

## МЕХАНІЗМ ПРОТИЗНОСНОЇ ТА АНТИФРИКЦІЙНОЇ ДІЇ КОНДИЦІОНЕРА TECHNI-LUBE У СКЛАДІ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

**Є.С. Венцель, професор, д.т.н., ХНАДУ, О.С. Голубов, аспірант,  
В.М. Криворотько, доцент, к.т.н., НАУ**

***Анотація.** Штучне введення кондиціонера Techni-lube в дизельне паливо сприяє суттєвому покращенню його протизношувальних та антифрикційних властивостей. Дослідження, які було проведено за допомогою модернізованої стопи О.С. Ахматова, показали, що паливо, до складу якого введено кондиціонер Techni-lube, має більшу товщину граничної змащувальної плівки. Це приводить до суттєвого зменшення адгезійної складової сили тертя, що відповідним чином відбивається на зношуванні поверхонь.*

***Ключові слова:** дизельне паливо, кондиціонер Techni-lube, граничний шар, стопа О.С. Ахматова, сила тертя, зношування.*

## МЕХАНИЗМ ПРОТИВОИЗНОСНОГО И АНТИФРИКЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ КОНДИЦИОНЕРА TECHNI-LUBE В СОСТАВЕ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

**Е.С. Венцель, профессор, д.т.н., ХНАДУ, А.С. Голубов, аспирант,  
В.М. Криворотько, доцент, к.т.н., НАУ**

***Аннотация.** Искусственное введение кондиционера Techni-lube в дизельное топливо способствует существенному улучшению его противоизносных и антифрикционных свойств. Исследования, проведенные с помощью модернизированной стопы А.С. Ахматова, показали, что топливо, в состав которого введен кондиционер Techni-lube, имеет большую толщину граничной смазывающей пленки. Это приводит к существенному уменьшению адгезионной составляющей силы трения, что адекватным образом отражается на изнашивании поверхностей.*

***Ключевые слова:** дизельное топливо, кондиционер Techni-lube, граничный слой, стопа О.С. Ахматова, сила трения, износ.*

## ANTIWEAR MECHANISM AND ANTIFRICTIONAL ACTION OF TECHNI-LUBE CONDITIONER IN DIESEL FUEL COMPOSITION

**E. Ventzel, professor, dr. eng. sc., KhNAHU, A. Golubov, post graduate student,  
V. Krivorotko, associate professor, cand. eng. sc., NAU**

***Abstract.** Artificial introduction of Techni-lube conditioner into the diesel fuel is instrumental in the substantial improvement of its antiwear and antifrictional properties. The researchers conducted by the help of the modernized foot of A.S. Ahmatova revealed that the fuel into which composition there was introduced the Techni-lube conditioner has a large thickness of border oiling tape. It results in substantial reduction of adhesive constituent of force friction that by adequate appearance is reflected on the wear of surfaces.*

***Key words:** diesel fuel, conditioner Techni-lube, boundary layer, foot by Ahmatov, frictional force, wear.*

## Вступ

Як відомо, термін служби пар тертя паливної апаратури дизелів багато в чому визначається якістю вживаних дизельних палив, зокрема їх протизносними властивостями. На жаль, останні залишають бажати кращого, що зумовлено рядом певних причин, а саме: підвищеною забрудненістю палива частинками пилу в період транспортування, зберігання і заправки в баки машин, нездатністю його створити на поверхнях тертя стійку і щільно упаковану граничну плівку, здатну надійно захистити поверхні тертя паливного насоса високого тиску (ТНВД), нагнітальних клапанів, голок форсунок і т. п. від зносу. У зв'язку з цим представляється вельми ефективним застосування яких-небудь альтернативних методів штучного поліпшення протизносних властивостей дизельного палива.

Одним з таких методів є використання у складі дизельного палива кондиціонера Techni-lube, який позитивно показав себе у процесі проведених нами лабораторних і стендових випробувань: знизився знос зразків на машинах тертя (в 1,6–1,8 рази) і елементів паливної апаратури (плунжерів ТНВД в 1,62 раза, нагнітальних клапанів – в 2,4 раза, голок форсунок – в 2,23 раза).

Отримані результати свідчать про перспективність застосування кондиціонера Techni-lube у процесі експлуатації дизелів, проте до теперішнього часу не досліджувався механізм позитивної дії Techni-lube на протизносні властивості дизельного палива.

## Аналіз публікацій

Сьогодні на ринку України є чимало будь-яких присадок-модифікатори для покращення протизносних властивостей нафтопродуктів. Ці модифікатори можна поділити на такі групи [3, 4]: модифікатори тертя, реметалізанти та кондиціонери металу. Розроблений і виготовлений на АТ «Автоконінвест» «Універсальний модифікатор» [3] – це протизношувальний препарат, властивості якого засновані на особливостях фторовмісних ПАР (фтор-ПАР). Основу фтор-ПАР складає політетрафторетилен, який має низький коефіцієнт тертя і витримує високі температури. Присадки групи реметалізанти відновлюють зношені поверхні [3, 5, 6]. До цієї групи належать речовини, в яких містяться з'єднання

м'яких металів або їх іони, наприклад, композиції «мідь-свинець-срібло», «мідь-олово-срібло».

Металоплакуюча змащувальна композиція «Ресурс Дизель» – це реметалізанти з пористою структурою покриття, яка включає пористий або каналчатий хром [6].

Корпорація ХАДО займається розробкою і впровадженням методів ремонтно-відновної технології [7]. Склад ХАДО – дрібнодисперсна багатокомпонентна суміш мінералів з різними добавками і каталізаторами, яку пропонують додавати до моторних олів. Суть технології полягає в тому, що при обробці добавками ХАДО на поверхнях деталей утворюється шар металокерамічного покриття, який дозволяє запобігти зносу та відновити механізм, що знаходиться в експлуатації. Є ще багато інших присадок, які по-перше, призначені для моторних олів, а по-друге, всі вони недосліджені повною мірою, і в першу чергу, невідомі механізми їх впливу на протизношувальні властивості олів.

Найбільш досліджуваною присадкою є кондиціонер Techni-lube, який, як зазначалося вище, призначений безпосередньо для дизельного палива та здібний суттєво покращити його протизношувальні властивості.

## Мета роботи

Встановити механізм поліпшення протизносних властивостей дизельного палива при штучному введенні до нього кондиціонера Techni-lube.

## Покращення якості дизельного палива

У процесі проведення лабораторних випробувань на машині тертя СМЦ-2 нами було встановлено, що при застосуванні дизельного палива з Techni-lube має місце вельми істотне (приблизно в 2,1 раза) зниження коефіцієнта тертя між зразками «колодка–ролик».

У зв'язку з цим можна припустити, що при змазуванні зразків паливом з кондиціонером зростає товщина граничної змащувальної плівки. Для перевірки цієї гіпотези були проведені дослідження за допомогою модернізованої стопи О.С. Ахматова, схему якої наведено на рис. 1.

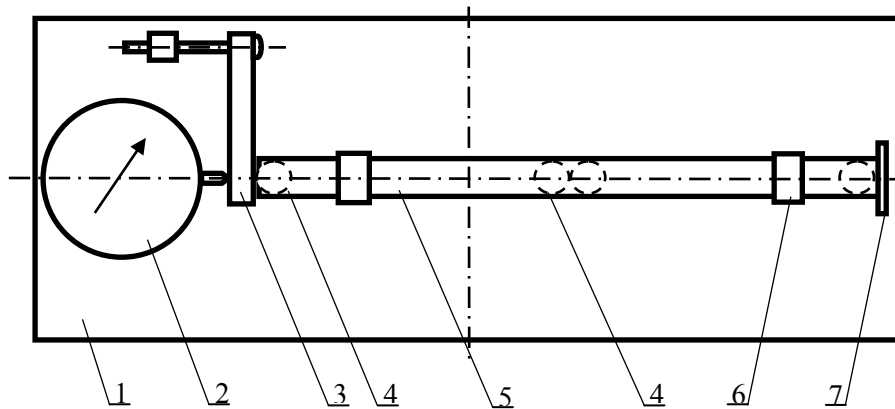


Рис. 1. Схема модернізованої стопи О.С. Ахматова: 1 – станина; 2 – індикатор годинного типу; 3 – механізм навантаження; 4 – металеві кулі; 5 – металева трубка; 6, 7 – кріплення

Недоліком стопи О.С. Ахматова є те, що між пластинками разом з рідиною розташовуються частинки забруднень (як правило, порошинки), які завжди містяться в рідині (в нашому випадку, в паливі) і розміри яких на декілька порядків більше товщини граничного шару.

У зв'язку з цим результати досліджень завжди виходили дещо завищеними. Спроби ретельно очистити досліджувану пробу рідини дають позитивні результати, проте і після цього в ній завжди залишаються частинки (хоча і в меншій кількості), викривлюючи результати визначень.

Виходячи з цього було виготовлено модернізований прилад для визначення товщини граничних змащувальних плівок, в якому замість пластин були застосовані кулі, що розташовувалися одна за одною і були змащені паливом (рис. 1). При цьому імовірність того, що частинки забруднень потрапляють в точку контакту куль, є украй мізерною. Проте кулі в порівнянні з тонкими пластинами мають значно більшу масу, тому розташовувати стопу вертикально, як це передбачено у стопі О.С. Ахматова, з пластинами недоцільно, оскільки граничні шари, що знаходяться між кулями, знаходяться в нерівних умовах, через те що зусилля, що діють на них, будуть різними: на нижні кулі зусилля будуть більше, ніж на верхні. Через це товщина граничних шарів між кулями по висоті стопи буде різною. Для виключення цього в модернізованій нами стопі кулі розташовуються горизонтально.

Прилад складається зі сталеві станини 1, на яку за допомогою кріплень 6 встановлена

трубка 5 довжиною  $L = 320$  мм і внутрішнім діаметром  $d_{\text{вн}} = 10,5$  мм. У трубку заочуються металеві кулі 4 діаметром  $d_{\text{ш}} = 10,3$  мм в кількості 30 штук. Потім трубка закривається з одного боку кріпильним кутом 7, що запобігає викочуванню куль, а з іншого боку трубки встановлюється індикатор 2 годинникового типу ІЧ-2М (ціна поділки – 1 мкм), головка якого через індентор 3 торкається першої кулі і зусиллям пружинного механізму підтискує його. При цьому стрілка індикатора відхиляється на деяку величину. Ніжка індикатора нерухомо закріплена, що дозволяє зберігати її в одному і тому ж положенні протягом всієї серії експериментів.

На першому етапі досліджень використовувалися сухі знежирені кулі, які заочувалися в трубку 5 і підтискалися пружиною індикатора. Отримані на його шкалі показання вважалися початковими для подальших визначень.

Другий етап досліджень полягав в тому, що кріпильний кут знімався, сухі кулі викочувалися з трубки і по черзі змазувались дизельним паливом Л за ДСТУ 3868-99 у стані поставки, після чого заочувалися назад в трубку 5. Знов встановлювався кріпильний кут 7, і кулі підтискалися індикаторною головкою з тим самим зусиллям. Показання індикатора при цьому відхилялося відносно первинного значення, отриманого при випробуваннях сухих знежирених куль. Різниця між показаннями індикатора при вимірюваннях на першому і на другому етапах, віднесена до числа зазорів між кулями, а також крайніми кулями відповідно з індентором і кріпильним кутом, вважалася товщиною граничного змащувального шару палива.

На третьому етапі проводилися аналогічні визначення, проте, в цьому випадку застосовувалось те ж паливо, в яке в концентрації 0,12 % штучно вводився кондиціонер Techni-lube. Виміри при випробуваннях палива в кожному його стані на всіх етапах проводилися

кілька разів (від 4 до 8) до тих пір, поки свідчення індикатора годинного типу не досягли постійного значення для кожного визначення, що дозволило отримати відносну похибку не більше 0,15 при довірчій імовірності 0,9 [4].

Результати вимірювань приведені в табл. 1, з якої видно, що товщина змащувального граничного шару між кулями, змазаними оливою, з додаванням 0,12 % кондиціонера Techni-lube збільшилася на 182Å.

Таблиця 1 Товщина граничних змащувальних шарів дизельного палива

Стан дизельного палива	Товщина граничного змащувального шару, Å
Звичайне	3684
Звичайне + 0,12 % кондиціонера Techni-lube	3866

Отримані результати експериментальних досліджень дозволили встановити механізм протизносної дії кондиціонера Techni-lube при введенні його в дизельне паливо. Цей механізм полягає в тому, що за наявності в дизельному паливі кондиціонера Techni-lube товщина адсорбційного граничного шару на поверхнях тертя збільшується. За рахунок цього збільшується відстань між поверхнями, що сполучаються. Відповідно до відомої формули Казимира-Ліфшица це знижує адгезійну складову сили тертя (зворотно пропорційно розміру цієї відстані у третій ступені). Це, у свою чергу, приводить до адекватного зниження інтенсивності зношування зразків, які працюють в умовах граничного та змішаного змащення, що власне й було нами виявлено при проведенні лабораторних та стендових випробувань.

### Висновки

1. Дизельне паливо має погані протизношувальні властивості, що негативно відбивається на зносостійкості елементів паливної апаратури дизелів.

2. Штучне введення до дизельного палива кондиціонера Techni-lube дозволяє вельми суттєво знизити знос плунжерів, нагнітальних клапанів паливного насоса високого тиску, а також голок форсунок.

3. Механізм позитивної дії Techni-lube на протизношувальні властивості дизельного палива полягає в тому, що останнє за наявності кондиціонера здатне утворювати на поверхнях тертя відносно більш товсту граничну змащувальну плівку, яка розділяє поверхні, знижуючи між ними адгезійну складову силу тертя та, як наслідок, знос поверхонь.

### Література

1. Венцель Е.С., Березняков А.И., Голубов А.С., Криворотько В.М. О влиянии концентрации присадки в смазочном материале на интенсивность изнашивания трибозула / Проблемы трибологии. – Хмельницький: ХНУ, 2009. – №2. – С. 16 – 18.
2. Венцель Е.С., Криворотько В.М., Голубов О.І. Кондиціонування протизношувальних властивостей дизельного палива присадкою Techni-lube / Тези міжнародної науково-практичної конференції «Ольвійський форум – 2009: стратегія України в геополітичному просторі». – Хмельницький: ХНУ, 2009. – Том 4. – С. 77 – 78.
3. Офіційний сайт автомобільного журналу «За рулем». Режим доступу: <http://www.zr.ru>.
4. Хочу добавки [Електронний ресурс] / О. Хатнюк // Газета «Бізнес».
5. Офіційний сайт компанії AGA. Режим доступу: <http://www.agah.ru>.
6. Офіційний сайт компанії НПК ВМП АВТО. Режим доступу: <http://www.smazka.ru/main.html>
7. ХАДО. Часто задаваемые вопросы. Рекламно-информационный проспект – ХАДО, 2003. – 32 с.
8. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения. – М.: Физматгиз, 1963. – С. 448 – 458.
9. Горбань В.Г. Забезпечення ресурсозбереження тепловозних дизелів активацією змащувальних олив: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.22.07. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – 21 с.

Рецензент: Ф.І. Абрамчук, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 8 вересня 2009 р.