

В якості прикладу ISO-L-HL 46, де HL – очищені нафтові оливи з поліпшеними антикорозійними та протиокисними властивостями, 46 – клас в'язкості (ISO VG46), кінематична в'язкість від 41,4 до 50,6 мм<sup>2</sup>/с при 40 °С.

У відповідності до міжвідомчих технічних вимог у гідрообладнанні рухомої наземної техніки, яка експлуатується на відкритому повітрі при температурі від -40 до 45 °С, слід застосовувати не більше двох сортів гідравлічних рідин [2]. В країнах СНД до них відносять гідравлічні рідини (оливи) ВМГЗ (МГ-15В) за ТУ 38 101479-74 та МГ-30 (МГ-46В) за ТУ 38 10150-79.

**Висновки.** Багато властивостей робочих рідин можна забезпечити введенням в основу рідини різноманітних присадок (протикорозійних, протизносних, протизадирочних, протипінних, миючих та ін.). Найбільш суттєве значення під час вибору робочої рідини мають в'язкість, стисливість, температура запалення, застигання та окислюваність.

Водночас важливу роль у широкому застосуванні гідравлічних рідин з поліпшеними екологічними і експлуатаційними властивостями відводиться державним відомствам паливно-енергетичного комплексу та екологічної безпеки багатьох країн світу. Для поліпшення біорозкладу нафтові оливи піддають хімічній модифікації, а на упаковках наносять відповідні знаки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Пелевін Л. Є., Міщук Д. О., Рашківський В. П., Горбатюк Є. В., Аржаєв Г. О., Красніков В. Ф. Гідравліка, гідромашини та гідропневмоавтоматика. – К. : Вид-во КНУБА, 2015. – 340 с.
2. Васильченко В. А. Гидравлическое оборудование мобильных машин: Справочник. – М. : Машиностроение, 1983. – 301 с.
3. Полянський С. К., Коваленко В. М. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин. – К. : Либідь, 2005. – 504 с.
4. Балтенас Р., Сафонов А. С., Ушаков А. И., Шергаліс В. Моторные масла: производство, свойства, классификация, применение. – М.-СПб. : Альфа-Лаб, 2000. – 272 с.

УДК 621.891

## ГІДРАВЛІЧНІ РІДИНИ ДЛЯ АВТОМАТИЧНИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

**Д.О. Міщук<sup>1</sup>, М.М. Балака<sup>2</sup>, М.М. Ходневич<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельних машин, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: [tdmid@ukr.net](mailto:tdmid@ukr.net)

<sup>2</sup>асистент кафедри будівельних машин, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: [maxim.balaka@gmail.com](mailto:maxim.balaka@gmail.com)

<sup>3</sup>студент групи БМО-22с, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: [m.hodnevich@gmail.com](mailto:m.hodnevich@gmail.com)

**Анотація.** В роботі проаналізовано властивості, функції та вимоги до застосування гідравлічних рідин в автоматичних коробках передач для потужних автомобілів, тягачів і тракторів. Наведено їх типові характеристики та порівняльна оцінка експлуатаційних властивостей з трансмісійними оливами.

*Ключові слова:* трансмісійна олива, рідина для автоматичної коробки передач.

## HYDRAULIC FLUIDS FOR AUTOMATIC TRANSMISSIONS

Dmytro Mischuk<sup>1</sup>, Maxim Balaka<sup>2</sup>, Mykola Hodnevich<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ph.D., assistant professor of Building Machinery, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: [tdmid@ukr.net](mailto:tdmid@ukr.net)

<sup>2</sup>Assistant of Building Machinery, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: [maxim.balaka@gmail.com](mailto:maxim.balaka@gmail.com)

<sup>3</sup>Student of group BMO-22s, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: [m.hodnevich@gmail.com](mailto:m.hodnevich@gmail.com)

**Abstract.** The properties, functions and requirements for the use of hydraulic fluids in automatic transmissions for powerful vehicles and industrial tractors are analyzed in this paper. Their typical characteristics and comparative evaluation of operational properties with transmission oils are given.

*Keywords:* transmission oil, automatic transmission fluid (ATF).

**Вступ.** Гідравлічні рідини застосовуються в якості робочого тіла в гідравлічних об'ємних приводах різноманітного призначення, гідромеханічних передачах (гідромуфтах, гідротрансформаторах і механізмах систем автоматичного керування шестерінчастими коробками передач), а також гідропідсилювачів керованого керування легкових, вантажних і потужних автомобілів, автобусів, тракторів, сільськогосподарської, будівельної техніки та інших наземних мобільних технічних засобів. Гідравлічні рідини одержують з базових нафтових і синтетичних олив або їх сумішей, до яких додають різні функціональні або багатфункціональні присадки.

**Мета роботи.** Проаналізувати властивості та вимоги до гідравлічних рідин, що застосовуються в автоматичних коробках передач.

**Матеріал та результати досліджень.** Серед багатьох властивостей, за якими оцінюється якість гідравлічних рідин, найважливішими є ті, що виявляються під час експлуатації техніки. До них належать фізико-хімічні (густина, в'язкість, температурний коефіцієнт об'ємного розширення, питома теплоємність та теплопровідність), експлуатаційні (в'язкісно-температурні, змащувальні, антикорозійні, термостабільні, протипінні) та екологічні властивості (виявляються в процесі взаємодії з навколишнім середовищем).

У відповідності до призначення гідравлічних рідин змінюються вимоги до їх фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей.

До основних функцій гідравлічної рідини в автоматичних коробках перемикання передач – ATF (automatic transmission fluid) відносяться:

- передача енергії від вхідної ланки гідродинамічної передачі (гідромуфти, гідротрансформатора) до її вихідної ланки, тобто від валу насосного колеса до валу турбінного колеса;

- безступенева зміна частоти обертання і крутного моменту турбінного колеса при передачі через гідродинамічну передачу потоку потужності;

- трансмісійна олива для мащення, охолодження і захисту від корозії вузлів тертя гідромеханічних коробок передач;

- робоче тіло гідрооб'ємних передач систем автоматичного керування гідромеханічною коробкою передач.

Для забезпечення високого коефіцієнта корисної дії гідродинамічної коробки передач ATF робоче тіло – гідравлічна рідина повинна мати низьку в'язкість 7...8 мм<sup>2</sup>/с при 100 °С тоді як для мащення шестерень гідромеханічної коробки передач – відносно висока в'язкість 20...30 мм<sup>2</sup>/с [1].

Середня робоча температура гідравлічної рідини (оливи) в картері ATF складає 80...95 °С, а в жарку погоду під час руху по місту – до 150 °С. Конструкція ATF така, що якщо з колінчастого валу двигуна внутрішнього згоряння знімається потужність більше ніж потрібна для подолання дорожнього опору, то її надлишок витрачається на внутрішнє тертя рідини (оливи), яке ще більше нагрівається.

Високі швидкості руху потоків рідини в гідродинамічних передачах і температура спричиняють інтенсивну аерацію, яка викликає вспінення, що створює сприятливі умови для окиснення рідини (оливи) і корозії металів. Різноманітність матеріалів у парах тертя («сталь – сталь», «сталь – метало-кераміка», «сталь – бронза», «сталь – фрикційна накладка») утруднює при цьому підбір антифрикційних присадок. Крім того різні конструкційні матеріали, кисень, вода і олива утворюють електрохімічні пари та активізують корозійний знос.

Від коефіцієнта тертя залежить сила зчеплення та якість роботи фрикційних механізмів гідромеханічних коробок передач ATF, тобто плавне переключення і безшумна робота передач на всіх режимах, величинах крутного моменту і температур. Такі умови можуть забезпечувати тільки рідини (оливи) з поліпшеними фрикційними властивостями, які містять в собі модифікатори тертя; в специфікаціях OEM's вони мають загальну назву «для гальма мокрого типу» (wet brakes, oil-immersed brakes).

Що стосується здібності рідин ATF виконувати функції трансмісійної оливи в гідромеханічній коробці передач ATF, то в таблиці 1 наведено порівняльна оцінка їх експлуатаційних властивостей [1].

Таблиця 1 – Порівняльна оцінка експлуатаційних властивостей трансмісійних олив і рідин ATF

Властивості	Трансмісійні оливи	Рідини ATF
Високотемпературна в'язкість	добре	прийнято
Низькотемпературна в'язкість	прийнято	відмінно
Стійкість до термоокиснення	те саме	те саме
Навантажувальна здібність	відмінно	прийнято
Піттинг зубів шестерень	добре	те саме
Характеристика синхронізації	відмінно	те саме

Зауважимо, що рідини ATF повинні задовольняти таким складним та суперечливим вимогам:

- мати добрі низькотемпературні властивості та високий індекс в'язкості (180 і більше), протизношувальні та ущільнювальні властивості, мале піноутворення і добру деаерацію, високу термоокисну стабільність;

- забезпечувати необхідні статичний та динамічний коефіцієнти тертя при малих і великих швидкостях проковзування пар тертя фрикційних механізмів, мінімальну залежність коефіцієнта тертя від температури, плавну роботу і стримувати вібрації пар тертя фрикційних механізмів;

- не викликати корозію металевих деталей та не руйнувати ущільнювальні матеріали вузлів ATF;

- забезпечувати ефективний відбір тепла, а також вимивання та видалення продуктів зношення і забруднень з поверхонь тертя;

- бути нетоксичними, дешевими і недефіцитними.

Для гідротрансформаторів та автоматичних коробок передач автомобілів, будівельної та спеціальної техніки країн СНД випускається олива А за ТУ 38 1011282-89, що не має замінника, а для гідромеханічних коробок передач – олива МГТ за ТУ 38 1011103-90 (таблиця 2).

Олива марки А виробляється з глибокоочищених дистильованих олив із додаванням протизношувальної та протіокисної (ДФ-1 за ГОСТ 10644-77), депресорної (ПМА-Д ТУ 6.01.270-74), протипінної (ПМС-200А ТУ 6.02.718-72) присадок і застосовується щорічно за температури повітря від -35 °С.

Олива марки МГТ виробляється з глибокоочищених нафтових олив із додаванням пакету високоякісних функціональних присадок, які забезпечують оливі високий індекс в'язкості та добрі в'язкісно-температурні власти-

вості; застосовується в гідромеханічних коробках передач колісної та гусеничної техніки за температури повітря від  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$  і контактних напруженнях до 2000 МПа.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники олив марок А і МГТ

Показник	Олива А	Олива МГТ
В'язкість кінематична ( $\text{мм}^2/\text{с}$ ) при $^{\circ}\text{C}$ :		
100 (в межах)	–	6...7
50 (в межах)	23...30	–
-20	$\leq 2100$	–
В'язкість динамічна при $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Па·с	–	$\leq 40$
Індекс в'язкості, не менше	160	175
Температура, $^{\circ}\text{C}$ :		
застигання (не вище)	-40	-55
спалаху у відкритому тиглі (не менше)	160	175
Трибологічні характеристики на чотири кулькові машини при $20\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ :		
індекс задиру, не менше	38	40
ступінь зносу на вісь при 392,4 Н, мм	–	0,5
Вміст:	допуск. лужна реакція	
водорозчинні кислоти та луги	–	сліди
вода	–	–
механічні домішки, % (не більше)	0,01	0,01
Зольність, % (не менше)	0,6	–
Вплив на гуму при $(125...130)^{\circ}\text{C}$ , %:		
зміна об'єму	–	0...8
зміна маси	–	0...7
Густина при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $\text{кг}/\text{м}^3$	870	860

Рідини ATF не підрозділяються за експлуатаційними властивостями та в'язкістю, тому для всіх умов, будь-яких режимів роботи і потужності машини застосовують одні і ті ж гідравлічні рідини.

Виняток становлять тільки кліматичні умови. В залежності від природи базової оливи і складу депресорних присадок вони відрізняються за індексом в'язкості та температурою застигання. Для регіонів лютої зими в якості ATF застосовують тільки синтетичні оливи.

За кордоном для ATF використовують гідравлічні рідини двох типів, які відповідають вимогам основних виробників автомобілів – «General Motors» (GM) та «Ford» (таблиця 3). Вони мають відповідно фірмові назви – Dexron і Mercon [1].

**Таблиця 3 – Сорти і етапи розвитку рідин ATF**

«General Motors»		«Ford»	
Модифікація	Рік схвалення	Модифікація	Рік схвалення
Type A	1949	M2C33-B	1959
Type A, Suffix A (TASA)	1957	M2C33-D	1961
Dexron B	1967	M2C33-F (Type F)	1967
Dexron IIC	1973	M2C33-G (Type G)	1972
Dexron IID	1981	M2C138-CI (Type CI)	1975
Dexron IIE	1991	ESPM-2C166-H (Type H)	1981
Dexron III(F)	1993	Mercon	1987
Dexron III(G)	1997	Mercon	1993
Dexron IV	1999	Mercon V (Type B)	1998

Рідини ATF фарбують в червоний колір, щоб вони відрізнялися від інших олив, а також для виявлення місць їх витікання.

Споживачам рідин ATF потрібно знати, що рідини Dexron і Mercon відрізняються коефіцієнтами тертя. Фірма «Ford» (рідини Mercon) віддає перевагу коефіцієнту тертя, який збільшується зі зменшенням швидкості ковзання, а фірма «General Motors» (рідини Dexron) вимагає зменшення коефіцієнта тертя в цьому випадку. Цей параметр дуже важливий, оскільки значно впливає на процес зміни передач без ривків. Рідини за специфікаціями M2C33-F і M2C33-G значно відрізняються за коефіцієнтом тертя від рідин Dexron, а рідини за специфікаціями M2C138-CI і M2C166-H можна частково замінити рідинами Dexron II (таблиця 4).

**Таблиця 4 – Типові характеристики рідин ATF**

Властивість	Типове значення рідин ATF	Межа	
		Dexron III	Mercon
Кінематична в'язкість (мм <sup>2</sup> /с) при °C: 40 100	37,7	протокол	–
	8,1	те саме	6,8(min)
Індекс в'язкості	197	–	–
В'язкість по Брукфільду (сП) при °C: -10 -20 -30 -40	448	протокол	протокол
	1280	1500(max)	1500(max)
	4250	5000(max)	протокол
	15800	20000(max)	20000(max)
Температура, °C: спалаху	200	170(min)	177(min)

Властивість	Типове значення рідин ATF	Межа	
		Dexron III	Mercon
самозаймання	231	185(min)	–
Питома густина (60/60°F)	0,87	–	–
Склад, ppm <sup>1</sup> :			
бор (В)	130	протокол	протокол
кальцій (Са)	28	те саме	те саме
азот (N)	960	– // –	– // –
фосфор (Р)	250	– // –	– // –
сірка (S)	3500	– // –	– // –
1) ppm (past per million) – часток на мільйон, млн <sup>-1</sup>			

Остання модифікація рідини Mercon V (M2C202-B Type B) має особливі властивості та з іншими рідинами ATF не взаємозамінне [2].

Рідини ATF легкових автомобілів за їх властивостями суттєво відрізняються від рідин для потужних тягачей, тракторів та інших транспортно-технологічних засобів. Вимоги до якості наведено фірмовим OEM's: в Європі – ZFTE-ML14, MAN339, MB236.6; у Північній Америці – Allison C-3, C-4, Caterpillar TO-2, TO-4, John Deere IDM20A, Massey-Ferguson M 1135, M 1139.

**Висновки.** Для забезпечення довговічності трансмісії та її належного функціонування необхідно підтримувати оптимальний рівень рідини. Термін експлуатації рідини ATF багато в чому залежить від пробігу, умов експлуатації, а також віку транспортно-технологічного засобу. Через екстремальні умови експлуатації рідина ATF має порівняно недовгий ресурс, тому доводиться періодично її доливати або проводити повну заміну.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Балтенас Р., Сафонов А. С., Ушаков А. И., Шергаліс В. Трансмиссионные масла. Пластичные смазки : состав, свойства, классификация, применение. – СПб. : Изд-во ДНК, 2001. – 206 с.
2. Гнатченко И. И., Бородин В. А., Репников В. Р. Автомобильные масла, смазки, присадки : справочное пособие. – М. : Изд-во АСТ; СПб. : Изд-во Полигон, 2000. – 360 с.