

О. А. Сич
кандидат хімічних наук,
головний судовий експерт

Т. М. Кот
провідний судовий експерт

*Київський науково-дослідний інститут судових експертиз
Міністерства юстиції України*

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ КАРБОКСИЛАТНИХ АНТИФРИЗІВ

Розглянуті основні види, експлуатаційні властивості та хімічний склад охолоджуючих рідин (антифризів) для автотранспорту. Встановлено, що антифризи з карбоксилатними присадками за експлуатаційними властивостями переважають традиційні та гібридні антифризи. Запропоновано спектральний метод ідентифікації карбоксилатних антифризів.

Ключові слова: *автомобільні антифризи, експлуатаційні властивості, ідентифікація, спектральний метод.*

Охолоджуюча рідина є однією з головних функціональних рідин для двигунів внутрішнього згоряння. При згорянні палива в двигуні внутрішнього згоряння виділяється значна кількість тепла. Для охолодження двигунів внутрішнього згоряння використовуються спеціальні рідини, які, циркулюючи по системі охолодження, постійно омивають нагріті стінки циліндрів і головки блоку. При цьому рідина сама нагрівається і по трубопроводу попадає в радіатор з великою поверхнею охолодження. У радіаторі рідина охолоджується повітрям і знову попадає в охолоджуючу сорочку блоку циліндрів. Таким чином, в системі охолодження проходить безперервна вимушена циркуляція охолоджуючої рідини. Надійність і безвідмовність роботи рідинної системи охолодження двигунів внутрішнього згоряння в великій мірі залежить від правильного вибору охолоджуючої рідини та її якості [1]. Охолоджуюча рідина повинна мати такі характеристики:

- високі теплоємність і теплопровідність, щоб ефективно відводити тепло від гарячих стінок двигуна;
- низьку температуру застигання, що забезпечує надійну роботу системи охолодження в усі пори року;
- високу температуру кипіння, щоб не утворювались «парові пробки» в системі охолодження і втрати рідини від випаровування при роботі двигуна були мінімальні;
- високу температуру спалаху для безпеки експлуатації;

– оптимально малу в'язкість, яка б забезпечувала її вільне прокачування в системі в широкому діапазоні температур;

– низьке спінювання, яке може призвести до втрати рідини із системи охолодження через зливні патрубки і погіршення теплопередачі.

Охолоджуюча рідина не повинна:

– викликати корозію металів і сплавів, з яких виготовлені деталі системи охолодження двигуна;

– роз'їдати гумові шланги і з'єднання, з якими вона знаходиться в постійному контакті в системі охолодження двигуна.

Для охолодження двигунів використовують різні рідини. В теплу пору року, коли температура повітря вище 0⁰ С, найкращою охолоджуючою рідиною є вода. При температурах нижче 0⁰ С використовуються рідини з низькою температурою замерзання.

Низькозамерзаючі охолоджуючі рідини – антифризи готують змішуванням води з одним або декількома компонентами, які мають здатність понижати температуру замерзання розчину. Кращими низькозамерзаючими охолоджуючими рідинами є суміші води з гліколями – етиленгліколем і пропіленгліколем.

Етиленгліколь – двоатомний спирт $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$ – прозора, безбарвна, в'язка рідина, без запаху. Густина при 20⁰ С – 1,1132г/см³, температура кипіння – 197,4⁰ С, температура спалаху – 122⁰ С.

Пропіленгліколь – $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$ – прозора, безбарвна, в'язка рідина, без запаху. Густина при 20⁰ С – 1,0364 г/см³, температура кипіння – 188,2⁰ С, температура спалаху – 99⁰ С.

Кращими низькозамерзаючими охолоджуючими рідинами є продукти на основі етиленгліколю.

Всі сучасні автотранспортні охолоджуючі рідини (антифризи) складаються з етиленгліколю, води і додатків. Базові компоненти, вода і етиленгліколь, складають 93–97% об'єму рідини. Змішуючи етиленгліколь і воду в різних співвідношеннях можна одержати рідини з температурою застигання від 0 до мінус 75⁰ С.

Негативними властивостями етиленгліколю, як складової частини антифризу є його токсичність і корозійна агресивність щодо металів. Для забезпечення необхідного рівня антикорозійних властивостей застосовуються відповідні додатки. Додатки («пакет додатків») визначають властивості антифризу : антикорозійні, антикавітаційні властивості, термін експлуатації, вартість тощо. Саме за додатками відрізняються один від одного антифризи різних компаній-виробників: BASF, Artenco, Honeywell та інших.

Відповідно до складу пакетів додатків сучасні антифризи поділяються на декілька типів: карбоксилатні, гібридні, антифризи «Lobrid» і традиційні [2]. Окрему групу складають спеціальні антифризи для важконавантажених двигунів, які встановлюються на кар'єрних вантажівках, бульдозерах і т.д.

Відповідно до класифікації запропонованої концерном Volkswagen Audi Group традиційні антифризи з неорганічними присадками позначаються G11, гібридні антифризи G11+, а карбоксилатні антифризи G12 [3].

Для зручності використання антифризів різних типів було запропоновано забарвлювати антифризи неорганічного G11 та гібридного походження G11+ у синій та зелений колір, а антифризи з органічними (карбоксилатними) присадками G12 у рожевий та червоний кольори [4]. Однак запропонована диференціація антифризів за зовнішнім виглядом не є обов'язковою і досить часто порушується окремими фірмами випускниками продукції.

Карбоксилатні антифризи (G12) відрізняються від інших антифризів за технологією виробництва пакету додатків, основу якого складають солі вищих карбонових кислот (карбоксилати). Карбоксилати є ефективними інгібіторами корозії, які є стабільними при високих температурах, витримують тривалий термін експлуатації. Принципова відмінність карбоксилатної технології від інших технологій полягає в тому, що в ній відсутні неорганічні добавки, характерні для «традиційних» антифризів.

Відомі карбоксилатні антифризи Havoline XLC, Glysantin G30, Freecor NRC, Ford Super Plus, CoolStream Premium, Mobil Delvac ELC, GlycoShell Longlife, DexCool, GlasElf Auto Supra, Prestone та інші, здатні експлуатуватися протягом тривалого періоду часу – не менше 5 років, з пробігами 250 тисяч км. в легкових і 650 тисяч км. у вантажних автомобілях. Більш того, Ford дає їм термін заміни 10 років, а GM-Opel – безстроково (fill for life).

Гібридні антифризи (G11+) – теж ефективні охолоджуючі рідини із збільшеним терміном експлуатації. Вони були розроблені на початку 90-х років, на декілька років раніше карбоксилатних антифризів. До складу їх пакетів додатків також входять солі карбонових кислот у поєднанні з солями неорганічних кислот – звідси назва «гібридні». У європейських гібридних антифризів разом з карбоксилатами використовують силікати, в японських і корейських – фосфати, в американських – нітриту. Термін служби до 3 років.

Антифризи Lobrid – антифризи, які займають проміжне положення між гібридними і карбоксилатними. Пакети додатків антифризів Lobrid складаються в основному з карбоксилатів з додаванням невеликої кількості (не більше 10%) неорганічних компонентів, як правило, силікатів. У них поки немає загальноприйнятої назви, а розробники називають цей тип антифризів по-різному – Lobrid (компанія Arteco) і SOAT (компанія BASF). Такі антифризи почала застосовувати група PSA (Peugeot, Citroen) в нових моделях автомобілів. В цій групі антифризів з'явилися продукти, в яких базовий компонент антифризу етиленгліколь частково заміщений гліцерином. Наскільки ефективними виявляться ці нові антифризи, і чи зможуть вони витіснити карбоксилатні і гібридні антифризи – покаже час.

Традиційні антифризи (G11) – це, так звані неорганічні технології, в даний час в основному застарілі. Пакети додатків таких антифризів складаються з різних комбінацій солей неорганічних кислот – силікатів, фосфатів, борату (бура), амінів, нітратів, нітриту. Карбоксилати до складу традиційних антифризів не входять. Антифризи, що містять бензоати (солі бензоліної кислоти), також відносять до традиційного типу.

Традиційні антифризи застосовувалися в 60-х – 90-х роках, а потім були поступово витиснені новими досконалішими гібридними і карбоксилатними антифризами. Сьогодні за кордоном вони практично не випускаються і використовуються лише в старих моделях автомобілів. Сказане вище, на жаль, не відноситься до українського ринку, який заповнений безліччю традиційних антифризів під назвою «тосолів» і «антифризів». Розпізнати їх дуже важко, оскільки на етикетках зазвичай нічого не написано ні про склад пакету додатків, ні про тип охолоджуючої рідини

Відмова від використання традиційних антифризів пов'язана з недоліками неорганічних додатків, які входять до їхнього складу. Так, силікати мають схильність до утворення гелів і абразивних частинок, що знижують відведення тепла від двигуна, засмічують систему охолодження, руйнують помпу. Фосфати можуть випадати в осад при змішуванні антифризу з водою. Нітрит дуже швидко окислюється і для забезпечення позитивного впливу на корозію вимагає регулярного поповнення. Всі ці неорганічні добавки достатньо швидко спрацьовуються, тому термін експлуатації традиційних антифризів відносно малий.

Карбоксилатні антифризи мають більший термін служби – 5 років проти 3-х років у гібридного антифризу і 2-х років у силікатного. Карбоксилатний антифриз також краще захищає метали від корозії і кавітації, що забезпечує оптимальне охолодження двигуна.

Основним документом в Україні та країнах СНД згідно якого проводиться контролювання якості охолоджуючих рідин є ГОСТ 28084-89 (СТ СЭВ 2130-80) «Жидкости охлаждающие низкотемпературные. Общие технические условия».

Порівняння експлуатаційних властивостей охолоджуючих рідин різних типів проводилось у ДП УкрНДІП «МАСМА» в межах пошукової науково-дослідної роботи по розробці уніфікованих охолоджуючих рідин для автотранспорту.

Нижче будуть розглянуті результати порівняльних досліджень експлуатаційних властивостей традиційних охолоджуючих рідин G11 та карбоксилатних охолоджуючих рідин G12.

В Таблиці 1 наведені результати лабораторних випробувань зразків охолоджувальних рідин «Вауго» (G12) виробництва ТзОВ «ЛОККО» (м. Львів), «Леол» ТУ У 24.6-22589938.007-2002 (м. Суми) (G11+) та «Cool Stream Standar C» (G11) виробництва ТОВ «Техноформ» (РФ) на відповідність вимогам ГОСТ 28084-89.

Випробуваннями встановлено, що охолоджувальні рідини «Вауго» (G12), виробництва ТзОВ «ЛОККО» (м. Львів) за фізико-хімічними показниками відповідають вимогам ГОСТ 28084-89.

Охолоджувальна рідина «Леол» (G11+) не відповідає вимогам ГОСТ 28084-89 за показником «густина» та має підвищену корозійну активність відносно алюмінію.

Таблиця 1

№	Показники якості	Норма за ГОСТ 28084 Робоча рідина (ОЖ-40)	Робоча рідина «Вагуго» (G12)	Робоча рідина «Леол» (G11+)	Робоча рідина «Cool Stream Standar С» (G11)	Метод випробування
			Фактичне значення	Фактичне значення	Фактичне значення	
1	Зовнішній вигляд	Прозора однорідна забарвлена рідина без механічних домішок	Прозора однорідна рідина червоно-го кольору без механічних домішок	Прозора однорідна рідина зеленого кольору без механічних домішок	Прозора однорідна рідина салатого кольору без механічних домішок	ГОСТ 28084, п. 4.1
2	Густина, г/см ³	1,065 – 1,085	1,070	1,115	1,072	ГОСТ 28084, п. 4.2
3	Температура початку кристалізації, °С	не вище мінус 40	мінус 40	мінус 40	мінус 41	ГОСТ 28084, п.4.3
4	Фракційні дані: - температура початку перегонки, °С, - масова частка рідини, що переганяється до досягнення температури 150 °С, %	не нижче 100 не більше 50	101 43,50	101 42,6	100 41,70	ГОСТ 28084, п. 4.4
5	Корозійна дія на метали, г/м ² добу, не більше • мідь, • латунь, • сталь, • чавун, • алюміній • алюмінієво-магнієвий сплав	Не більше 0,1 Не більше 0,1 Не більше 0,1 Не більше 0,1 Не більше 0,1	0,0004 0,0002 0,0012 0,0270 0,0061 0,0072	0,0051 0,0096 0,0051 0,0218 - 0,0980 (потемніння) - 0,0062 (потемніння)	0,0004 0,0002 0,0027 0,0734 - 0,0994 (потемніння) -0,0999 (потемніння)	ГОСТ 28084, п. 4.5
6	Спліювання: - об'єм, см ³ - стійкість піни, сек.	не більше 30 не більше 3	7 1	7 1	5 2	ГОСТ 28084, п. 4.6
	7	Набухання гуми, %	не більше 5	1,08	0,81	
						ГОСТ 9.030, р.1; ГОСТ 28084, п. 4.7

8	Показник концентрації водневих іонів /рН/, од. рН	7,5 – 11,0	8,30	8,31	8,6	ГОСТ 28084,
9	Лужність, см ³	не менше 10	20	11,07	8,2	ГОСТ 28084, п. 4.9

Охолоджувальна рідина «Cool Stream Standar C» (G11) виробництва ТОВ «Техноформ» (РФ) за показником «лужність» не відповідає вимогам ГОСТ 28084-89, після 336 годин випробувань на «корозійну дію» помутніла, виділився незначний осад, при визначенні показника «корозійна дія» спостерігається потемніння поверхні пластинок із алюмінію; алюмінієво-магнієвого сплаву. Зовнішній вигляд продуктів корозії на системі охолодження двигунів внутрішнього згоряння наведено на рис. 1.



Рис. 1. Зовнішній вигляд продуктів корозії на системі охолодження двигунів внутрішнього згоряння

Таким чином, було встановлено, що при випробуваннях охолоджуючих рідин з неорганічними присадками на корозійну дію на алюмінії і алюмінієво-магнієві сплави спостерігається потемніння і збільшення маси, що свідчить про утворення окисних плівок на поверхні алюмінію та його сплавів.

Антифризи різних типів мають не тільки різні експлуатаційні властивості та строк служби, а і різну вартість. Зокрема, звичайні неорганічні антифризи G11 мають вартість від 26 грн/кг, а карбоксилатні антифризи коштують більше 34 грн/кг.

Враховуючи значну різницю в терміні служби антифризів різних типів, а також різницю в їх вартості слід очікувати певні зловживання при виробництві та реалізації антифризів недобросовісними постачальниками продукції. Враховуючи цю обставину, а також те, що у більшості випадків не допускається змішування карбоксилатних

антифризів з неорганічними антифризами необхідно розроблення методу ідентифікації карбоксилатних антифризів.

В даній роботі розглянуті можливості використання методу інфрачервоної (ІЧ) спектроскопії для ідентифікації карбоксилатних антифризів.

Для порівняльного дослідження були обрані антифризи різних типів: карбоксилатна охолоджуюча рідина «Вауго» (G12), гібридна охолоджуюча рідина фірми «Леол» (позначена як G11+) і звичайний антифриз типу «Cool Stream Standar C» (G11) з неорганічними присадками.

Для визначення хімічного складу охолоджуючих рідин (антифризів) було застосовано метод молекулярного аналізу в інфрачервоній області спектру (метод ІЧ-спектроскопії). Вказаний метод дозволяє визначати хімічний склад органічних речовин за наявністю характерних індивідуальних смуг поглинання різних типів хімічних сполук. Зокрема карбоксилатні органічні сполуки характеризуються наявністю смуг поглинання при 1560 см^{-1} – 1580 см^{-1} [5].

Для визначення хімічного складу проби різних типів антифризів впарювались при помірному нагріванні при $t = 120^{\circ}\text{C}$ до мазеподібного залишку. Спектри поглинання в інфрачервоній області спектру (ІЧ – спектри) одержаних упарених зразків реєстрували на інтерференційному Фур'є-спектрофотометрі SPECTRUM GX виробництва PerkinElmer, США, з використанням алмазних віконць за таких умов:

- діапазон хвильових чисел від 4000 см^{-1} до 650 см^{-1} ;
- роздільна здатність – 4 см^{-1} ;
- відстань між сусідніми точками вимірювання 1 см^{-1} ;
- число сканів – 32.

При порівнянні ІЧ-спектрів досліджених охолоджуючих рідин встановлено наступне.

Для охолоджуючої рідини «Вауго» (G12) характерна наявність смуг при $1572,2$; $1450,9$; $1408,1$; $1340,9\text{ см}^{-1}$ (Рисунок 2), інтенсивна смуга поглинання при 1572 см^{-1} характеризує наявність в складі антифризу карбоксилатних присадок.

Для охолоджуючої рідини фірми «Леол» (G11+) і звичайного антифризу типу «Cool Stream Standar C» (G11) характерна відсутність вказаної смуги поглинання, що свідчить про відсутність в складі даних охолоджуючих рідин карбоксилатних присадок.

ІЧ-спектри охолоджуючої рідини фірми «Леол» (G11+) та охолоджуючої рідини «Cool Stream Standar C» (G11) також відрізняються між собою за основними смугами поглинання: рідина фірми «Леол» (G11+) має характеристичні смуги поглинання при: $1422,3$; $1222,7$; $1105,9$; $1045,9$; $926,9\text{ см}^{-1}$ (Рисунок 3), а рідина «Cool Stream Standar C» (G11) має характеристичні смуги при $1679,2$; $1352,7$; $1070,4$; $862,3\text{ см}^{-1}$ (Рисунок 4).

Таким чином, застосування спектроскопії поглинання в інфрачервоній частині спектру при дослідженні упарених до сухого залишку охолоджуючих рідин (антифризів) дозволяє диференціювати антифризи за видовою належністю. При цьому спектральна характеристика карбоксилатних антифризів (G12) має інтенсивну смугу поглинання при $\sim 1572\text{ см}^{-1}$, яка відсутня у антифризів з неорганічними присадками (G11).

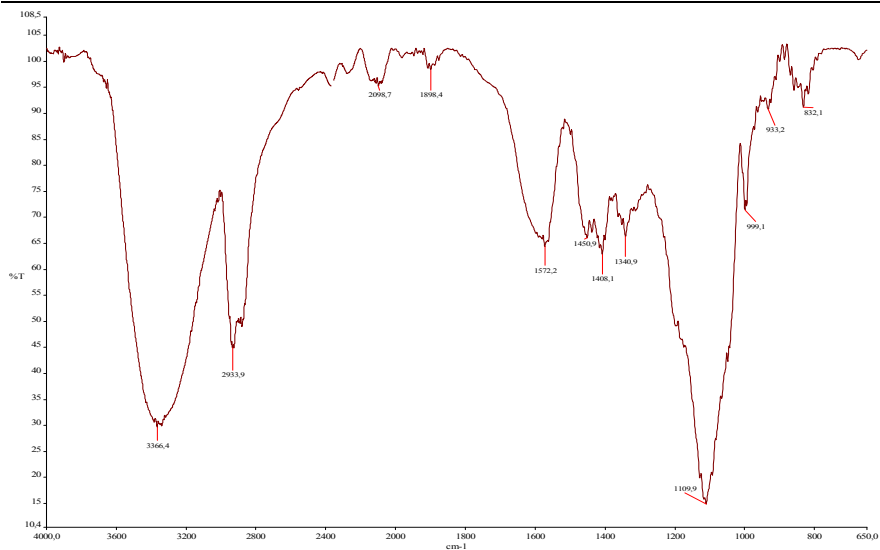


Рис. 2. Спектр поглинання в інфрачервоній (ІЧ) області впареного зразка охолоджуючої рідини «Вагуго» (G12)

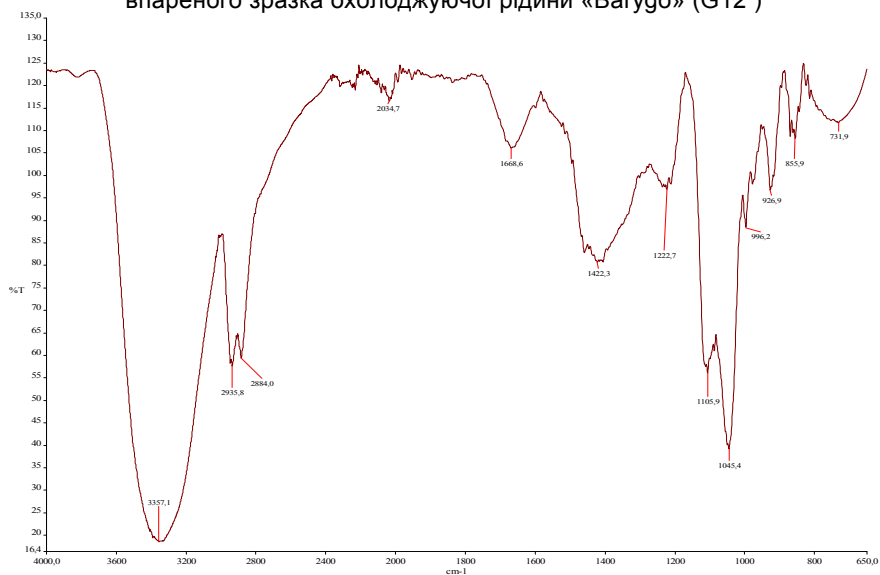


Рис. 3. Спектр поглинання в інфрачервоній (ІЧ) області впареного зразка охолоджуючої рідини «Леол» (G11+)

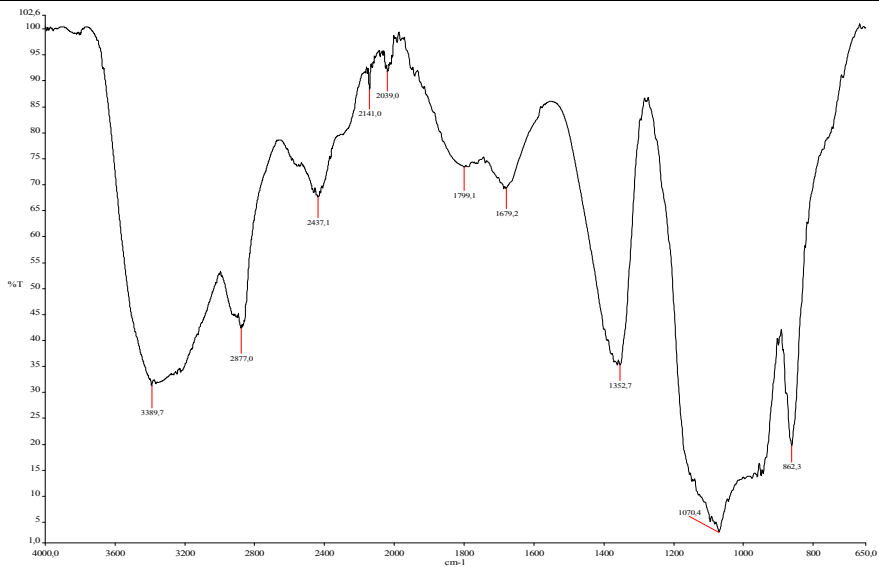


Рис. 4. Спектр поглинання в інфрачервоній (ІЧ) області впареного зразка охолоджуючої рідини «Cool Stream Standar C» (G11)

За результатами досліджень встановлено, що охолоджуюча рідина «Вагудо» містить карбоксилатні присадки, а для охолоджуючої рідини фірми «Леол» (G11+) і звичайного антифризу типу «Cool Stream Standar C» (G11) характерна відсутність в їх складі карбоксилатних присадок.

Таким чином, застосування спектроскопії поглинання в інфрачервоній частині спектру при дослідженні упарених до сухого залишку охолоджуючих рідин (антифризів) дозволяє диференціювати антифризи за видовою приналежністю.

При проведенні лабораторних випробувань охолоджуючих рідин «Леол» (G11+) та «Cool Stream Standar C» (G11) на корозійну дію на алюміній і алюмінієво-магнієві сплави було встановлено, що при використанні охолоджуючих рідин з неорганічними присадками спостерігається потемніння і збільшення маси, що свідчить про утворення окисних плівок на поверхні алюмінію та його сплавів. Ця обставина унеможлиблює тривале використання охолоджуючих рідин з неорганічними присадками в автотранспортних засобах з радіаторами з алюмінієвих сплавів.

Перелік посилань

1. *Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення.* Кіровоград, 2008. 353 с.

References

1. *Fuel and lubricants, technical fluids and their supply systems.* Kirovohrad, 2008. 353 p. [in Ukrainian]

2. *Що потрібно знати* про антифриз.
URL: <http://zauto.com.ua/shcho-potribno-znaty-pro-antifryz/>.

2. *Shcho potribno znaty* pro antyfrizy. [What you need to know about antifreeze]. URL: <http://zauto.com.ua/shcho-potribno-znaty-pro-antifryz/> [in Ukrainian]

3. *Маркировка антифризов*. URL: <http://hammer.com.ua/blog/markirovka-antifrizov.html>.

3. *Markirovka antifrizov* [Antifreeze marking] URL: <http://hammer.com.ua/blog/markirovka-antifrizov.html> [in Russian]

4. *Антифриз G11 и G12: в чем разница*. URL: <http://avtonov.com/антифриз-g11-и-g12/>

4. *Antifriz G11 i G12: v chem raznitsa*. [Antifreeze G11 and G12: what is the difference] URL: <http://avtonov.com/антифриз-g11-и-g12/>

5. *ГОСТ 28084-89 (СТ СЭВ 2130-80)*. Жидкости охлаждающие низкозамерзающие. Общие технические условия.

5. *HOST 28084-89 (ST SEV 2130-80)*. Zhidkosti okhlazhdaiushchie nizkozamerzaiushchie. Obshchie tekhnicheskie usloviia. [Cooling liquids low-freezing. General technical conditions.] [in Russian]

6. *Тарасевич Б. Н.* ИК спектры основных классов органических соединений: справоч. материалы. Москва, 2012. 55 с.

6. *Tarasevich, B. N.* (2012). IK spektry osnovnykh klassov organicheskikh soedinenii [IR spectra of the main classes of organic compounds]: spravochn. materialy. Moskva, 55 p. [in Russian]

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА И ИДЕНТИФИКАЦИЯ КАРБОКСИЛАТНЫХ АНТИФРИЗОВ

О. А. Сыч
Т. М. Кот

Рассмотрены основные виды охлаждающих жидкостей для двигателей автомобильного транспорта. Для охлаждения двигателей внутреннего сгорания используют различные жидкости. В теплое время года, когда температура воздуха выше 0⁰С, лучшей охлаждающей жидкостью является вода. При температурах ниже 0⁰С используются жидкости с низкой температурой замерзания – антифризы. Низкозамерзающие охлаждающие жидкости – антифризы готовят смешиванием воды с одним или несколькими компонентами, которые обладают способностью понижать температуру замерзания раствора. Лучшими низкозамерзающими охлаждающими жидкостями являются смеси воды с гликолями – этиленгликолем и пропиленгликолем. Для улучшения эксплуатационных свойств в состав антифризов вводится пакет присадок. В зависимости от природы присадок современные антифризы делятся на три типа: традиционные, карбоксилатные и гибридные.

Традиционные антифризы («тосол» и модификации) содержат неорганические присадки и имеют небольшой (не более 2-х лет) срок службы, при этом не выдерживают высоких (более 108⁰ С) температур. Согласно классификации предложенной концерном Volkswagen Audi Group традиционные антифризы с неорганическими присадками обозначаются G11.

Гибридные антифризы (G11+) содержат органические и неорганические ингибиторы (обычно силикаты или фосфаты). Срок службы до 3 лет.

Карбоксилатные антифризы (G12) содержат ингибиторы коррозии на основе солей высших карбоновых кислот (карбоксилаты). Карбоксилатные антифризы имеют наибольший срок эксплуатации до 5 лет.

При проведении эксплуатационных испытаний различных видов антифризов на соответствие требованиям ГОСТ 28084-89 (СТ СЭВ 2130-80) «Жидкости охлаждающие низкотемпературные. Общие технические условия» было установлено, что карбоксилатные антифризы инертны по отношению к изделиям (автомобильным радиаторам) из алюминия и алюминиевых сплавов, тогда как традиционные и гибридные антифризы оказывают коррозионное действие на алюминий и его сплавы.

Установление природы присадок является актуальной задачей при исследовании охлаждающих жидкостей для двигателей автомобильного транспорта.

Для идентификации в антифризах карбоксилатных присадок предложено использовать метод молекулярной спектроскопии в инфракрасной области спектра. Для исследования используются упаренные образцы антифризов. Карбоксилатные присадки характеризуются наличием полос поглощения, обусловленных колебаниями карбоксильных групп (COOH) при 1560 см^{-1} – 1580 см^{-1} . Перечисленные полосы поглощения не характерны для традиционных (G11) и гибридных (G11+) антифризов и могут использоваться для идентификации карбоксилатных присадок в составе охлаждающих жидкостей. Это позволяет дифференцировать антифризы по видовой принадлежности.

Ключевые слова: автомобильные антифризы, эксплуатационные свойства, идентификация, спектральный метод.

SERVICEABILITIES AND IDENTIFICATION OF CARBOXYL-CONTAINING ANTIFREEZING AGENTS

**O. Sych
T. Kot**

All major types of cooling liquids for motor vehicles are described herein. Various liquids are used to cool internal-combustion engines. Water is the best cooling liquid in the warm season, when the air temperature is above 0°C . Liquids with a low freezing point, namely antifreeze agents are used at temperatures below 0°C . Low-freezing coolants – antifreeze agents are prepared by mixing water with one or more components that have the ability to lower the freezing point of the solution. The best low-freezing coolants are mixtures of water with glycols – ethylene glycol and propylene glycol. An additive package is added to the antifreeze compound to improve performance. Depending on the nature of the additives, modern antifreeze agents are divided into three types: traditional, carboxylate and hybrid.

Traditional antifreeze agents ('tosol cooling agent' and modifications) contain inorganic additives and have a small (no more than 2 years) service life, while they do not stand high (more than 108°C) temperatures. According to the classification of the Volkswagen Audi Group proposed by the group of companies, traditional antifreezes with inorganic additives are designated with symbol G11.

Hybrid antifreeze agents (G11+) contain organic and inorganic inhibitors (usually silicates or phosphates). Their service life is up to 3 years.

Carboxylate antifreeze agents (G12) contains corrosion inhibitors based on salts of higher carboxylic acids (carboxylates). Carboxylate antifreezes obtain the longest operating life of up to 5 years.

When conducting operational tests of various types of antifreeze agents for compliance with the requirements of National State Standard 28084-89 (СТ СЭВ 2130-80), 'Low-freezing cooling liquids. General technical specifications' it was found that carboxylate antifreezes are inert to products (automobile radiators) made of aluminum and aluminum alloys, while traditional and hybrid antifreezes have a corrosive effect on aluminum and its alloys.

An urgent task in the study of cooling fluids for motor vehicles is the establishment of the nature of additives.

For the identification of carboxylate additives in antifreeze agents, it has been proposed to use the method of molecular spectroscopy in the infrared region of the spectrum. For the study, evaporated samples of antifreeze agents are used. Carboxylate additives are characterized by the presence of absorption bands caused by vibrations of carboxyl groups (COOH) at 1560 cm^{-1} to 1580 cm^{-1} . The abovementioned absorption bands are not typical for traditional (G11) and hybrid (G11+) antifreeze agents and can be used to identify carboxylate additives in the composition of cooling liquids. This makes it possible to differentiate antifreeze agents by species.

Key words: automobile antifreeze, operational properties, identification, spectral method.

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2019.64.47>

УДК 343.98

П. О. Теселько
кандидат фізико-математичних наук,
старший судовий експерт

*Київський науково-дослідний інститут судових експертиз
Міністерства юстиції України*

В. Б. Шевченко
кандидат фізико-математичних наук,
асистент кафедри

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

МЕТОДИКА ДЕТЕКТУВАННЯ БІОМОЛЕКУЛ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СЕНСОРІВ НА ОСНОВІ НАНОСТРУКТУРОВАНОГО Si.

У роботі досліджувалася модифікація спектрів фотолюмінесценції при обробці пористого кремнію у водних розчинах з різним вмістом кисню та водних розчинах амінокислот з метою створити в подальшому сенсор, чутливий до хімічно активного кисню поблизу поверхні пористого кремнію в присутності різних амінокислот. Виявлено зростання інтенсивності фотолюмінесценції при обробці пористого кремнію у дистильованій воді та