

УДК 62-713.3

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).2.158-163](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).2.158-163)

В.В. Розум, асп., В.В. Кудінов, асп., І.В. Кудінов, асп., О.І. Попович, асп., В.О. Дрожай, асп., Р.І. Розум, доц., канд. техн. наук, Р.В. Чорний, ст. вик., канд. техн. наук
Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна
e-mail: rozzoom_ruslan@ukr.net

Охолоджуючі рідини для ДВЗ: огляд

В роботі висвітлено проблематику використання охолоджуючих рідин у транспортних засобах оснащених двигунами внутрішнього згорання, а також їх сумісності між собою. Оскільки проблема вибору останніх пов'язана з тим, що на ринку асортимент охолоджувальних рідин є надзвичайно широким. Кожен вид містить в собі певний комплект присадок, що впливають на основні його характеристики: температури замерзання і кипіння, щільність тощо. І один колір охолоджуючої рідини не дає гарантії, що дані антифризи належать до однієї групи. Проведено аналіз праць провідних вітчизняних та зарубіжних вчених присвячених проблемі вибору та використання охолоджуючих рідин для ДВЗ транспортних засобів, який показав, що актуальною проблемою є правильний підбір охолоджуючої рідини для конкретного транспортного засобу та відповідних умов його експлуатації. Виділено основні чинники, які впливають на використання охолоджуючих рідин для ДВЗ, а також їх сумісність між собою. Дано рекомендації щодо вибору охолоджуючих рідин та їх використання, основним чинником для підбору охолоджувальної рідини для ДВЗ є стандарт, відповідно до якого виготовлена рідина. Не потрібно прив'язуватися лише до кольору, а підбирати тип – відштовхуючись від допусків автовиробника конкретного транспортного засобу. Показано, що на питання, який антифриз є кращим – чіткої і однозначної відповіді не існує. Очевидним є факт, що лобридні охолоджуючі рідини є оптимальним варіантом, однак необхідно в першу чергу брати до уваги вимоги автовиробника. Асортимент охолоджуючих рідин на автомобільному ринку України є величезним. Окрім того, що кожен вид рідин містить власний комплекс присадок, він також відрізняється по основних характеристиках: щільністю, температурою кипіння та замерзання. Тому, напрошується очевидна відповідь – використовуйте лише рекомендовані автовиробником рідини.

охолоджуюча рідина, антифриз, тосол, система охолодження

Постановка проблеми. В ідеалі уся енергія палива, що спалюється у двигуні транспортного засобу, повинна повністю перетворюватись у механічну енергію, яка в свою чергу, передаватись на колеса. Однак, на превеликий жаль, ідеальних умов не існує і ККД сучасного ДВЗ тановить не більше 50 %. Іншими словами, менше 5 л палива із кожних спалених 10 л перетворюється у механічну енергію. Інша частина в процесі згорання продукує теплову енергію, якої повністю достатньо для нагріву агрегату до сотень градусів. Але, беручи до уваги різні фізичні характеристики матеріалів, із яких виготовляються складові двигуна, нормальною робочою температурою двигуна є температура близько 100 °С. Все, що більше повинна відвести система охолодження.

Усім автовласникам відомо, що для забезпечення роботоздатності транспортного засобу потрібна низка спеціальних рідин. Дані рідини відіграють важливе значення у продовженні терміну працездатності різних видів транспорту, не є винятком і автомобільний транспорт. Від застосування простої чи дистильованої води для систем охолодження давно відмовилися, причиною чого є властивість води замерзати при настанні негативних температур, створювати умови для підвищеної корозії каналів блоку циліндрів, утворювати накип та інше. Отже, як бачимо, на рідини для охолоджувальної системи ДВЗ накладається низка обмежень. Перш за все, вони

© В.В. Розум, В.В. Кудінов, І.В. Кудінов, О.І. Попович, В.О. Дрожай, Р.І. Розум, Р.В. Чорний, 2024

повинні забезпечувати максимально ефективне відведення теплової енергії від двигуна. По друге захищати елементи системи охолодження від корозії та появи різного роду відкладень. Спираючись на вище сказане постає питання: яка охолоджуюча рідина є найкращою?

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемі дослідження характеристик охолоджуючих рідин присвячені роботи багатьох вчених, зокрема: М. В. Хутько, О. А. Гордієнко, Т. І. Сидорук, А. П. Ранський [1], С. В. Бойченко [2], В. Ф. Кисликов [3], В. І. Сирота [4], В. А. Чабанний [5], О. К. Безюков [6], Є. В. Іщенко [7], В. П. Волков [8], А. І. Окоча [9] та інші.

У роботі [1] зроблено аналіз сучасних охолоджуючих рідин ДВЗ та їх хімічний склад, наведено класифікацію інгібіторів згідно із міжнародним позначенням, а також відмічені шляхи покращення експлуатаційних властивостей охолоджуючих рідин за рахунок зміни їх складу. Питання та проблематику якості досліджень у сфері техніки, зокрема колісних транспортних засобів розкрили автори [10].

У праці [2, 10] проведено систематизацію рідин, що мають спеціальне призначення, наведено їхні технічні вимоги та властивості.

Отже, аналізуючи роботи, присвячені проблемі вибору та використання охолоджуючих рідин для ДВЗ транспортних засобів, можна зробити висновок, що актуальною проблемою є правильний підбір охолоджуючої рідини для конкретного транспортного засобу та відповідних умов його експлуатації.

Постановка завдання. Дослідження сучасних охолоджуючих рідин ДВЗ і розробка рекомендацій щодо їх використання.

Виклад основного матеріалу дослідження. В літературних джерелах, можна зустріти багато варіацій на тему, що краще використовувати: антифриз чи тосол, а також чи можна проводити їх змішування. При більш детальному огляді, бачимо, що антифризом називають усі охолоджуючі рідини, а тосолом – лише окремий їх вид. В зв'язку з цим, питання змінюється, яку ж охолоджуючу рідину необхідно використовувати? Найбільш правильна відповідь знаходиться в інструкції з експлуатації транспортного засобу.

На ринку асортимент охолоджувальних рідин є надзвичайно широким. Кожен вид містить в собі певний комплект присадок, що впливають на основні його характеристики: температури замерзання і кипіння, щільність. Розглянемо найбільш поширені види охолоджуючих рідин (антифризів):

1. Сині антифризи – із силікатною (неорганічною) основою (до них і належить тосол). До основних недоліків даного виду належить те, що в процесі експлуатації двигуна з їх використанням відбувається нашарування на внутрішніх стінках системи охолодження сольових відкладень. Дані відкладення зумовлюють погіршення передачі тепла від елементів двигуна до охолоджуючої рідини і тим самим перегріву двигуна транспортного засобу. З метою уникнення останнього виникає потреба у частих промивках охолоджуючої системи і заміні охолоджуючої рідини.

2. Зелені (гібридні) охолоджуючі рідини – по своїй структурі наближені до антифризів із силікатною основою, однак містять незначний відсоток карбонових (органічних) кислот. Оскільки їх структура дуже наближена до структури першого типу, то і недоліки в них є аналогічні до недоліків охолоджуючих рідин першого типу. Рекомендована періодичність заміни кожних два роки.

3. Червоні (карбоксилатні) теж у своєму складі мають неорганічні кислоти. Однак за рахунок особливостей присадок на базі органічних карбонових кислот володіють кращими антикорозійними захисними властивостями. За допомогою інгібіторів відбувається активна локалізація епіцентрів корозії та утворення тонкої захисної плівки. Рекомендована періодичність заміни становить – п'ять років.

4. Фіолетові (лобридні) – складаються із 90 % карбоксилатів (органіка) та лише 10 % силікатів. На сьогоднішній день, вважаються найбільш ефективним видом охолоджуючих рідин. Це пояснюється тим, що даний вид утворює надзвичайно тонку масляну плівку товщиною близько 0,1 мкн, яка забезпечує безперешкодний відвід тепла при добрих змащувальних характеристиках, а також не утворюють осад. Рекомендований термін використання становить десять років.

Однак, необхідно відмітити, що один колір охолоджуючої рідини не дає гарантії, що дані антифризи належать до однієї групи. Це пояснюється тим, що виробник із певних власних міркувань (інколи відомих лише йому) побажає додати певний барвник у антифриз, він може таке зробити. На сьогоднішній день, забарвлення антифризу це проста умовність: оскільки охолоджуюча рідина одного виробника може бути зеленою, її повний аналог іншого виробника може мати червоний, фіолетовий чи інший колір.

Тому, як бачимо, думка автомобілістів, що охолоджуючі рідини можна змішувати відповідно до їх кольору – є хибною. Оскільки, принципового якогось впливу на основні характеристики колір не має: так охолоджуючі рідини, які володіють однаковим забарвленням нерідко відрізняються згідно виробничих стандартів і допусків автовиробників.

Класифікувати охолоджуючі рідини за допомогою кольорового пігменту було запропоновано групою VAG (Volkswagen Audi Gruppe). Це пояснювалося зручністю візуального встановлення до якої групи охолоджувальних рідин належить той чи інший антифриз. Відповідно до цієї класифікації автомобільним антифризам, що мали маркування G надавали наступне забарвлення:

Синє чи зелене для – G11;

Червоне – G12;

Рожеве – G12+ і G12++;

Фіолетове чи жовте – G13.

Основне застосування барвників, на сьогоднішній день, є їх властивість до ефективного виявлення проблемних місць у з'єднаннях шлангів і патрубків системи охолодження. Це пояснюється тим, що яскравий пігмент є добре помітним під дією ультрафіолетового світла в процесі сервісного огляду та ремонту автотранспортних засобів.

Запроваджена концерном VAG ще наприкінці минулого століття G-класифікація охолоджуючих рідин була прийнята і іншими виробниками антифризів і використовується й сьогодні. Але, необхідно відмітити, що орієнтуватися лише на них, як основний маркер, не потрібно. Класифікація від VAG хоча і є найпоширенішою, однак до використання в двигунах інших автовиробників вона доволі часто не має ніякого відношення.

G-групи охолоджуючих рідин, що пройшли сертифікацію VAG на 100 % є придатними лише для двигунів транспортних засобів VAG і в більшості випадків не мають ніякого відношення до транспортних засобів інших виробників. У зв'язку з цим, необхідно орієнтуватися на рекомендації щодо використання тої чи іншої охолоджуючої рідини, які закладені в інструкції із експлуатації відповідного транспортного засобу.

Розглянемо більш детально класифікацію від VAG, яка передбачає поділ охолоджуючих рідин на G-групи:

G11 – гібридні види охолоджуючих рідин, основними складниками яких є дистильована вода й етиленгліколь, а також містять незначну кількість органічних чи неорганічних антикорозійних присадок. Дані рідини характеризуються комбінованим захистом систем охолодження транспортних засобів. Використовуються у системах охолодження транспортних засобів, що були випущені до 2000 року, рекомендований термін використання таких антифризів – до 3 років.

G12 – карбоксилатні види охолоджуючих рідин, що мають водно-етиленгліколеву основу та органічні антикорозійні присадки. Їх основною характеристикою є безпосередня дія на епіцентр корозії. Даного роду охолоджуючі рідини можуть використовуватися в двигунах виготовлених із алюмінієвих сплавів, у вони таких системах охолодження не генерують нальоту та накипу. Рекомендований термін використання даних антифризів до 5 років. Оригінальні охолоджуючі рідини даної групи закінчили випускати ще у 2004 р., що пов'язано із появою «плюсових» модифікацій.

G12+ – не лише забезпечує формування захисної плівки в епіцентрах утворення корозії, а також проводить профілактичні дії, з метою попередження їх виникнення. Даний ефект забезпечується за рахунок використання вдосконаленого комплексу присадок, що містить в своєму складі інгібітори корозії на основі карбонових кислот. Рекомендована заміна антифризів групи G12+ кожні 5 років чи після пробігу – 200 тис.км.

G12++ – охолоджуючі рідини в яких у лобридний склад входить органічна основа та комплекс мінеральних інгібіторів. За допомогою такого роду комбінації забезпечується поєднання в одній рідині плюсів як органічних так і неорганічних присадок, тим самим створюється ефективний місцевий захист елементів двигуна від появи корозії. Рекомендований термін використання лобридних антифризів групи G12++ становить до 10 років.

G13 – рідини даної групи відрізняються від своїх попередників тим, що в їх складі відсутній токсичний етиленгліколь, замість нього використовується пропіленгліколь, який є менш токсичним та володіє більш коротким періодом розкладання після завершення процесу його використання. Також необхідно відмітити, що характеристики охолоджуючих рідин групи G13 забезпечують можливість їх використання у системах охолодження потужних форсованих двигунів. Рекомендований термін використання охолоджуючих групи G13 становить 10 років.

Ще одне питання, з яким стикаються багато автовласників в процесі використання своїх транспортних засобів, а які охолоджуючі рідини можна змішувати між собою, чи іншими словами, що можна долити?

Як вже було сказано раніше, проводити ідентифікацію антифризу лише за його кольором є недопустимо. Оскільки, проводити змішування різних груп антифризів не рекомендується. Проводити доливання в бачок для охолоджуючої рідини необхідно рідину тої ж групи, яка знаходиться в системі охолодження.

Проведення змішування різних по своєму складу охолоджуючих рідин може привести до цілої низки непередбачуваних проблем, серед яких:

- виникнення корозії на внутрішніх стінках елементів системи охолодження двигуна;
- розтріскування трубопроводів системи охолодження;
- утворення преципітату та відкладень;
- засміченням радіаторів тощо.

У випадку, коли відбулося зниження рівня антифризу в розширювальному бачку і не має можливості долити той самий, оптимальним варіантом є доливання у систему невеликої кількості дистильованої води. Однак, необхідним при цьому є врахування наступних чинників:

1. Вода має бути лише дистильованою. Це пояснюється тим, що, у випадку доливання звичайної чи мінеральної води, наявні в ній елементи можуть засмічувати систему охолодження транспортного засобу або/і здійснювати хімічну реакцію із охолоджуючою рідиною.

2. Проводити доливання води до 200 мл, в протилежному випадку відбувається сильне розбавлення антифризу, а отже останній втрачає свої характеристики і не забезпечує покладені на нього функції.

3. Процес випаровування охолоджуючої рідини у теплу пору року також пов'язаний із тим, що в останній присутня вода.

Проводити вимушене змішування антифризів допускається лише у крайньому випадку. Це пояснюється тим, що різні види присадок, які є у різних охолоджуючих рідинах, можуть непередбачувано вступати між собою у різні хімічні реакції. У випадку, проведення вимушеного доливання в систему охолодження іншої групи охолоджуючої рідини, кращим буде, при першій можливості, провести промитивання системи охолодження із заміною антифризу на рекомендований автовиробником.

На ринку охолоджуючих рідин, останні зустрічаються як у виді готової до використання рідини так і у виді концентрату, який необхідно перед використанням розвести водою. Перший вид рідин необхідно заливати у систему охолодження транспортного засобу без будь-яких додаткових дій. Другі – передбачають виконання попередньо дій щодо розведення їх дистильованою водою відповідно до пропорцій, які зазначені на упаковці. Експериментувати щодо зміни пропорцій концентрату та дистильованої води не бажано, оскільки зміна пропорції викликає зміну основних характеристик охолоджуючої рідини.

Висновки. Отже, як бачимо, основним чинником для підбору охолоджувальної рідини для ДВЗ є стандарт, відповідно до якого виготовлена рідина. Не потрібно прив'язуватися лише до кольору, а підбирати тип – відштовхуючись від допусків автовиробника конкретного транспортного засобу.

На питання, який антифриз є кращим – чіткої і однозначної відповіді не існує. Очевидним є факт, що лобридні охолоджуючі рідини є оптимальним варіантом, однак необхідно в першу чергу брати до уваги вимоги автовиробника. Асортимент охолоджуючих рідин на автомобільному ринку України є величезним. Окрім того, що кожен вид рідин містить власний комплекс присадок, він також відрізняється по основних характеристиках: щільністю, температурою кипіння та замерзання. Тому, напрошується очевидна відповідь – використовуйте лише рекомендовані автовиробником рідини.

Список літератури

1. Охолоджуючі рідини з покращеними екологічними та експлуатаційними властивостями / Хутько М. В. та ін.. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2021. № 3. С.32 – 40.
2. Іванова Г. В., Кумейко О. В., Бойченко С. В. Систематизація технічних рідин. *Вісник НАУ*. 2006. №1. С.32 – 40.
3. Кислик В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів: підручник. 6-те вид. К.: Либідь, 2006. 400 с.
4. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів: навч. посіб. для вузів. К.: Арістей, 2005. 280 с.
5. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення / Чабаний В. Я. та ін. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. 353с.
6. Безюков О. К. Моделювання процесів старіння охолоджуючих рідин ДВС. *Наукові праці Черкаського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*. 2011. Вип. 27(2). С. 84–89.
7. Екологічно безпечні антифризи для транспорту / Є. В. Іщенко та ін. *Транспортні системи і технології*. 2021. № 1(49). С. 96–107.
8. Наглюк М. І., Волков В. П., Наглюк І. С. Уточнення термінів зміни антифризів під час експлуатації. *Наукові нотатки: міжвузівський зб.* 2012. Вип. 37. С. 246–256.
9. Окоча А. І., Білоконь Я. Ю. Паливномастильні та інші експлуатаційні матеріали : підручник. К.: Центр. дух. культ. 2004. 448 с.
10. James E Neal Jr. *Effective Phrases for Performance Appraisals: A Guide to Successful Evaluations*. Neal Publications, 2020. 264 p.

References

1. Khut'ko, M.V., Hordiienko, O.A., Sydoruk, T.I. et al. (2021). Okholodzhuiuchi ridyny z pokrascheny my ekolohichny my ta ekspluatatsijnymy vlastyvostiamy [Cooling fluids with improved environmental and operational properties]. *Visnyk Vinnyts'koho politekhnichnoho instytutu - Bulletin of the Vinnytsia Polytechnic Institute*, 3, 32-40 [in Ukrainian].
2. Ivanova, H.V., Kumejko, O.V. & Bojchenko, S.V. (2006). Systematmyzatsiia tekhnichnykh ridyn [Systematization of technical fluids]. *Visnyk NAU - Bulletin of NAU*, 1, 32-40 [in Ukrainian].
3. Kyslykov, V.F. & Luschyk, V.V. (2006). *Budova j ekspluatatsiia avtomobiliv [Construction and operation of cars.]* K.: Lybid' [in Ukrainian].
4. Syrota, V.I. (2005). *Osnovy konstruksii avtomobiliv [Basics of car design]*. K.: Aristej [in Ukrainian].
5. Chabannyj, V. Ya. et al. (2008). *Palyvo-mastylni materialy, tekhnichni ridyny ta systemy ikh zabezpechennia [Fuels and lubricants, technical fluids and their supply systems]*. Kirovohrad: Tsentral'no-Ukrains'ke vydavnytstvo [in Ukrainian].
6. Beziukov, O.K. (2011). Modeliuvannia protsesiv starinnia okholodzhuiuchykh ridyn DVS [Modeling of aging processes of internal combustion engine coolants]. *Naukovi pratsi Cherkas'koho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky - Scientific works of the Cherkasy State Technological University. Series: Technical sciences*, 27(2), 84-89. [in Ukrainian].
7. Ischenko, Ye.V. et al. (2021). Ekolohichno bezpechni antyfyryzy dlia transportu [Ecologically safe antifreezes for transport]. *Transportni systemy i tekhnolohii -Transport systems and technologie*, 1(49), 96-107 [in Ukrainian].
8. Nahliuk, M.I., Volkov, V.P. & Nahliuk, I.S. (2012). Utochnennia terminiv zminy antyfyryziv pid chas ekspluatatsii [Clarifying the terms of changing antifreeze during operation]. *Naukovi notatky: mizhvuziv's'kyj zb - Scientific notes: interuniversity coll*, 37, 246-256 [in Ukrainian].
9. Okocha, A.I. & Bilokon', Ya.Yu. (2004). *Palyvnomastylni ta inshi ekspluatatsijni materialy [Lubricants and other operational materials]*. K.: Tsentr. dukh. kul't [in Ukrainian].
10. James E Neal Jr. (2020). *Effective Phrases for Performance Appraisals: A Guide to Successful Evaluations*. Neal Publications. 264 p. [in English].

Volodymyr Rozum, post-graduate, **Valerii Kudinov**, post-graduate, **Ihor Kudinov**, post-graduate, **Oleksandr Popovych**, post-graduate, **Vlad Drozhak**, post-graduate, **Ruslan Rozum**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Ruslan Chornuy**, Senior Lecturer, PhD tech. sci.

Western Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine

Coolants for internal combustion engines: an overview

The work highlights the problems of using coolants in vehicles equipped with internal combustion engines, as well as their compatibility with each other. Since the problem of choosing the latter is due to the fact that the range of coolants on the market is extremely wide. Each type contains a certain set of additives that affect its main characteristics: freezing and boiling temperatures, density, etc. And the single color of the coolant does not guarantee that these antifreezes belong to the same group. An analysis of the works of leading domestic and foreign scientists devoted to the problem of choosing and using coolants for internal combustion engines of vehicles was carried out, which showed that the actual problem is the correct selection of coolant for a specific vehicle and the corresponding conditions of its operation. The main factors affecting the use of cooling liquids for internal combustion engines, as well as their compatibility with each other, are highlighted. Recommendations are given for the selection of coolants and their use, the main factor for the selection of coolant for internal combustion engines is the standard according to which the liquid is manufactured. It is not necessary to get attached only to the color, but to select the type - based on the tolerances of the car manufacturer of a specific vehicle. It is shown that there is no clear and unequivocal answer to the question of which antifreeze is better. The fact that lowrid coolants are the best option is obvious, but it is necessary to take into account the requirements of the car manufacturer first of all. The range of coolants on the automotive market of Ukraine is huge. In addition to the fact that each type of liquid contains its own complex of additives, it also differs in its main characteristics: density, boiling and freezing points. Therefore, an obvious answer arises - use only fluids recommended by the car manufacturer.

coolant, antifreeze, antifreeze, cooling system

Одержано (Received) 15.05.2024

Прорецензовано (Reviewed) 17.06.2024

Прийнято до друку (Approved) 26.06.2024