

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра будівельних колійних та вантажно-
розвантажувальних машин**

А.М. Кравець, А.В. Євтушенко

**СПЕЦІАЛЬНІ ОЛИВИ ДЛЯ
ВУЗЛІВ І СИСТЕМ БКВРМ**

*Конспект лекцій
з дисципліни*

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

Харків – 2015

Кравець А.М, Євтушенко А.В. Спеціальні оливи для вузлів і систем БКВРМ: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2015. – 33 с.

У даному конспекті лекцій подано матеріали, щодо застосування трансмісійних, турбінних, трансформаторних та інших олив у вузлах та системах колійної, будівельної та іншої техніки. Проаналізовані умови роботи даних олив і узагальнені вимоги до їх якості. Наведена інформація про основні фізико-хімічні властивості різних типів олив та про їх вплив на роботу тих вузлів і агрегатів, в яких ці оливи застосовуються. Викладені основні принципи класифікації та маркування трансмісійних, турбінних, компресорних, трансформаторних олив відповідно до чинних стандартів. Подана інформація про існуючі закордонні стандарти, що регламентують класифікацію трансмісійних олив, і показано їх зв'язок із вітчизняними стандартами.

Рекомендується для студентів спеціальності 7.05050308 – «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання», що вивчають курс «Основи надійності та експлуатаційні матеріали для БКВРМ», усіх форм навчання.

Табл. 8, бібліогр.: 12 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри будівельних колійних та вантажно-розвантажувальних машин 9 грудня 2013 р., протокол № 4.

Рецензент

доц. Є.В. Романович

А.М. Кравець, А.В. Євтушенко

СПЕЦІАЛЬНІ ОЛИВИ ДЛЯ
ВУЗЛІВ І СИСТЕМ БКВРМ

*Конспект лекцій
з дисципліни*

*"ОСНОВИ НАДІЙНОСТІ
ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ
ДЛЯ БКВРМ"*

Відповідальний за випуск Кравець А.М.

Редактор Буранова Н.В.

Підписано до друку 15.04.14 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,25. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 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, А.В. Євтушенко

**СПЕЦІАЛЬНІ ОЛИВИ ДЛЯ
ВУЗЛІВ І СИСТЕМ БКВРМ**

Конспект лекцій

з дисципліни

***«ОСНОВИ НАДІЙНОСТІ
ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ
ДЛЯ БКВРМ»***

Харків 2014

Кравець А.М, Євтушенко А.В. Спеціальні оливи для вузлів і систем БКВРМ: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2015. – 33 с.

У даному конспекті лекцій подано матеріали, щодо застосування трансмісійних, турбінних, трансформаторних та інших олив у вузлах та системах колійної, будівельної та іншої техніки. Проаналізовані умови роботи даних олив і узагальнені вимоги до їх якості. Наведена інформація про основні фізико-хімічні властивості різних типів олив та про їх вплив на роботу тих вузлів і агрегатів, в яких ці оливи застосовуються. Викладені основні принципи класифікації та маркування трансмісійних, турбінних, компресорних, трансформаторних олив відповідно до чинних стандартів. Подана інформація про існуючі закордонні стандарти, що регламентують класифікацію трансмісійних олив, і показано їх зв'язок із вітчизняними стандартами.

Рекомендується для студентів спеціальності 7.05050308 – «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання», що вивчають курс «Основи надійності та експлуатаційні матеріали для БКВРМ», усіх форм навчання.

Табл. 8, бібліогр.: 12 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри будівельних колійних та вантажно-розвантажувальних машин 9 грудня 2013 р., протокол № 4.

Рецензент

доц. Є.В. Романович

ТРАНСМІСІЙНІ ОЛИВИ

Умови роботи і функції

Трансмiсiйнi оливи призначенi для застосування у вузлах тертя агрегатiв трансмiсiй легкових i вантажних автомобiлiв, автобусiв, тракторiв, тепловозiв, дорожньо-будiвельних i iнших машин, а також в рiзних зубчатих редукторах i черв'ячних передачах промислового устаткування. До основних функцiй, виконуваних трансмiсiйними оливами, можна вiднести:

- захист деталей трансмiсiї вiд зношування, заїдання, пiтинга та iнших пошкоджень;
- зниження до мiнiмуму втрат енергiї на тертя;
- вiдведення тепла вiд поверхонь тертя;
- зниження шуму i вiбрацiї зубчатих колiс, зменшення ударних навантажень;
- ущiльнення зазорiв у сальниках i рiзних з'єднаннях.

За своїм складом трансмiсiйнi оливи являють собою базовi оливи, як такi можуть виступати мiнеральнi, а також частково або повнiстю синтетичнi оливи, легованi рiзними функцiональними присадками.

В агрегатах трансмiсiй змащувальна олива є невид'ємним елементом конструкцiї. Здатнiсть оливи виконувати i тривало зберiгати функцiї конструкцiйного матерiалу визначається її експлуатацiйними властивостями. Загальнi вимоги до трансмiсiйних олив визначаються конструкцiйними особливостями, призначенням i умовами експлуатацiї агрегату трансмiсiї.

Трансмiсiйнi оливи працюють у режимах високих швидкостей ковзання ($3 \div 10$ м/с, а в гепоїдних i черв'ячних редукторах – до 20 м/с), з високим питомим тиском у мiсцях контакту зубiв ($200 \div 600$ МПа, а в гепоїдних передачах до $3000 \div 4000$ МПа) i при високих температурах (в зонах контакту зубчатих колiс температура складає порядку $300 \div 800$ °С). При таких температурах i тиску гранична плiвка здатна руйнуватися,

що призводить до виникнення режиму граничного тертя і, як наслідок, до задиру.

Швидкість прогрівання трансмісійної оливи значно нижча (приблизно у 2÷4 рази), ніж у моторної оливи. При цьому деталі і вузли трансмісії значний час працюють при дуже високій в'язкості оливи, що призводить до значних витрат енергії, а отже, до зниження паливної економічності машини (на 8÷12 %, а іноді і більше).

Оливи сприймають динамічні навантаження, зменшуючи їх, знижують шум і вібрацію, ущільнюють зазори. Їх пускові властивості і тривала працездатність мають забезпечуватися в інтервалі температур від -60 до +150 °С. Нижня температурна межа застосування трансмісійних олив має забезпечувати рушання машини з місця і подальший перехід на підвищені передачі без попереднього розігрівання оливи в агрегатах.

У зв'язку з такими важкими умовами роботи до якості трансмісійних олив висувають досить жорсткі вимоги. Для забезпечення надійної і тривалої роботи агрегатів трансмісій оливи повинні мати певні характеристики:

- достатні протизадирні, протизношувальні і протипітингові властивості;
- високу антиокислювальну стабільність;
- добрі в'язкісно-температурні властивості і порівняно низьку в'язкість в області низьких температур;
- високі змащувальні властивості;
- не створювати корозійної дії на деталі трансмісії;
- добрі захисні властивості при контакті з водою;
- достатню сумісність з гумовими ущільненнями;
- добрі антипінні властивості;
- високу фізичну стабільність в умовах тривалого зберігання.

Більшість цих властивостей трансмісійних олив можуть бути забезпечені шляхом правильного підбору оливної основи і введення до складу базової оливи відповідних функціональних присадок: антипінної, антиокислювальної, протизадирної, протизношувальної, антикорозійної та ін. Сприяє забезпеченню необхідних характеристик трансмісійної оливи наявність у ній

значної кількості природних поверхнево-активних смолянистих речовин.

Мастильні властивості трансмісійної оливи покращують додаванням у них присадок, що містять органічні речовини (сірко-, фосфор- і азотвмісні з'єднання), металоорганічні сполуки (свинцю, цинку, алюмінію та ін.), складні з'єднання (в склад входять відразу декілька елементів). Перевіряють мастильну здатність оливок на машинах тертя.

Головні показники якості трансмісійних оливок

Для опису експлуатаційних характеристик трансмісійних оливок у переважній більшості застосовуються ті ж самі показники якості, що і для інших оливок, наприклад моторних [2]. Розглянемо найбільш застосовувані з них.

Густина – це маса речовини, що міститься в одиниці об'єму. Визначається цей показник за допомогою ареометрів при температурі 20 °С відповідно до вимог ГОСТ 3900-85 («Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности»). Позначається вона, як правило, буквою ρ і вимірюється в [кг/м³]. Крім того, для визначення цього показника може бути застосований ДСТУ ГОСТ 31072:2006 («Нафта і нафтопродукти. Метод визначення густини, відносної густини та густини в градусах АРІ ареометром»).

Кінематична в'язкість – питомий коефіцієнт внутрішнього тертя, який характеризує опір, що створюють частинки рідини їх взаємному переміщенню під дією зовнішньої сили. Визначають кінематичну в'язкість трансмісійних оливок за ДСТУ ГОСТ 33-2003 ((ИСО 3104-94) «Нафтопродукты. Прозорі і непрозорі рідини. Визначення кінематичної в'язкості і розрахунок динамічної в'язкості») за допомогою капілярних віскозиметрів типу ВПЖ-2 або ВПЖ-4 (віскозиметр Пінкевича) при температурі 50 °С та 100 °С. Вимірюється в'язкість у [мм²/с], рідше у сантистоксах [сСт] ([1 мм²/с]=[10⁻⁶ м²/с]=[1 сСт]) і позначається зазвичай буквою ν .

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 $[\text{Н}\cdot\text{с}/\text{м}^2]=[\text{Па}\cdot\text{с}]$. Визначення виконується за допомогою ротаційного віскозиметра згідно з ГОСТ 1929-87 («Нефтепродукты. Метод определения динамической вязкости на ротационном вискозиметре») за мінусових температур: -15, -20 або -35 °С, залежно від марки оливи відповідно до нормативно-технічної документації на її виготовлення.

Індекс в'язкості (ІВ) – показник, який характеризує ступінь залежності в'язкості оливи від температури і визначається розрахунковим шляхом. Для цього досліджувану оливу порівнюють з двома еталонними оливами, одна з яких має $ІВ = 100$ (це означає, що її в'язкість повільно змінюється при зміні температури принаймні в межах робочого діапазону), а друга має $ІВ = 0$ (що означає суттєву залежність її в'язкості від температури). Для розрахунку ІВ визначають в'язкість досліджуваної оливи при 37,8 °С (100 °F) і 98,9 °С (210 °F) і за допомогою таблиць, поданих у ДСТУ ГОСТ 25371:2006 ((ІСО 2909-81) «Нафтопродукты. Розрахунок індексу в'язкості за кінематичною в'язкістю»), проводять розрахунок $ІВ$ за формулою:

$$ІВ = \frac{v - v_1}{v - v_2} \cdot 100$$

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

v_1 – в'язкість випробовуваної оливи при температурі 37,8 °С;

v_2 – в'язкість при температурі 37,8 °С еталонної оливи, яка має $ІВ = 100$ і таку саму кінематичну в'язкість, що і випробовувана олива при 98,9 °С.

Температура спалаху – це найменша температура, при якій пари оливи утворюють з повітрям горючу суміш, що спалахує при піднесенні до неї джерела полум'я. Визначається ця температура для трансмісійних олив у відкритому тиглі за

ГОСТ 4333-87 («Нефтепродукты. Методы определения температур вспышки и воспламенения в открытом тигле») і вимірюється у градусах за шкалою Цельсія.

Температура застигання – це температура, при якій олива загусає настільки, що втрачає рухомість. Визначається температура застигання за ГОСТ 20287-91 («Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания»). Вимірюється вона також у градусах Цельсія.

Масова частка механічних домішок – показує вміст в оливі механічних домішок, які не розчиняються в самій оливі і в стандартних розчинниках (бензині і толуолі). Порядок визначення цього показника регламентується ГОСТ 6370-83 («Нефть, нефтепродукты и присадки. Метод определения механических примесей»). Визначається як співвідношення маси механічних домішок до маси проби оливи, що застосовувалась у випробуваннях, виражене у відсотках.

Масова частка води – характеризує наявність води в трансмісійній оливі або її відсутність. Визначається за ГОСТ 2477-65 («Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды») і вимірюється у відсотках, які показують відносну кількість води у дослідженій пробі трансмісійної оливи.

Корозійний вплив на метали – показує схильність оливи створювати корозійний вплив на металеві пластинки, що занурюються в підігріту оливу і витримуються в ній протягом трьох годин, який виявляється у зміні зовнішнього вигляду пластинок і появі на їх поверхні чітких слідів корозії. Визначення проводиться за ГОСТ 2917-76 («Масла и присадки. Метод определения коррозионного воздействия на металлы»). Для випробувань за даним стандартом трансмісійних олив застосовуються, як правило, пластинки із міді і сталі. Результатом такого дослідження є висновок, «витримує» олива дані випробування чи ні.

Схильність до піноутворення – це кількість піни в міліметрах, що утворюється в оливі у градуйованому мірному циліндрі, що прогрівається до 24 °С і продувається повітрям протягом 5 хвилин. Об'єм піни, що залишився після 10 хвилин відстоювання оливи, називається стабільністю піни.

Піна, яка з'являється в трансмісійній оливі при інтенсивному перемішуванні і збовтуванні, погіршує її змащувальні та захисні властивості, прискорює окислення і зменшує продуктивність оливного насоса. Інтенсивність піноутворення і стабільність піни залежить від хімічного складу оливи, від її в'язкості, від наявності присадок і від умов експлуатації. При підвищенні температури і зменшенні густини оливи інтенсивність піноутворення підвищується, але стабільність піни зменшується. Менше піняться оливи з низькою в'язкістю. Мийні, в'язкісні, протизношувальні і антикорозійні присадки підсилюють піноутворення. Також піноутворення посилюється при наявності в оливі води.

Трибологічні характеристики – показують здатність трансмісійної оливи захищати поверхні трибосполучень вузлів, в яких вона застосовується від тертя та зношування. Ці характеристики описуються низкою параметрів: індекс задиру, навантаження зварювання, показник зносу при навантаженні 392 Н. Визначаються ці параметри на чотирикульковій машині тертя за ГОСТ 9490-75 («Материалы смазочные жидкие и пластичные. Метод определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине»).

Індекс задиру (вимірюється в ньютонах) характеризує здатність мастильного матеріалу знижувати вірогідність утворення задирів на металі при напівсухому терті.

Критичне навантаження – це навантаження, яке може витримати оливна плівка на поверхнях тертя до утворення задирів на випробувальних зразках. Вимірюється цей показник у ньютонах.

Навантаження зварювання – це зусилля, при якому поверхні тертя не в змозі прослизати одна відносно одної. Воно показує межу працездатності мастильного матеріалу і вимірюється у ньютонах.

Показник зносу – характеризує мастильні можливості матеріалу, визначається як середній діаметр плям зносу, що утворилися на парах тертя при випробуванні на чотирикульковій машині при дії на них певного навантаження і вимірюється в міліметрах.

Сумісність із гумою – визначає ступінь впливу трансмісійної оливи на властивості гуми, з якою вона контактує. В даному випадку мова йде про гумові вироби, які застосовуються як ущільнювальні елементи (сальники, манжети, прокладки) у трансмісіях машин. Випробування проводяться на гумі марки УИМ-1 згідно з ГОСТ 9.030-74 («Единая система защиты от коррозии и старения. Резины. Методы испытания на стойкость в ненапряженном состоянии к воздействию жидких агрессивных сред»). Визначається ця властивість у відсотках зміни об'єму гуми після перебування її в трансмісійній оливі протягом 72 годин при температурі 80 °С.

Вміст водорозчинних кислот та лугів – це показник, який характеризує корозійну активність трансмісійної оливи. Визначається цей показник за ГОСТ 6307-75 («Нефтепродукты. Метод определения наличия водорастворимых кислот и щелочей»), який передбачає встановлення тільки наявності цих сполук в оливі без вимірювання їх точної кількості. Вміст водорозчинних кислот та лугів у трансмісійній оливі не допускається.

Крім того, для окремих марок трансмісійних олив можуть визначатися такі властивості, як коксівність, колір на калориметрі, термоокислювальна стабільність, масова частка активних елементів (цинк, фосфор, хлор та сірка).

Класифікація і маркування трансмісійних олив

Різноманіття трансмісійних олив, що виробляються промисловістю і призначаються для різноманітної техніки, викликало необхідність розроблення і використання класифікацій цих олив, які дають можливість правильно вирішити питання вибору сорту оливи для даної конструкції трансмісії. Згідно з ГОСТ 17479.2-85 («Масла трансмиссионные. Классификация и обозначение») всі трансмісійні оливи класифікуються за двома ознаками: в'язкістю і експлуатаційними властивостями, які регламентують галузь їх застосування.

Залежно від рівня кінематичної в'язкості при 100 °С трансмісійні оливи поділяють на чотири класи (таблиця 1), що

позначаються арабськими цифрами, числове значення яких приблизно відповідає середньому значенню кінематичної в'язкості для даного класу. До того ж, для кожного класу в'язкості обмежена мінусова температура, при якій динамічна в'язкість не перевищує 150 Па·с, оскільки це значення в'язкості вважається граничним, при якому ще забезпечується надійна робота агрегатів трансмісій.

Таблиця 1 – Класи в'язкості трансмісійних олив

Клас в'язкості	Кінематична в'язкість при 100 °С, мм ² /с	Температура, при якій динамічна в'язкість не перевищує 150 Па·с, °С, не вище
9	6,00÷10,99	-35
12	11,00÷13,99	-26
18	14,00÷24,99	-18
34	25,00÷41,00	---

Залежно від експлуатаційних властивостей і можливих галузей застосування трансмісійні оливи поділено на п'ять груп, які позначаються арабськими цифрами (таблиця 2). Групу олив встановлюють за результатами оцінки їх властивостей за ГОСТ 9490-75 («Материалы смазочные жидкие и пластичные. Метод определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине») при розробленні нових трансмісійних олив та постановці їх на виробництво, а також при періодичних випробуваннях товарних олив 1 раз на 2 роки.

Позначення трансмісійних олив, згідно з ГОСТ 17479.2, складається з трьох груп знаків і має такий вигляд:

ТМ-5-18,

де **ТМ** – початкові букви російських слів «трансмиссионное масло»;

5 – група оливи за експлуатаційними властивостями (таблиця 1);

18 – клас в'язкості оливи (таблиця 2).

Допускають також застосування деяких уточнювальних позначень у марці оливи, що позначають її додаткові властивості, наприклад: «з» – олива що містить загущувальну присадку, «рк» – олива є робочо-консерваційною.

Таблиця 2 – Групи трансмісійних олив за експлуатаційними властивостями

Група	Склад олив	Рекомендована галузь застосування
1	Оливи без присадок	Циліндричні, конічні і черв'ячні передачі, що працюють при контактних напругах 900÷1600 МПа і температурі оливи в об'ємі до 90 °С
2	Оливи з протизношувальними присадками	Те саме, при контактних напругах до 2100 МПа і температурі оливи в об'ємі до 130 °С
3	Оливи з протизадирними присадками помірної ефективності	Циліндричні, конічні, спірально-конічні і гепоїдні передачі, що працюють при контактних напругах до 2500 МПа і температурі оливи в об'ємі до 150 °С
4	Оливи з протизадирними присадками високої ефективності	Циліндричні, спірально-конічні і гепоїдні передачі, що працюють при контактних напругах до 3000 МПа і температурі оливи в об'ємі до 150 °С
5	Оливи з протизадирними присадками високої ефективності і багатофункціональної дії, а також універсальні оливи	Гепоїдні передачі, що працюють із ударними навантаженнями, великим моментом при контактних напругах вище 3000 МПа і температурі оливи в об'ємі до 150 °С

До введення в дію ГОСТ 17479.2 на класифікацію і систему позначень трансмісійних олив вони маркувалися згідно з нормативно-технічною документацією на їх виготовлення, і в це маркування включалися перші букви слів, що вказують на їх призначення, і цифри, які позначають кінематичну в'язкість цих

олив у [мм²/с] при температурі 100 °С. Буквені позначення в таких маркуваннях мають такі значення: **Т** – трансмісійне; **С** – отримано із сірчистих нафт; **А** – автомобільне; **гип** – для гепоїдних передач; **з** – містить загущувальну присадку; **И** – містить комплекс присадок; **п** – з присадкою; **В** – олива з поліпшеними властивостями; **К** – кислотний спосіб очищення; **Д** – окрім залишкових компонентів, містить і дистиляти; **рк** – робочо-консерваційна. Наприклад, маркування **ТСз-9гип** означає, що це трансмісійна олива з основою із сірчистих нафт, містить загущувальну присадку, призначена для гепоїдних передач і має в'язкість 9 мм²/с. Зараз досить часто виробники використовують паралельно позначення трансмісійних олив за ГОСТ 17479.2 і за нормативно-технічною документацією на їх виготовлення.

Також існує умовна класифікація всіх ТМ за двома ознаками. За *напруженістю роботи зубчатих передач*, за якою всі трансмісійні оливи ділять на універсальні, загального призначення і гепоїдні. А залежно від *кліматичних умов застосування* виділяють літні, зимові, всесезонні і арктичні трансмісійні оливи, які відрізняються в'язкісно-температурними властивостями.

Міжнародна класифікація трансмісійних олив

Для класифікації трансмісійних олив за в'язкістю найбільше поширення і визнання у світі отримала система, розроблена Товариством автомобільних інженерів США (SAE), а саме стандарт SAE J306 «Класифікація в'язкості трансмісійних олив для ведучих мостів і механічних коробок передач» (таблиця 3). За цим стандартом в'язкість оливи виражається в умовних одиницях – ступенях в'язкості (сР).

Інформація про рекомендовані до застосування в'язкості олив заноситься в рекомендації з обслуговування транспортного засобу, на підставі чого користувач вибирає відповідний продукт.

В'язкість трансмісійної оливи вибирається з урахуванням найбільшої і найменшої температур навколишнього середовища, при яких планується експлуатація автомобіля. Виходячи з цих

міркувань, класифікація SAE J306 побудована на показниках низькотемпературної і високотемпературної вязкостей.

Таблиця 3 – Стандарт SAE J306 на в'язкість трансмісійних олів

Ступінь в'язкості за SAE	Максимальна температура при в'язкості 150000 сР, °С ^{(1) (5)}	В'язкість при 100°С, мм ² /с ⁽²⁾	
		min ⁽³⁾	max
70W	-55 ⁽⁴⁾	4,1	-
75W	-40	4,1	-
80W	-26	7,0	-
85W	-12	11,0	-
80	-	7,0	<11,0
85	-	11,0	<13,5
90	-	13,5	<24,0
140	-	24,0	<41,0
250	-	41,0	-

Примітки:

1 – за методикою ASTM D2983.

2 – за методикою ASTM D445.

3 – ліміт має витримуватися після 20-ти годин випробування CEC L-45-T-93, Method C.

4 – метод ASTM D2983 не забезпечує необхідної точності при вимірюваннях нижче -40°С. Цей факт має бути врахований у будь-яких відносинах споживач-виробник.

5 – додаткові вимоги до низькотемпературної в'язкості можуть бути поставлені до рідин, призначених для використання в легконавантажених синхронізованих МКПП (легкові автомобілі, мікроавтобуси тощо.)

Показник низькотемпературної в'язкості оцінюється шляхом визначення температури, при якій в'язкість оливи за Брукфільдом досягає значення 150000 сР. В'язкість визначається за методом ASTM D2983-87 (1993) «Стандартний метод визначення низькотемпературної в'язкості автомобільних олів шляхом вимірювання на віскозиметрі Брукфільда». Таке значення

в'язкості вибране, тому що, як показали результати експлуатаційних випробувань, при в'язкості оливи більше 150000 сР спостерігаються руйнування підшипників вала-шестірні.

Показник високотемпературної в'язкості оцінюється на основі значення кінематичної в'язкості оливи при температурі 100 °С. Визначається за методом ASTM D445-97 «Стандартний метод визначення кінематичної в'язкості прозорих і непрозорих рідин» (*Standart Test Method for Kinematic Viscosity Transparent and Opaque Liquids*). Значення кінематичної в'язкості при високій температурі дає можливість судити про здатність захисної масляної плівки витримувати навантаження в режимі високих робочих температур і навантажень.

Стандарт SAE J306 умовно поділяє трансмісійні оливи:

- на зимові: **SAE 70W, 75W, 80W, 85W**;
- літні: **SAE 80, 85, 90, 140, 250**.

Умовність такого розподілу пояснюється конструктивними особливостями агрегатів трансмісій різних виробників. Залежно від робочих температур оливи і навантажень існують агрегати, для яких оливи зимового ряду забезпечуватимуть достатній ступінь захисту в широкому діапазоні зовнішніх температур. Нерідкі випадки рекомендації всесезонного застосування оливок зимового ряду.

Згідно з останньою редакцією стандарту SAE J306 маркування трансмісійної оливи має включати тільки один ступінь зимового (наприклад **SAE 75W**) і літнього (наприклад **SAE 85**) ряду або комбінацію з двох цих ступенів (наприклад **SAE 75W-85**). Не допускається маркування з двома зимовими ступенями, як це дозволялося раніше. Ступені в'язкості **SAE 80** і **SAE 85** є новими і вперше введені в класифікацію.

ГОСТ 17479.2 передбачає певне співвідношення між вітчизняними класами в'язкості трансмісійних оливок і ступенями в'язкості за стандартом SAE J306 (таблиця 4).

Таблиця 4 – Відповідність класів в'язкості трансмісійних оливок за ГОСТ та SAE

ГОСТ	SAE	ГОСТ	SAE
9	75w	18	90
12	80w/85w	34	140

Щодо класифікації трансмісійних олив за експлуатаційними властивостями, то загальновізнаною в усьому світі є система класифікації, розроблена API («Позначення експлуатаційних змащувальних олив для коробок передач ручного управління і для мостів. Публікація API 1560, лютий 1976 р.»). За цією системою оливи позначаються знаком класу **API GL**. Є п'ять класів від **API GL-1** до **API GL-5** і декількох проектних (таблиця 5). Основними ознаками цієї класифікації є конструкція і умови роботи передачі, додатковими ознаками – вміст протизношувальних і протизадирних присадок.

Таблиця 5 – Класи якості трансмісійних олив за стандартом API

Позначення	Характеристика та галузь застосування
1	2
API GL-1	Оливи для передач, що працюють у легких умовах. Складаються з базових олив без присадок. Іноді додаються в невеликій кількості антиокислювальні присадки, інгібітори корозії, легкі депресорні і протипінні присадки. Призначені для спірально-конусних, черв'ячних передач і механічних коробок передач (без синхронізаторів) вантажних автомобілів і сільськогосподарських машин
API GL-2	Оливи для передач, що працюють в умовах середньої важкості. Містять протизношувальні присадки. Призначені для черв'ячних передач транспортних засобів. Звичайно застосовуються для змащування трансмісії тракторів і сільськогосподарських машин
API GL-3	Оливи для передач, що працюють в умовах середньої важкості. Містять до 2,7 % протизношувальних присадок. Призначені для змащування конусних і інших передач вантажних автомобілів. Не призначені для гепоїдних передач
API GL-4	Оливи для передач, що працюють в умовах різної важкості. Містять 4,0 % ефективних протизадирних присадок. Призначені для конічних і гепоїдних передач, що мають малий зсув осей, для коробок передач вантажних автомобілів, для агрегатів ведучого моста. Для несинхронізованих коробок передач північноамериканських вантажних автомобілів, тягачів і автобусів (комерційних автомобілів), для головних і інших передач усіх автотранспортних засобів. У даний час є основними і для синхронізованих передач, особливо в Європі. У такому разі

	на етикетці або у змісті даних оливи мають бути написи про таке призначення і підтвердження про відповідність вимогам виробників машин

Продовження таблиці 5

1	2
API GL-5	Оливи для найбільш навантажених передач, що працюють у суворих умовах. Містять до 10 % вискоєфективних протизадирних і інших багатофункціональні присадок. Основне призначення – для гепоїдних передач, що мають значний зсув осей. Застосовуються як універсальні оливи для всіх інших агрегатів механічної трансмісії (окрім коробки передач). Ефективні для найзавантаженіших передач, що працюють у дуже важких умовах (великі швидкості ковзання і значні ударні навантаження). Для синхронізованої механічної коробки передач застосовуються тільки оливи, що мають спеціальне підтвердження про відповідність вимогам виробників машин. Можуть застосовуватися для диференціала підвищеного тертя (позначення класу має додаткові знаки, наприклад, API GL-5+ або API GL-5 SL)
API GL-6	У даний час не застосовується, оскільки вважається, що клас API GL-5 достатньо добре задовольняє найвищі вимоги
API MT-1	Оливи для високонавантажених агрегатів. Призначені для несинхронізованих механічних коробок передач потужних комерційних автомобілів (тягачів і автобусів). Еквівалентні оливам API GL-5 , але мають підвищену термічну стабільність
API PG-2	Оливи для передач ведучих мостів потужних комерційних автомобілів (тягачів і автобусів) і мобільної техніки. Еквівалентні оливам API GL-5 , але мають підвищену термічну стабільність і поліпшену сумісність з еластомерами

ГОСТ 17479.2 встановлює орієнтовну відповідність між вітчизняними групами трансмісійних олив за експлуатаційними властивостями і групами за стандартом API (таблиця 6).

Таблиця 6 – Відповідність груп трансмісійних олив за ГОСТ та API

ГОСТ	TM-1	TM-2	TM-3	TM-4	TM-5
API	GL-1	GL-2	GL-3	GL-4	GL-5

Слід зауважити, що в Європі також застосовується класифікація трансмісійних олив **ZF TE-ML** (Zahnradfabrik Friedrichshafen), яка охоплює всі оливи, включаючи рідини для гідромеханічних передач. «Zahnradfabrik Friedrichshafen» (Німеччина, Фрідріхсхафен, далі – ZF) є однією з найбільших і впливових в Європі компаній з виробництва передач і силових агрегатів транспортних засобів. Компанія створила систему класифікації усіх видів автотранспортних передач. Кожен вид має свій список мастильних матеріалів (таблиця 7). У списках для кожного виду передач перелічуються:

- види і класи якості мастильних матеріалів;
- класи в'язкості;
- допущені до застосування продукти з вказівкою марки і виробника.

Таблиця 7 – Класифікація трансмісійних олив, що застосовуються в агрегатах ZF

Список мастильних матеріалів ZF	Призначення (вузли і агрегати)
1	2
ZF TE-ML 01	Механічні несинхронізовані коробки передач з шестернями постійного зачеплення (комерційні автомобілі)
ZF TE-ML 02	Механічні і автоматичні трансмісії вантажних автомобілів і автобусів
ZF TE-ML 03	Коробки передач з гідротрансформаторами для позашляхової мобільної техніки (будівельна і спеціальна техніка, автонавантажувачі тощо)
ZF TE-ML 04	Суднові трансмісії
ZF TE-ML 05	Ведучі мости позашляхової мобільної техніки
ZF TE-ML 06	Трансмісія і гідравлічні навісні системи тракторів
ZF TE-ML 07	Передачі з гідростатичним і механічним приводом, системи з електроприводом
ZF TE-ML 08	Системи рульового управління (без гідропідсилювача) легкових і вантажних автомобілів,

	автобусів і позашляхової мобільної техніки
ZF TE-ML 09	Системи рульового управління (з гідропідсилювачем і оливонасосом) легкових і вантажних автомобілів, автобусів і позашляхової мобільної техніки
ZF TE-ML 10	Коробки передач типу Transmatic для легкових і комерційних транспортних засобів
ZF TE-ML 11	Механічні і автоматичні трансмісії легкових автомобілів
ZF TE-ML 12	Ведучі мости легкових автомобілів, комерційних транспортних засобів і автобусів
ZF TE-ML 13	Агрегати ZF у транспортних засобах спеціального призначення

Продовження таблиці 7

1	2
ZF TE-ML 14	Автоматичні трансмісії комерційних транспортних засобів
ZF TE-ML 15	Гальмівні системи транспортних засобів спецпризначення

Номенклатура трансмісійних олив

До введення ГОСТ 17479.2 трансмісійні оливи випускалися і маркувалися за ГОСТ 23652-79 («Масла трансмиссионные. Технические условия»), який встановлює вісім марок олив: ТСп-14,5; ТЕп-15; ТСп-10; ТСп-14; ТАп-15В; ТСп-15К; ТСп-14гип; ТАД-17И. Крім того, за відповідними ТУ виробляються оливи марок АК-15; ТСп-10ЭФО; ТСзп-8; ТСз-9гип, ТМ-5-12рк і ТСгип.

Трансмісійні оливи без присадок останніми роками виробляють і застосовують надзвичайно рідко (для застарілих видів техніки), і вироблення таких олив здійснюють за спеціальними замовленнями покупців.

Розглядаючи сьогоднішній ринковий асортимент трансмісійних олив, слід, перш за все, зазначити його помітне скорочення. Так, абсолютно припинилося виробництво старих, добре відомих олив АК-15, ТС-14,5, скоротилися обсяги виробництва раніше широко використовуваних олив ТАп-15В, ТЕп-15 та ін. Пояснюється це значним скороченням в експлуатації старих автомобілів, тракторів, екскаваторів і інших

видів транспортних, будівельних і сільськогосподарських технічних засобів. У той же час не можна не помітити появи на нафтовому ринку країни різних зарубіжних трансмісійних олив аналогічного призначення.

Відповідність старих позначень трансмісійних олив і позначень, передбачених ГОСТ 17479.2, подана в таблиці 8.

Промисловістю випускаються трансмісійні оливи всіх груп за експлуатаційними властивостями і класами в'язкості, окрім оливи першої групи класів в'язкості **9** і **12**. Таким чином, загальна номенклатура трансмісійних олив складає 18 найменувань. Кожна група трансмісійних олив має свою певну галузь застосування.

Таблиця 8 – Відповідність позначень трансмісійних олив за нормативно-технічною документацією на їх виготовлення і позначень, передбачених ГОСТ 17479.2-85

Позначення за ГОСТ	Позначення за НТД	Документація
ТМ-1-18	ТСп-14,5	ТУ 38.101110-81
ТМ-1-18	АК-15	ТУ 38.001280-76
ТМ-2-9	ТСп-10ЭФО	ТУ 38.101701-77
ТМ-2-18	ТЕп-15	ГОСТ 23652-79
ТМ-2-34	ТС	ТУ 38.1011332-90
ТМ-3-9	ТСзп-8	ТУ 38.1011280-89
ТМ-3-9	ТСп-10	ГОСТ 23652-79
ТМ-3-18	ТСп-15К, ТАп-15В	ГОСТ 23652-79
ТМ-5-9	ТСз-9гип	ТУ 38.1011238-89
ТМ-5-12з(рк)	ТМ-5-12рк	ТУ 38.101844-80
ТМ-5-18	ТСп-14гип, ТАД-17и	ГОСТ 23652-79
ТМ-5-34	ТСгип	ОСТ 38.01260-82

Трансмісійні оливи слід застосовувати згідно інструкції з експлуатації машини. Проте в процесі експлуатації дозволяється змішування різних марок олив. Суміші олив можна використовувати в коробках передач, ведучих мостах і редукторах з негепоїдними передачами. В гепоїдних передачах необхідно застосовувати тільки спеціально призначені для них оливи. Гепоїдні оливи можна застосовувати для негепоїдних передач без обмежень.

Для всіх агрегатів трансмісій з негепоїдними передачами кращою оливою є **ТСП-15К**. Найкращі змащувальні властивості мають оливи **ТАД-17И** і **ТСП-15К**, а найгірші **ТСП-10**. За в'язкісно-температурними властивостями кращими є оливи **ТАД-17И** і **ТСП-15К**. Найкращі антиокислювальні властивості мають оливи **ТАД-17И**, **ТСП-15К**, **ТСП-14гип**, **ТМ-5-12рк**, а найбільшу корозійну агресивність має олива **ТСП-14гип**.

Найбільш сприятливі до застосування в трансмісіях БКВРМ оливи груп **ТМ-3**, **ТМ-4** і **ТМ-5** і класів в'язкості в основному **18** і іноді **9** і **12**.

Олива **ТСП-15К** (ГОСТ 23652-79) – трансмісійна олива, єдина для коробки передач і головної передачі (двоступінчатий редуктор з циліндричними і спірально-конічними зубчатими колесами) автомобілів КАМАЗ і інших вантажних автомобілів. Є залишковою оливою з невеликою добавкою дистилатних фракцій і композицією присадок, що покращують протизадирні, протизношувальні, низькотемпературні і антипінні властивості. Працездатна тривало при температурах $-20...+130$ °С.

Олива **ТАД-17И** – універсальна мінеральна. Містить багатофункціональну сірко-фосфорвмісну, депресорну і антипінну присадки. Працездатна до -25 °С; верхня межа тривалої працездатності $130...140$ °С. Призначена для мащення усіх типів передач, у тому числі гепоїдних, автомобілів і іншої мобільної техніки.

Оливу **ТСП-14гип** виробляють з композицією протизадирної, мийної і антипінної присадок. Призначена вона для мащення гепоїдних передач вантажних автомобілів і спеціальних машин як всесезонна для помірної кліматичної зони. Діапазон робочих температур цієї оливи від -25 до $+130$ °С.

ТМ-5-12рк – універсальна всесезонна робочо-консерваційна трансмісійна олива, призначена для експлуатації і консервації агрегатів трансмісій автомобілів і іншої мобільної техніки, що мають гепоїдні, конічні, черв'ячні і циліндричні передачі.

Оливу **ТСП-10** виробляють з малосірчистих нафт. Окрім протизадирної присадки, вона містить депресорну присадку. Оливу застосовують всесезонно в Північних районах і як зимову в середніх кліматичних зонах для мащення прямозубих, спірально-конічних і черв'ячних передач.

Олива **ТAp-15B** – суміш високов'язкого ароматизованого продукту з оливним дистилятом і композицією присадок, що покращують протизадирні і низькотемпературні властивості. Застосовують у трансмісіях вантажних автомобілів і для мащення прямозубих, спірально-конічних і черв'ячних передач, в яких контактна напруга досягає 2000 МПа, а температура оливи в об'ємі 130 °С. У середній кліматичній зоні використовують всесезонно при температурі до -25 °С.

ТУРБІННІ ОЛИВИ

Турбінні оливи призначені для змащування і охолодження підшипників різних турбоагрегатів: парових і газових турбін, гідротурбін, турбокомпресорних машин і генераторів електричного струму. Ці ж оливи використовують як робочі рідини в системах регулювання турбоагрегатів, а також у циркуляційних і гідравлічних системах різних промислових механізмів, а на тепловозах також як робочу рідину для гідравлічних передач.

Турбінні оливи повинні мати добру стабільність проти окислення, не виділяти при тривалій роботі осадів, не утворювати стійкої емульсії з водою, яка може проникати в змащувальну систему при експлуатації, захищати поверхню сталевих деталей від корозійної дії. Перелічені експлуатаційні властивості досягаються використанням для виготовлення високоякісних нафт, застосуванням глибокого очищення при переробці і введенням композицій присадок, які поліпшують антиокислювальні, деемульгуючі, антикорозійні, а в деяких випадках протизношувальні властивості олив.

Оливу **Тп-22С** виробляють з сірчистих парафінистих нафт із застосуванням очищення селективними розчинниками. Містить присадки, які поліпшують антиокислювальні, антикорозійні і деемульгуючі властивості. Призначена для високооборотних парових турбін, а також відцентрових і турбокомпресорів у тих випадках, коли в'язкість оливи забезпечує необхідні протизношувальні властивості. Є найпоширенішою турбінною оливою.

Оливу **Тп-22Б** виробляють з парафіністих нафт із застосуванням очищення селективними розчинниками. Містить присадки, які поліпшують антиокислювальні, антикорозійні і деемульгуючі властивості. В порівнянні з оливою **Тп-22С** має посилені антиокислювальні властивості, значний термін служби, меншу схильність до осадоутворення при роботі в устаткуванні. Не має замінників серед вітчизняних сортів турбінних олив при застосуванні в турбокомпресорах великих виробництв аміаку.

Оливи **Тп-30** і **Тп-46** виробляють з парафіністих нафт із застосуванням очищення селективним розчинником. Містять присадки, які поліпшують антиокислювальні, антикорозійні і інші властивості олив. Оливу **Тп-30** застосовують для гідротурбін, деяких турбо- і відцентрових компресорів. Оливу **Тп-46** застосовують для суднових паросилових установок з важконавантаженими редукторами і допоміжних механізмів.

Оливи **Т22**, **Т30**, **Т46**, **Т57** виробляють з високоякісних малосірчистих безпарафіністих бакинських нафт шляхом кислотного очищення. Необхідні експлуатаційні властивості олив досягаються вибором сировини і оптимальною глибиною очищення. Розрізняються в'язкістю і галузями застосування. Ці оливи не містять присадок.

Олива **Т22** має ті самі галузі застосування, що і оливи **Тп-22С** і **Тп-22Б**.

Оливу **Т30** використовують для гідротурбін, низькооборотних парових турбін, турбо- і відцентрових компресорів, що працюють з високооборотними навантаженими редукторами.

Оливу **Т46** застосовують у суднових паротурбінних установках і інших допоміжних судових механізмах з гідроприводом.

ОЛИВИ ДЛЯ ГІДРОМЕХАНІЧНИХ ПЕРЕДАЧ

Олива в гідромеханічній передачі (ГМП) виконує чотири основні функції:

- передає до механічного редуктора потужність, що розвивається двигуном;

- змащує вузли гідропередачі і є змащувальною та робочою рідиною системи автоматичного керування;
- служить робочим середовищем у фрикційних муфтах і гальмах;
- є охолоджувальним середовищем у гідропередачі.

Внаслідок цього до оливи для ГМП висуваються вельми складні і значною мірою суперечливі вимоги. Перш за все це стосується в'язкісних, фрикційних, протизношувальних і антиокислювальних властивостей оливи. При визначенні норм за в'язкістю виходять з необхідності забезпечення якомога менших втрат потужності в гідропередачі і прокачування оливи через малі діаметри трубок гідравлічної системи автоматичного управління. В той же час олива має бути достатньо в'язкою, щоб забезпечити змащування робочих поверхонь зубів коліс і підшипників, а також виключити значні втрати на випаровування і витіки через ущільнення.

Високе значення в'язкості оливи при негативних температурах утрудняє нормальну роботу гідравлічної системи управління при запуску техніки в холодну пору року.

Характеристики фрикційних властивостей – коефіцієнти статичного і динамічного тертя, від яких залежить ефективність роботи фрикційних дисків зчеплення, є найважливішими.

Погані фрикційні властивості оливи в моменти перемикання швидкостей можуть призвести до прослизання, тоді як змащувальний шар має забезпечувати контакт дисків з відносно високим коефіцієнтом тертя. Але така олива викликає значні втрати енергії на подолання тертя в інших вузлах.

Іншою суперечністю при формуванні складу оливи є наявність протизношувальної присадки, що у багатьох випадках знижує коефіцієнт тертя. Тому в деяких специфікаціях на оливи для гідромеханічних передач підкреслюється наявність або відсутність модифікаторів тертя.

Умови роботи гідромуфти і гідротрансформатора, високі швидкості потоків оливи – до 100 м/с з метою підвищення ККД і забезпечення можливої роботи при низьких температурах обумовлюють потребу у мінімальній в'язкості оливи, хоча при цьому необхідно підбирати спеціальні сальники і інші ущільнювачі. Застосування оливи із зниженою в'язкістю в

гідромеханічних передачах і ведучих мостах з блокуванням диференціала деяких конструкцій автомобілів може призвести до виникнення шуму. Ця небезпека, як правило, усувається правильним підбором оливи і введенням в неї присадок, які поліпшують змащувальну здатність.

Разом з цим оливи для гідромеханічних передач повинні мати хороші антикорозійні і антипінні властивості, бути сумісними з різними матеріалами ущільнювачів. Такі властивості забезпечуються застосуванням малов'язких низькозастигаючих добре очищених нафтових або синтетичних базових олив і комплексу складних функціональних присадок. Серед останніх особливо слід зазначити фрикційну, яка впливає на найкритичніші параметри оливи – коефіцієнти статичного і динамічного тертя, а також тривалість включення передачі.

Незважаючи на антиокислювальний потенціал, що надається оливі присадками, в ній при постійній дії підвищених робочих температур з часом починають накопичуватися продукти розкладання (старіння). Відкладаючись на фрикційних дисках зчеплення, вони можуть викликати їх «засалювання». Щоб уникнути цього, в більшу частину олив для гідромеханічних коробок передач разом з переліченими вище присадками вводять додатково детергентно-диспергуючі (мийні) присадки. В результаті тонкого диспергування продуктів окислення оливи по мірі їх утворення ці присадки перешкоджають агрегації частинок і відкладенню їх на поверхнях тертя.

Оливи для гідромеханічних передач виробляють на базі малов'язких фракцій сірчистих парафіністих нафт за допомогою їх селективного очищення, глибокої депарафінізації і загущують в'язкісними полімерними присадками, які значною мірою поліпшують їх в'язкісно-температурні характеристики.

Промисловістю випускаються три марки олив для гідромеханічних передач.

Олива марки «А» – являє собою глибокоочищений дистиллят селективного очищення, що загущений в'язкісною полімерною присадкою. До складу оливи входять антиокислювальна, протизношувальна, мийно-диспергуюча і антипінна присадки. Олива призначена для всесезонної експлуатації в гідротрансформаторах і автоматичних коробках

передач автомобілів при температурі навколишнього середовища до $(-30\div-35)$ °С. Оливу використовують також і як зимову в гідростатичних приводах самохідної сільськогосподарської і іншої техніки.

Олива марки «Р» – це добре обчищена дистилятна олива з додаванням присадок, які поліпшують антиокислювальні, протизношувальні, мийно-диспергуючі і антипінні властивості. Використовують у системах гідропідсилення керма і гідрооб'ємних передачах.

Олива МГТ – це дистилятна олива глибокого селективного очищення і глибокої депарафінізації, що загущена полімерною присадкою, з додаванням присадок, які забезпечують високий рівень антиокислювальних, протизношувальних, антифрикційних, протикорозійних і антипінних властивостей. Олива призначена для експлуатації в гідромеханічних коробках передач і гідросистемах навісного устаткування при температурі навколишнього середовища від $+50$ до -50 °С.

КОМПРЕСОРНІ ОЛИВИ

Залежно від галузей застосування і вимог, що висуваються, компресорні оливи підрозділяють на класи:

- для поршневих і ротаційних компресорів;
- для турбокомпресорних машин;
- для холодильних компресорів.

Компресорні оливи для поршневих і ротаційних компресорів, призначені для змащування циліндрів, поршнів, роторів, клапанів, штоків, шестерень і інших деталей тертя компресорів. Вони безпосередньо контактують з гарячим повітрям, що перебуває під тиском. Наявність такого середовища посилює окислення оливи. Чим вище температура і тиск повітря в циліндрах компресорів, тим інтенсивніше окислюється олива і тим вірогідніше утворення нагару на клапанах, стінках циліндрів і поршнях. Тому компресорні оливи повинні мати високу хімічну стабільність, тобто зберігати свої змащувальні властивості в умовах окислювальної дії кисню повітря при високій температурі і тиску, бути достатньо в'язкими, щоб ущільнювати зазори.

Щодо компресорних машин, то в'язкість є однією з основних експлуатаційних характеристик оливи. Від в'язкості залежать втрати енергії на тертя, знос поверхонь тертя деталей, ущільнення поршневих кілець, час запуску компресора, температура поверхонь тертя.

Утворення відкладень коксу залежить від термічної стабільності оливи, а також від її в'язкості. Олива більш низької в'язкості швидше переміщається по нагнітальному тракту компресора і утворює менше відкладень у системі нагнітання.

Слід зазначити, що існуюча думка про зв'язок температури спалаху оливи з її безпечною експлуатацією є неправильною. Висока температура спалаху не гарантує більшої безпеки її застосування в порівнянні з оливами, що мають меншу температуру спалаху. Для поршневих компресорів більш важлива температура самозаймання компресорних олив, яка для дистилятних олив з низькою температурою спалаху вище, ніж для залишкових високов'язких олив.

Позначення вітчизняних компресорних олив встановлені відповідно до розробленого у 80-х роках їх уніфікованого асортименту. Згідно з класифікацією оливи поділяють на групи:

- перша – для компресорів, що працюють при помірних режимах, що стискають повітря і інші нерозчинні в оливі гази при температурі нагнітання нижче 160 °С;

- друга – для компресорів, що працюють при помірних режимах, що стискають повітря і інші нерозчинні в оливі гази при температурі нагнітання нижче 180 °С;

- третя – для компресорів, що працюють у важких умовах при температурі нагнітання нижче 200 °С;

- четверта – для компресорів високого тиску, працюючих в особливо важких умовах при температурі нагнітання вище 200 °С.

Відповідно до класифікації оливи маркують таким чином. Буква «**К**» означає приналежність до компресорних олив. Група оливи указується цифрою після «**К**», за винятком першої групи. Потім після дефіса стоїть цифра, відповідна кінематичній в'язкості при 100 °С (наприклад **К-19**, **К2-24**).

До застосування в компресорах, встановлюваних на пневмоприводах БКВРМ, рекомендовані компресорні оливи першої групи марок **К-12, К-19, КС-19, КС-19п, Кп-8с**.

Оливу **К-19** виготовляють із малосірчистих безпарафіністих нафт кислотно-контактного очищення, а оливу **КС-19** із сірчистих парафіністих нафт селективного очищення. Обидві ці оливи застосовуються в компресорах рухомого складу в літній період, а також у стаціонарних умовах для одноступінчастих та багатоступінчастих компресорів середнього і високого тиску.

Олива **К-12** виробляється із малосірчистих безпарафіністих нафт кислотно-контактного очищення і містить депресорну присадку. Застосовується ця олива в компресорах рухомого складу залізниць у зимовий період, а в стаціонарних умовах для компресорів низького і середнього тиску при температурі навколишнього середовища до мінус 25 °С.

Кп-8 – це дистилатна олива селективного очищення, яка складається із суміші малосірчистих парафіністих нафт з антиокислювальною та антикорозійною присадками. Застосовується для турбокомпресорів і поршневих компресорних машин.

Для змащування відцентрових і турбокомпресорних машин в основному застосовують турбінні оливи, серед яких найбільш поширеними є оливи **Тп-22С** і **Тп-22Б**. У турбокомпресорах, спарених з високонавантаженими редукторами, умови роботи часто диктують застосування більш в'язкої, спеціально розробленої компресорної оливи **Кп-8С**. У тих випадках, коли від оливи потрібна висока стійкість до утворення осаду і хороша антиокислювальна стабільність, у компресорах слід застосовувати оливи **Тп-22Б** і **Кп-8С**. Переваги цих олив перед оливою **Тп-22С** особливо яскраво виявляються при їх роботі в компресорах, що перекачують аміак.

ТРАНСФОРМАТОРНІ ОЛИВИ

Трансформаторні оливи застосовують для заливки силових і вимірювальних трансформаторів, реакторного устаткування, а

також масляних вимикачів. В останніх вони виконують функції дугогасильного середовища.

На відміну від інших мастильних матеріалів, трансформаторні оливи не призначені для виконання мастильних функцій, а використовуються тільки як рідкі діелектрики. Вони забезпечують ізоляцію струмонесучих частин електроустаткування, виконують роль середовища, що відводить тепло, сприяють швидкому гасінню електродуги у вимикачах тощо. Такі специфічні функції трансформаторних олив визначають і особливі вимоги до їх якості. Зокрема ці оливи не повинні містити у своєму складі механічних домішок і води, а також повинні мати низьку температуру застигання і високу антиокислювальну стабільність.

Вміст механічних домішок у трансформаторних мастилах регламентується класом чистоти, який визначається відповідно до ДСТУ ГОСТ 17216:2004 («Чистота промислова. Класи чистоти рідин») [9]. У трансформаторних олив, які призначені для заправлення устаткування, працюючого під напругою до 220 кВ, клас чистоти не повинен бути нижче 11-го, а для устаткування, що працює під напругою вище 220 кВ не нижче за 9-й.

Однією з найважливіших властивостей трансформаторних олив є стабільність проти окислення, тобто здатність оливи зберігати параметри при тривалій роботі, оскільки вони мають вельми значні терміни служби (для високоякісних сортів трансформаторних олив термін служби без заміни може складати 20÷25 років і більше) і працюють при температурі, сприятливій для окислення (в основному 40÷50 °С, верхні шари можуть прогріватися до 95 °С). Для підвищення протиокислювальних властивостей всі трансформаторні оливи інгібуються присадкою **іюнол**.

Низька температура застигання трансформаторних олив (-45 °С і нижче) необхідна для збереження їх рухливості в умовах низьких температур.

Для забезпечення ефективного відведення тепла трансформаторні оливи повинні мати якнайменшу в'язкість при температурі спалаху, яка для різних марок олив перебуває в межах 95...150 °С.

Також трансформаторні оливи як діелектрик має володіти електричною міцністю. В оливи існує межова напруга поля, при якій відбувається порушення його електричної міцності і виникає пробій оливи. Пробивною напругою електричного поля називають ту напругу, при якій раптово падає опір оливи і по ній проходить струм великої сили. Значення, яке характеризує здатність оливи протистояти пробію, називається його електричною міцністю.

Важливим показником якості трансформаторної оливи є також тангенс кута діелектричних втрат. При змінному електричному полі в трансформаторній оливі, як і будь-якому діелектрику, виникають втрати енергії, пов'язані із процесами поляризації атомів, молекул або іонів. Ці витрати називаються діелектричними і вимірюються тангенсом кута, який є відношенням сумарного активного струму втрат до сумарного реактивного струму. Чим більше тангенс кута діелектричних втрат, тим вище втрати, тим гірше ізолюючі властивості оливи.

Терміни служби трансформаторних олив – роки, але мастильні властивості низькі, тому застосовувати їх для мащення вузлів тертя не можна.

Нафтопереробна промисловість випускає декілька сортів трансформаторних олив. Вони розрізняються за сировиною, що використовується, і способом отримання.

Оливу **ТКп** виробляють з малосірчистих нафтових нафт методом кислотно-лужного очищення. Містить присадку іонол. Рекомендована галузь застосування – устаткування напругою до 500 кВ включно.

Олива **селективного очищення** виробляється із сірчистих парафіністих нафт методом фенолового очищення з подальшою низькотемпературною депарафінізацією; містить присадку іонол. Застосовується для устаткування напругою до 220 кВ включно.

Оливу **Т-1500У** виробляють з сірчистих парафіністих нафт з використанням процесів селективного очищення і гідрування. Містить присадку іонол. Має поліпшену стабільність проти окислення, має невисокий вміст сірчистих з'єднань, низьке значення тангенса кута діелектричних втрат. Рекомендовано до застосування в електроустаткуванні напругою до 500 кВ і вище.

Оливу **ГК** виробляють із сірчистих парафіністих нафт з використанням процесу гідрокрекінгу, а оливу **ВГ** виробляють з парафіністих нафт із застосуванням гідрокаталітичних процесів. Вони містять присадку іонол. Мають хороші діелектричні властивості, високу стабільність проти окислення і рекомендовані до застосування в електроустаткуванні вищих класів напруги.

Оливу **АГК** виробляють з парафіністих нафт із застосуванням гідрокаталітичних процесів. Містить присадку іонол. Має хороші діелектричні властивості, високу стабільність проти окислення. Призначена для застосування в трансформаторах арктичного виконання.

Оливу **МВТ** виробляють з парафіністих нафт із застосуванням гідрокаталітичних процесів. Містить присадку іонол. Має унікальні низькотемпературні властивості, низький тангенс кута діелектричних втрат і високу стабільність проти окислення. Рекомендована до застосування в оливних вимикачах і трансформаторах арктичного виконання.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

- 1 Назвіть галузь застосування трансмісійних олив.
- 2 Які функції виконують трансмісійні оливи?
- 3 Опишіть умови роботи трансмісійних олив.
- 4 Які вимоги ставляться до технічних характеристик трансмісійних олив?
- 5 Яким чином забезпечуються необхідні експлуатаційні характеристики трансмісійних олив?
- 6 Назвіть основні експлуатаційні характеристики, що визначаються при оцінюванні якості трансмісійних олив.
- 7 Опишіть такий показник якості трансмісійних олив, як в'язкість. У чому полягає різниця між кінематичною і динамічною в'язкістю?
- 8 Який вплив на експлуатаційні характеристики трансмісійних олив має такий показник, як індекс в'язкості?
- 9 В чому полягає значення експлуатаційного показника – корозійний вплив на метали?

10 Що ви можете сказати про визначення таких показників, як ступінь забрудненості оливо механічними домішками та водою?

11 Яке значення має для трансмісійних оливо такий експлуатаційний показник, як схильність до піноутворення?

12 Розкажіть про значення і порядок визначення трибологічних характеристик трансмісійних оливо.

13 Для чого і як визначається така характеристика, як сумісність з гумовими виробами?

14 За якими ознаками класифікуються трансмісійні оливи згідно з вітчизняними стандартами?

15 На які групи класифікують трансмісійні оливи за в'язкістю?

16 Як класифікуються трансмісійні оливи за експлуатаційними характеристиками?

17 Яким чином маркуються трансмісійні оливи згідно з вітчизняним стандартом?

18 Як класифікуються і маркуються трансмісійні оливи згідно з міжнародним стандартом SAE?

19 Як класифікуються і маркуються трансмісійні оливи згідно з міжнародним стандартом API?

20 Що являє собою європейська класифікація трансмісійних оливо ZF TE ML?

21 Які марки трансмісійних оливо рекомендовані до застосування у вузлах і агрегатах БКВРМ?

22 Яке призначення мають турбінні оливи?

23 Які вимоги ставляться до експлуатаційних властивостей турбінних оливо?

24 Назвіть відомі вам марки турбінних оливо.

25 В чому полягає призначення оливо для гідромеханічних передач?

26 Опишіть умови роботи оливо для гідромеханічних передач.

27 Які вимоги ставляться до якості оливо для гідромеханічних передач?

28 Яку особливість мають в'язкісні характеристики оливо для гідромеханічних передач?

29 Назвіть відомі вам марки оливо для гідромеханічних передач.

- 30 Для чого призначені компресорні оливи?
- 31 Які вимоги ставляться до якості компресорних олив?
- 32 Які особливості умов роботи компресорних олив?
- 33 В чому полягає класифікація компресорних олив за вітчизняними стандартами?
- 34 Назвіть основні принципи маркування компресорних олив.
- 35 Назвіть відомі вам марки компресорних олив.
- 36 В чому полягає призначення трансформаторних олив?
- 37 Які вимоги ставляться до якості трансформаторних олив?
- 38 Назвіть основні експлуатаційні характеристики трансформаторних олив.
- 39 Поясніть значення діелектричних характеристик трансформаторних олив.
- 40 Назвіть відомі вам марки трансформаторних олив.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Кузнецов, А.В. Топливо и смазочные материалы [Текст]: учебник / А.В. Кузнецов. – М.: КолосС, 2007. – 198 с.
- 2 Кравець, А.М. Моторні оливи [Текст]: конспект лекцій з дисципліни «Основи надійності та експлуатаційні матеріали для БКВРМ» / А.М. Кравець, В.Г. Кравець. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – 38 с.
- 3 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.
- 4 Меркурьев, Г.Д. Смазочные материалы на железнодорожном транспорте [Текст]: справочник / Г.Д. Меркурьев, Л.С. Елисеев. – М.: Транспорт, 1985. – 255 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 Кравець, А.М. Визначення якості олив [Текст]: метод. вказівки до лаб. робіт з дисципліни «Основи трибології і хімотології» / А.М. Кравець. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 38 с.

7 Хіммотологія [Текст]: навч. посібник / С.В. Бойченко та ін. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2006. – 160 с.

8 Итинская, Н.И. Топливо, масла и технические жидкости [Текст]: справочник / Н.И. Итинская, Н.А. Кузнецов. – М.: ВО Агропромиздат, 1989. – 304 с.

9 Кравець, А.М. Визначення класу чистоти робочих рідин для гідроприводів [Текст]: метод. вказівки до лаб. робіт з дисципліни «Основи трибології і хіммотології» / А.М. Кравець, В.Г. Горбань. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 20 с.

10 Автомобильные эксплуатационные материалы зарубежного производства [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://vtk34.narod.ru/shevireva_avtmatzarub/index.htm.

11 Киселёв, М.М. Топливо-смазочные материалы для строительных машин [Текст]: справочник / М.М. Киселёв. – М.: Стройиздат, 1988. – 271 с.

12 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.

