистилатного і залишкового компонентів або дистилатного компонента вузького фракційного складу з ефективною композицією присадок. Використовують всесезонно в середньофорсованих бензинових двигунах вантажних автомобілів ГАЗ-53, ЗИЛ-130, "Урал-375".

Оливу **М-8-Г₁** застосовують для двигунів ЗИЛ-375 та деяких легкових автомобілів типу ВАЗ та ГАЗ.

Оливу **М-14-Б** виробляють із суміші дистилатного і залишкового компонентів малосірчистих і сірчистих нафт з багатофункціональною присадкою ВНШНП-360 і протипінною присадкою ПМС-200А. Застосовують у дво- і чотиритактних

дизелях тепловозів типів 2Д100, Д-50 і аналогічних їм за рівнем форсування маневрових і промислових тепловозах.

Оливи **М-8-В₂** (зимова) і **М-10-В₂** (літня) готують на основі сумішей дистилятного і залишкового компонентів, вироблених із сірчистих нафт. Застосовують для змащування автотракторних дизелів СМД-14, ЯМЗ-236, А-41, ЯМЗ-238А, Д-50, Д-37М та ін.

Оливу **М-14-В₂** одержують змішуванням дистилятного і залишкового компонентів, вироблених із сірчистих або малосірчистих нафт, з композицією присадок. Використовують для змащування дво- і чотиритактних дизелів тепловозів, а також двигунів кар'єрних автосамоскидів.

Оливи **М-14-В_{2з}** і **М-20-В₂** одержують із сірчистих нафт із додаванням композиції присадок, вибраних з урахуванням умов застосування олив для змащування дизелів бурових установок узимку і влітку.

Оливи **М-8-Г₂** і **М-10-Г₂** одержують змішуванням дистилятного і залишкового компонентів, що виробляються із сірчистих нафт, з композицією присадок. Використовують відповідно для зимової і літньої експлуатації автотракторних дизелів без наддування або з невисоким наддуванням. Оливу **М-10-Г₂** застосовують для змащування двигунів 8ДВТ-330, А-41, ЯМЗ-238НБ, СМД-17, Д-160, а також високооборотних стаціонарних дизелів і дизель-генераторів.

Оливи **М-8-Г_{2(к)}** і **М-10-Г_{2(к)}** відрізняються від олив **М-8-Г₂** і **М-10-Г₂** тільки істотно більш ефективними композиціями присадок, що дає можливість збільшувати терміни заміни оливи. Застосовують ці оливи у сучасних автомобілях КамАЗ, ЗІЛ, двигунах ЯМЗ-740 та ЯМЗ-741, тракторах Т-330, Т-150, Т-701, а також автобусах "Ікарус".

Оливи **М-8-Д(м)** і **М-10-Д(м)** призначені відповідно для зимової і літньої експлуатації високофорсованих дизелів з турбонадуванням, що працюють у важких умовах. Можуть використовуватися в дизелях без наддування із значно збільшеним пробігом між замінами оливи. Забезпечують надійне змащування вітчизняної й імпоротної техніки, такої як кар'єрні великовантажні самоскиди, промислові трактори великої потужності з двигунами водяного або повітряного охолодження, екскаватори, бульдозери, автонавантажувачі, трубоукладачі.

"Старіння" моторних олив

Термін "старіння оливи" включає сукупність процесів, які протікають в оливі при зберіганні і під час використання в ДВЗ, і приводять до зміни фізичних і хімічних властивостей оливи. Якщо вважати, що моторна олива – це базова олива плюс присадки, то всі явища, які відбуваються з оливами при "старінні", можна розділити на такі процеси:

- хімічні і фізико-хімічні процеси старіння оливної основи:
 - окислення;
 - зміна в'язкості;
- зовнішнє забруднення оливи:
 - накопичення механічних забруднень;
 - накопичення води;
- спрацьовування присадок;
- угар і витоки.

Усі процеси, що відбуваються з оливами при "старінні", взаємозв'язані.

Окислення. Олива при роботі двигуна під дією кисню повітря і високої температури при каталітичному впливі металів, у першу чергу кольорових, піддається перш за все окисленню. Накопичення в оливі продуктів окислення приводить до утворення різних відкладень у двигуні: нагару, смол, лаків. Нагар порушує робочі процеси у двигуні за рахунок збільшення стискання, рухомість поршневих кілець аж до повного їх залипання. Лаки і смоли, відкладаючись на деталях двигуна, погіршують умови тепловідведення від них і забивають оливні канавки. Також поява в оливі в результаті окислення оксидів і кислот обумовлює корозійну агресивність оливи. Позитивним ефектом окислення моторної оливи є генерація в ній поверхнево-активних речовин.

Первинні продукти окислення – низькомолекулярні кислоти і оксикислоти – розчинні в оливі з'єднання. Проміжні продукти окислення, такі як альдегіди й оксикислоти, здатні до реакції полімеризації, утворюючи при цьому високомолекулярні продукти – смоли, асфальтени та ін.

Найшкідливіші продукти окислення з погляду експлуатації двигуна – оксикислоти й асфальтени, оскільки вони, будучи

нерозчинними в оливі і клейкими, міцно утримуються на металі, забиваючи канавки для кілець і викликаючи їх пригорання. Швидкість окислення оливи зростає з підвищенням температури. При звичайній температурі навколишнього повітря окислення оливи протікає надзвичайно повільно або практично відсутнє. Окислення оливи у двигуні найбільш інтенсивно відбувається в тонких плівках оливи на поверхнях деталей, що нагріваються до високої температури і дотичних з гарячими газами (поршень, циліндр, поршневі кільця, що направляють, і стебла клапанів). В об'ємі олива окислюється менш інтенсивно, оскільки в піддоні картера, радіаторі, оливопроводах температура нижче і поверхня контакту оливи з окислюючим газовим середовищем менше. У внутрішніх порожнинах двигуна, заповнених оливним туманом, окислення більш інтенсивне.

На швидкість і глибину окислювальних процесів значно впливають продукти неповного згоряння палива, що потрапляють в оливу. Вони проникають в оливу разом з газами, що прориваються з надпоршневого простору в картер. Прискорюють окислення оливи частинки металів і забруднень неорганічного походження, які накопичуються в оливі в результаті зношування деталей двигуна, недостатнього очищення всмоктуваного повітря, нейтралізації присадками неорганічних кислот, а також металоорганічні сполуки міді, заліза й інших металів, що утворюються в результаті корозії деталей двигуна або взаємодії частинок зношеного металу з органічними кислотами. Усі ці речовини – каталізатори окислення.

Експериментально встановлено, що найбільш інтенсивно смоли накопичуються в перший період роботи оливи, а потім їх вміст зменшується, що пояснюється переходом смол в асфальтени в результаті продовження окислювальних процесів.

Термоокислювальна стабільність моторної оливи змінюється в процесі експлуатації несуттєво.

Корозійна агресивність оливи також зростає у міру тривалості її роботи і досягає на приладі АП-1 значення $20 \div 25$ г/м².

Ступінь окисленості оливи характеризується її кислотним числом. Різке збільшення кислотного числа оливи в початковий період експлуатації обумовлено наявністю в ній великої кількості нестабільних вуглеводнів, які окислюються з великою

швидкістю. Надалі зростання кислотного числа сповільнюється, що, з одного боку, пов'язано з незначним окисненням більш стабільних вуглеводнів, а з іншого – з дією антиокислювальної присадки.

Зміна в'язкості. У процесі експлуатації в'язкість оливи може збільшуватися і зменшуватися. Збільшення в'язкості обумовлене випаровуванням легких фракцій і наявністю в оливі продуктів окислення. Це погіршує прокачуваність оливи по оливопроводах і через зазори. Зменшення в'язкості оливи може відбуватися в першу чергу унаслідок потрапляння в неї води і палива. Олива з низькою в'язкістю значно знижує можливість реалізації гідродинамічного режиму змащування.

Забруднення оливи. У процесі роботи в оливі накопичуються небажані домішки, погіршуючи її експлуатаційні властивості. Забруднення, що містяться в оливі (або механічні домішки), можна розділити:

- на нерозчинні (частинки пилу, зносу, технологічний бруд);
- розчинні (продукти окислення оливи).

Основні джерела надходження нерозчинних частинок сажі – продукти неповного згоряння палива, що може бути обумовлене неправильним регулюванням паливної апаратури, запалення, упорскування палива тощо. Частилки пилу з'являються в оливах за рахунок "дихання" резервуарів, а також через нещільність системи мащення. Частилки зносу накопичуються в оливі протягом усього терміну служби за рахунок зношування поверхонь тертя, що омиваються оливою.

Накопичення в оливі нерозчинних забруднень призводить до таких негативних наслідків:

- інтенсивне абразивне зношування;
- окислення оливи;
- розрив оливної плівки, що приводить до погіршення режиму змащування;
- засмічення фільтроелементів і забивання оливних канавок.

Металеві частинки зносу, сажі і пилу обволікаються смолянистими продуктами окислення оливи, а також адсорбують на своїй поверхні молекули присадки.

Частинки пилю, що потрапляють в оливу, мають розмір, як правило, в межах 200 мкм і більше, а ті частинки, які утворюються в оливі в процесі експлуатації, – не більше 10 мкм. Наявність миюче-диспергуючих присадок в оливі перешкоджає укрупненню частинок.

У початковий період експлуатації йде швидке зростання кількості механічних домішок в оливі, а потім процес накопичення домішок стабілізується (за рахунок роботи фільтруючих пристроїв, а також доливання оливи) і швидкість його стає практично постійною.

Накопичення води, пов'язане з негерметичністю системи охолодження і конденсацією її, приводить до зменшення в'язкості оливи, погіршення антикорозійних властивостей і випадання присадки в осад.

Спрацьовуваність присадок. Цей процес починається з перших хвилин експлуатації оливи у двигуні. Втрата ефективності присадок знижує експлуатаційну надійність і довговічність двигуна, а також терміни служби оливи. Причини витрати присадок такі:

- витрата лужного компонента миюче-диспергуючої присадки на нейтралізацію кислих продуктів;
- адсорбція молекул присадки на поверхнях деталей двигуна на частинках забруднення з подальшим їх відділенням у фільтрах;
- осілання металовмісних присадок на дні піддону картера;
- угар і витік оливи.

Угар і витоки. Угар оливи пов'язаний з надмірною зношеністю двигуна, а витоки з негерметичністю системи мащення. І те й інше приводить до підвищеної витрати оливи через необхідність доливань. Крім того, через угар підвищується нагароутворення.

Усі описані процеси приводять до обмеження терміну служби оливи у двигуні.

Терміни служби і бракувальні показники моторних оливо

Сучасні тенденції проектування й експлуатації двигунів внутрішнього згоряння полягають у збільшенні їх моторесурсу й інтервалів обслуговування. Терміни заміни оливо установлюються виробником машин з точки зору гарантованого збереження проектного ресурсу двигуна при найнесприятливіших режимах експлуатації. Сучасні оливи повинні зберігати експлуатаційні властивості тривалий час (від 500 до 2000 мотогодин роботи двигуна, приблизно 12...45 тис. км пробігу). Термін заміни оливо повинен бути пов'язаний з термінами заміни фільтруючих елементів і режимами технічного обслуговування машин. При цьому повинна забезпечуватися низька витрата оливи на угар.

Наведені в керівництві з експлуатації машини відомості про терміни служби моторних оливо слід розглядати як орієнтовні, оскільки вони не враховують умов експлуатації двигуна.

В умовах експлуатуючих підприємств терміни служби моторних оливо раціонально визначати за їх фактичним станом, що оцінюється в хіміко-технічній лабораторії шляхом аналізу основних показників якості оливи (таблиця 8) [9]. При цьому, якщо хоча б один з показників виходить за допустимі межі, то олива підлягає безумовній заміні незалежно від термінів її експлуатації.

Таблиця 8 – Бракувальні показники якості моторних оливо

Показник		Бензиновий двигун	Дизельний двигун
Зміна в'язкості, %, не більше	приріст	25	35
	зниження	20	20
Вміст механічних домішок, %, не більше		1	3
Лужне число, мгКОН/г, не менше		0,5...2,0*	1,0...3,0*
Зниження температури спалаху, град, не більше		20	20
Вміст води, %, не більше		0,5	0,3
Вміст палива, %, не більше		0,8	0,8
Диспергуючі властивості за методом оливної плями, у.о., не менше		0,3...0,35	0,3...0,35
* Більші значення для оливо груп "Г", "Д", "Е"			

Питання для самоконтролю

- 1 У чому полягає призначення моторних олив?
- 2 Опишіть умови експлуатації моторних олив з точки зору температури деталей, з якими вони контактують, тиску у вузлах тертя та режиму їх змащування?
- 3 Які властивості повинні мати моторні оливи для забезпечення нормальної роботи двигунів внутрішнього згоряння?
- 4 Що таке в'язкість речовини?
- 5 Який зв'язок між кінематичною і динамічною в'язкістю олив? Назвіть одиниці вимірювання цих величин.
- 6 Якими параметрами може бути оцінена залежність в'язкості моторної оливи від температури?
- 7 Що таке індекс в'язкості оливи і як він визначається?
- 8 Яким чином виробники олив регулюють їх в'язкісно-температурну характеристику?
- 9 Як залежить в'язкість моторної оливи від тиску у системі мащення двигуна?
- 10 Що називається температурою застигання оливи?
- 11 Які показники якості відносяться до високотемпературних характеристик моторних олив?
- 12 Що показує лужне число моторної оливи, яким методом воно визначається і в яких одиницях вимірюється?
- 13 Що характеризують миюче-диспергуючі властивості моторних олив?
- 14 Які властивості моторних олив визначаються на чотирикульковій машині тертя?
- 15 До яких негативних наслідків може привести наявність у моторній оливі механічних домішок та води?
- 16 Що характеризують такі показники якості моторної оливи, як коксованість і зольність?
- 17 За якими ознаками класифікуються всі моторні оливи згідно з ГОСТ 17479.1?
- 18 При якій температурі визначається в'язкість моторної оливи для класифікації її за ГОСТ 17479.1?
- 19 Як класифікуються моторні оливи залежно від в'язкості згідно з ГОСТ 17479.1?

20 Яким чином позначаються класи в'язкості олив за ГОСТ 17479.1?

21 На які групи за експлуатаційними властивостями поділяються моторні оливи згідно з ГОСТ 17479.1?

22 Які групи моторних олив за ГОСТ 17479.1 застосовуються зараз у двигунах будівельних і колійних машин?

23 Що означає позначення оливи – М-8-Г₂(к)?

24 Що означає позначення оливи – М-6з/10-Б₂?

25 Назвіть основні застосовувані зараз закордонні стандарти на моторну оливу.

26 За якою ознакою класифікуються всі моторні оливи за стандартом SAE?

27 Яким чином позначаються групи олив за стандартом SAE?

28 За якою ознакою класифікуються всі моторні оливи згідно зі стандартом API?

29 На які групи поділяються всі моторні оливи за стандартом API?

30 За якою ознакою класифікуються всі моторні оливи згідно зі стандартом ACEA?

31 На які групи поділяє всі моторні оливи сучасна редакція стандарту ACEA?

32 Що означає і як позначається категорія моторної оливи за стандартом ACEA?

33 Назвіть основні марки моторних олив, які застосовуються зараз у двигунах будівельної, колійної та вантажно-розвантажувальної техніки?

34 Які процеси приводять до погіршення якості моторних олив під час експлуатації?

35 До чого приводить окислення оливи в процесі експлуатації?

36 Яким чином змінюється в'язкість моторної оливи в процесі експлуатації і які це має наслідки для двигуна?

37 Які негативні наслідки має експлуатація олив із надмірним вмістом механічних домішок?

38 Які наслідки має накопичення у моторних оливах води?

39 Назвіть основні причини зменшення концентрації присадок у моторних оливах.

40 За якими показниками бракуються моторні оливи?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Кузнецов, А.В. Топливо и смазочные материалы [Текст]: учебник / А.В. Кузнецов. – М.: КолосС, 2007. – 198 с.
- 2 Смазочные материалы: Антифрикционные и противоизносные средства. Методы испытаний [Текст]: справочник / Р.М. Матвеевский, В.Л. Лашхи, И.А. Буяновский [и др.]. – М.: Машиностроение, 1989. – 224 с.
- 3 Меркурьев, Г.Д. Смазочные материалы на железнодорожном транспорте [Текст]: справочник / Г.Д. Меркурьев, Л.С. Елисеев. – М.: Транспорт, 1985. – 255 с.
- 4 Киселёв М.М. Топливо-смазочные материалы для строительных машин [Текст]: Справочник / М.М. Киселёв. – М.: Стройиздат, 1988. – 271 с.
- 5 Полянський, С.К. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин [Текст]: підручник / С.К. Полянський, В.М. Коваленко. – К.: Либідь, 2005. – 504 с.
- 6 Итинская, Н.И. Топливо, масла и технические жидкости [Текст]: справочник / Н.И. Итинская, Н.А. Кузнецов. – М.: ВО Агропромиздат, 1989. – 304 с.
- 7 Хіммотологія: навч. посібник [Текст] / С.В. Бойченко [та ін.]. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2006. – 160 с.
- 8 Стуканов, В.А. Автомобильные эксплуатационные материалы [Текст]: учеб. пособие. Лабораторный практикум / В.А. Стуканов. – М.:ИД "Форум": ИНФРА-М, 2006. – 208 с.
- 9 Автомобильные эксплуатационные материалы зарубежного производства [Электронный ресурс] – Режим доступа http://vtk34.narod.ru/shevireva_avtmatzarub/index.htm.
- 10 Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Основи трибології і хіммотології" для студ. спец. "Підйомно-транспортні, буд., дор., меліор. машини і обладн." усіх форм навчання. "Визначення якості олив" [Текст]. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 38 с.
- 11 Руднев, В.К. Эксплуатационные материалы для строительных и дорожных машин [Текст]: учеб. пособие / В.К. Руднев, Е.С. Венцель, Е.Н. Лысиков. – К.: ИСИО, 1993. – 236 с.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

"Основи надійності та експлуатаційні матеріали
для БКВРМ"

Відповідальний за випуск Кравець А.М.

Редактор _____.

Підписано до друку _____.

Формат паперу 60×84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк. арк. _____. Обл.-вид. арк. _____.

Замовлення № _____. Тираж 100. Ціна _____.

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК №2874 від 12.06.2007 р.

Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків-50, пл. Фейєрбаха, 7