

# ТЕХНІЧНИЙ СТАН МАТЕРІАЛУ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ДИЗЕЛІВ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

**О. Ю. Жулай**  
асистент \*

**Контактний тел.:** 8 (095) 345-68-01  
**E-mail:** Zhulai80@yandex.ru

**Д. М. Барановський**  
кандидат технічних наук,  
старший викладач \*

**Контактний тел.:** 8 (095) 253-20-73  
**E-mail:** denisbaranovskiy@mail.ru

\* Кафедра експлуатації і ремонту машин,  
Кіровоградський національний технічний університет,  
пр. Університетський, 8, м. Кіровоград, Україна, 25006

*Приведено результати експериментального визначення технічного стану матеріалу гільз циліндрів дизелів засобів транспорту в АПК коерцитиметричним методом при планово-попереджувальній та адаптивній стратегіях технічного обслуговування та ремонту.*

*Ключові слова:* технічний стан, дизелі, гільзи циліндрів, засоби транспорту.

---

*Приведены результаты экспериментального определения технического состояния материала гильз цилиндров дизелей средств транспорта в АПК коэрцитиметрическим методом при планово-предупредительной и адаптивной стратегиях технического обслуживания и ремонта.*

*Ключевые слова:* техническое состояние, дизели, гильзы цилиндров, средства транспорта.

---

*The results of experimental determination of the technical state of material of shells of cylinders of diesels of facilities of transport in APC are resulted by a coertsitimetricniy method at planned-preventive and adaptive strategies of technical service and repair.*

*Keywords:* the technical state, diesels, shells of cylinders, facilities of transport.

## 1. Вступ

Засоби транспорту (ЗТ), є необхідною сполучною ланкою технологічного процесу виробництва сільськогосподарської продукції. Працездатність техніки визначається можливістю вчасно та в повному обсязі проводити організаційно-технологічні заходи по підтриманню її в технічно справному стані. Визначальним елементом загальної надійності техніки є забезпечення раціонального використання ресурсу її силових агрегатів [1, 2].

В сучасних умовах важливого значення набуває система використання засобів транспорту (ЗТ) [3], в якій формується багатопрофільний сектор технічного сервісу щоб через її ефективне використання забезпечити стабільно високе виробництво якісної сільськогосподарської продукції.

## 2. Мета роботи

Дослідити зміну технічного стану дизелів ЗТ сільськогосподарського виробництва за діагностичними параметрами, отриманими за допомогою коерцитивного методу.

## 3. Аналіз проблеми технічного стану дизелів ЗТ сільськогосподарського виробництва

Виробничі процеси сільського господарства відносяться до складних об'єктів управління, що характеризується значною кількістю контрольованих і керованих

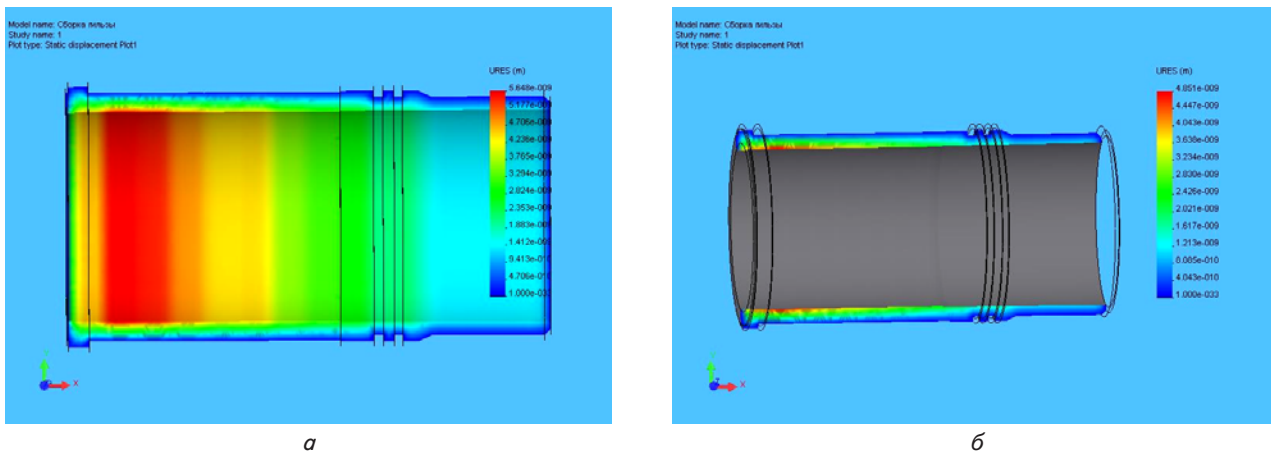
параметрів і дією численних збурень, що впливають на ефективність виконання цих процесів. Обслуговуючий персонал часто не в змозі своєчасно реагувати на ці збурення, що носять явно випадковий характер [5]. Все це призводить до того, що управління ЗТ, агрегатами і технологічними процесами на практиці виявляється недостатньо ефективним. Головна причина – неможливість отримати достатню інформації про зміну технічного стану дизелів.

Отримати масив інформації про зміну технічного стану дизелів можна застосувавши систему діагностичного моніторингу з поетапним уточненням отриманої інформації [5].

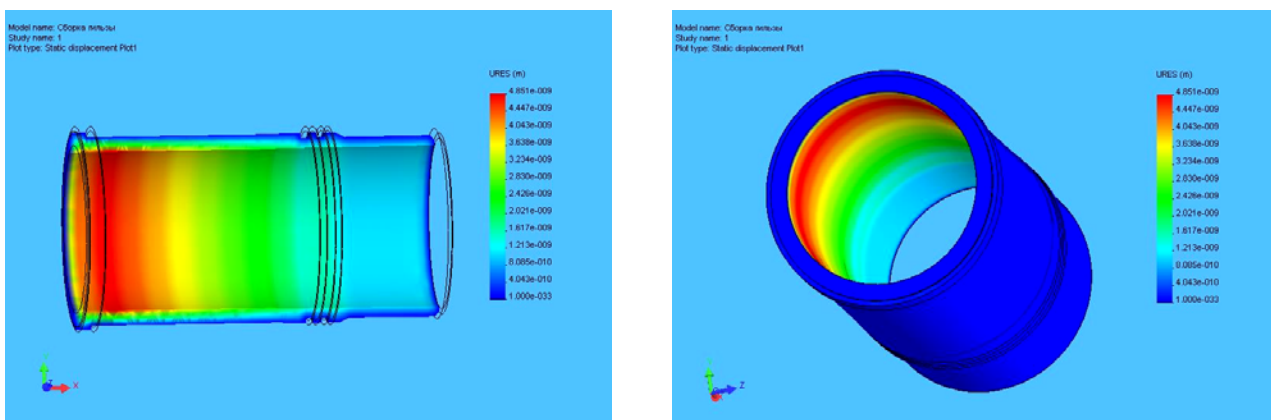
Важливим моментом для реалізації її можливостей є стратегія технічного обслуговування і ремонту (ТОР). Застосування адаптивної стратегії (АС) ТОР, на відміну від планово-попереджувальної (ППС) дає змогу коректувати в широкому діапазоні, терміни та номенклатуру технічних дій і дає кращі результати. За допомогою системи діагностичного моніторингу було проведено моделювання та встановлено технічний стан при капітальному ремонті дизелів.

## 4. Моделювання технічного стану гільз циліндрів дизелів ЗТ

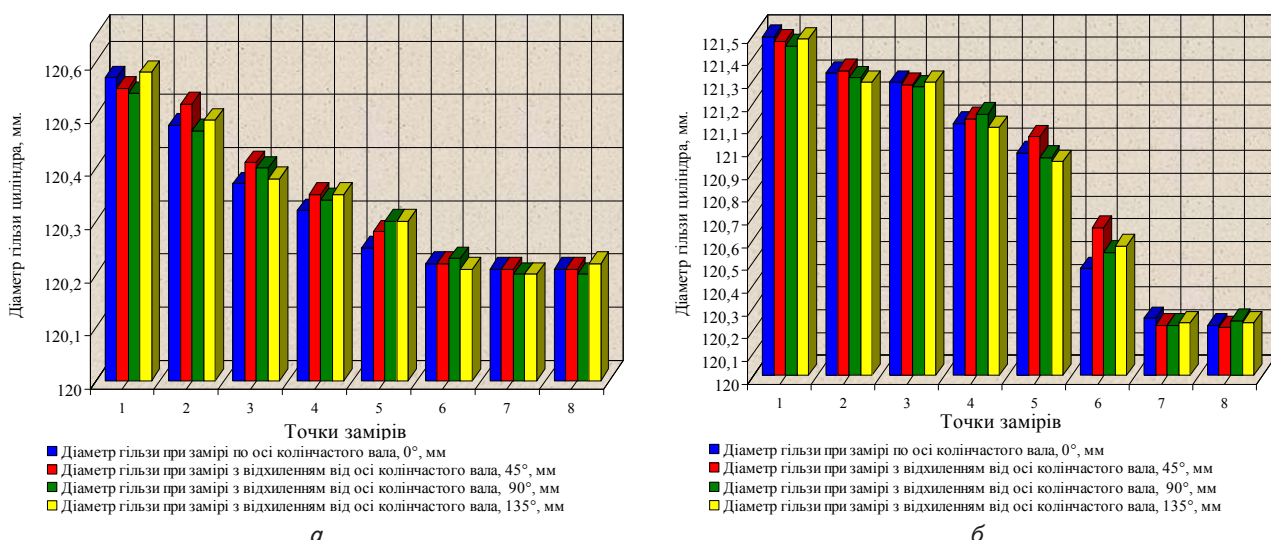
За допомогою прикладного пакету CosmosWorks у середовищі Solid Works було проведено моделювання напружено-деформованого стану гільз циліндрів. Результати моделювання на прикладі гільзи циліндрів КамАЗ-740 наведено на рис. 1–3.



**Рис. 1.** Картина напружено-деформованого стану (а) та розподілу внутрішніх напружень (б) матеріалу гільзи циліндрів двигуна КамАЗ-740 при робочому ході поршня (а) та максимальних тисках (б)



**Рис. 2.** Картина термонапруженого стану матеріалу гільзи циліндрів двигуна КамАЗ-740 в момент загорання робочої суміші



**Рис. 3.** Результати мікрометражу гільзи циліндрів двигуна КамАЗ-740 після напрацювання: а — 1600 мото-год; б — 3150 мото-год

З рис. 1, 2 спостерігається наступна картина напружено-деформованого стану матеріалу гільзи циліндрів двигуна КамАЗ-740: при робочому ході поршня область найбільших навантажень локалізовано в верхній частині

гільзи на відстані 12...65 мм, та прояв чітко вираженого характерного градієнту напружень, а в момент загорання робочої суміші — пік навантаження зміщується вгору, що пояснюється комбінацією впливів тиску, температури,

хімічної адсорбції та дифузії взаємодіючих речовин. Моделювання, представлено на рис. 1,б свідчить про явний перерозподіл внутрішніх напружень за глибиною поверхневого шару матеріалу гільзи циліндрів.

Можна твердити, що у випадку максимальних напружено-деформованих зон проявляється найбільша інтенсивність зносу.

Експериментально підтвердити достовірність результатів моделювання можна проведенням замірів діаметрів гільз циліндрів.

### 5. Мікрометраж діаметрів гільз циліндрів дизелів ЗТ

Підтвердженням отриманих результатів є наявність характерних зон зносу, наявність різкого переходу в зоні ходу першого поршневого кільця.

Результати мікрометражу для планово-попереджувальної стратегії, на прикладі гільз циліндрів дизеля КамАЗ-740 представлені на рис. 3.

З діаграми спостерігається, що діаметри гільз циліндрів (середнє значення по всім гільзам циліндрів) даного двигуна при ППС не виходять за межі граничних або ремонтних розмірів. Це свідчить про те, що ці гільзи, за даним показником, здатні виконувати свої функції.

З рис. 3,б випливає, що значення діаметрів гільз циліндрів двигуна КамАЗ-740 при ППС після напрацювання 3150 мото-год завищені у порівнянні з гранично допустимими величинами. Аналіз даної інформації дозволяє, як при вірогідному конкретному рівні, так і при адекватному стверджувати, що гільза циліндрів потребує ремонтних заходів щодо приведення параметрів її стану до задовільних.

Зіставляючи дані представлені на останніх діаграмах, можна стверджувати, що інтенсивність зносу гільз циліндрів при ППС, до напрацювання 1600 мото-год складає  $3,625 \times 10^{-4}$  мм/мото-год, а при 3150 мото-год, ця величина збільшується у 1,2...1,45 рази та складає  $4,667 \times 10^{-4}$  мм/мото-год. Підвищення інтенсивності зносу вказує на недостатню ефективність виконуваних технічних дій по підтриманню стану деталей двигуна і безпосередньо ЦПГ, на прийнятному технічному рівні.

Результати заміру діаметрів гільз циліндрів при АС, для дизеля КамАЗ-740 після напрацювання 3640 мото-год представлені на рис. 4.

Аналіз даних, представлених на рис. 4 показує, що діаметри гільз циліндрів двигуна КамАЗ-740 при АС, мають допустимі номінальні розміри. В цьому випадку спостерігається аналогічна картина інтенсивності зношування як і у випадку при ППС до напрацювання 1600 мото-год. Даний факт свідчить про більш якісне виконання операцій підтримання технічного стану при АС.

Виходячи з вищенаведеного можна говорити про можливість збільшення очікуваного ресурсу при АС на 17...25 % у порівнянні з ППС, а в деяких випадках у декілька разів більше.

Спрацювання гільзи циліндрів має чітко виражену границю зношування на відстані 15...20 мм від верху, що обумовлено конструктивними особливостями – верхнє компресійне кільце на цю відстань не доходить до краю гільзи. І як показує практика на цій відстані знос практично не відбувається. Також відсутність або незначний знос спостерігається від нижньої мертвої точки і до краю

гільзи знизу, де діаметри гільзи циліндрів майже не змінюються і не виходять за допустимі межі.

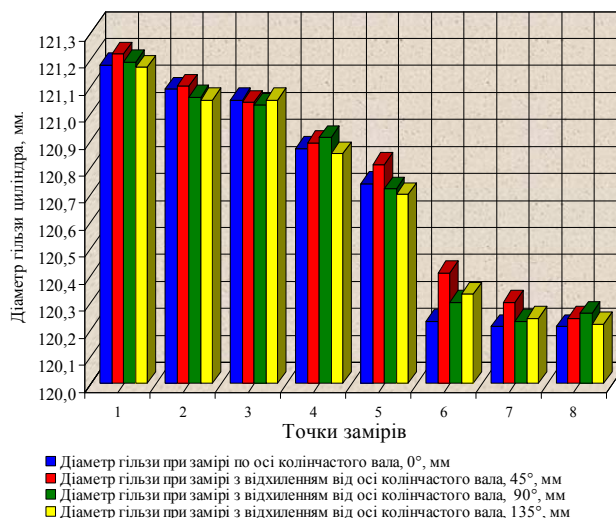


Рис. 4. Результати мікрометражу гільзи циліндрів двигуна КамАЗ-740 (напрацювання 3640 мото-год) при АС

Проведення мікрометражу гільз циліндрів досліджуваних дизелів ЗТ дало змогу оцінити рівень адекватності результатів коерцитивного методу визначення геометричних характеристик та стану матеріалу деталей ЦПГ.

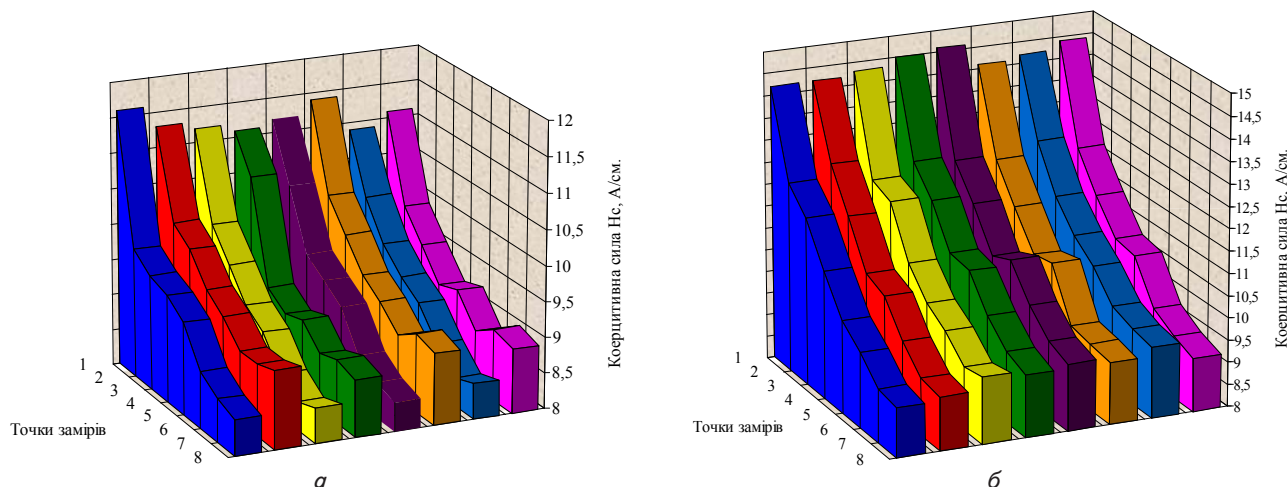
### 6. Коерцитивна сила

Вимірювання значень коерцитивної сили проводили згідно [6].

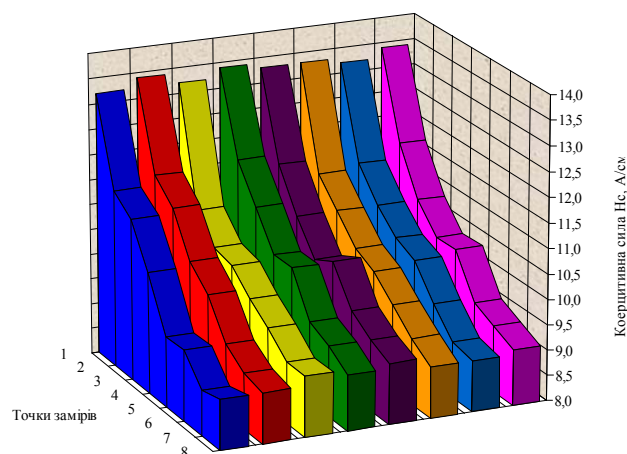
Результати вимірювання коерцитивної сили для матеріалу гільз циліндрів КамАЗ-740 при ППС наведені на рис. 5.

Аналіз даних представлених на діаграмах значень розподілу коерцитивної сили гільз циліндрів двигуна КамАЗ-740 при ППС дає можливість отримати об'єктивну картину напружено-деформованого стану, а отже і передумови зміни ресурсних характеристик. Тенденція розподілу коерцитивної сили аналогічна проведеним результатам замірів у визначених точках гільзи циліндра. Значний рівень збіжності результатів, збільш ніж 80 % ймовірністю, співрозмірність, повторення «рельєфу», отриманого за даними проведеного мікрометражу, дозволяють обґрунтовано прогнозувати ресурс гільз циліндрів.

При АС спостерігається менша динаміка наростання напружень в матеріалі гільз циліндрів, але закономірність взаємовпливу коерцитивної сили  $H_c$  та геометричних параметрів також має місце. Стосовно наявного стану гільз циліндрів дизеля КамАЗ-740, експлуатованого при АС, можна стверджувати, що навіть при більшому напрацюванні (3640 мото-год – при АС, проти 3150 мото-год в ППС) даний двигун, за цими параметрами (max-min – 14,6–9,1 А/см), знаходиться в кращому технічному стані (max-min – 13,4–9,0 А/см). Відносна зміна характеристик матеріалу гільз циліндрів при ППС склала – 37,67 %, а при АС – 32,84 %.



**Рис. 5.** Результати вимірювання коерцитивної сили (розгортка гільзи циліндрів двигуна КамАЗ-740) при ППС після напрацювання: *а* — 1600 мото-год; *б* — 3150 мото-год



**Рис. 6.** Результати вимірювання коерцитивної сили (розгортка гільзи циліндрів двигуна КамАЗ-740) при АС (напрацювання 3640 мото-год)

лює «рельєф», створений значеннями коерцитивної сили в точках замірів по поверхні.

Література

1. Эксплуатационная надежность сельскохозяйственных машин [Текст] / В. Я. Анилович и др. — Минск : Ураджай, 1974. — 274 с.
2. Диагностика автотракторных двигателей [Текст] / под ред. проф. Н. С. Ждановского. — Л. : Колос, 1977. — 264 с.
3. Михлин В. М. Система технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин по результатам диагностирования / В. М. Михлин; и др. — М.: Информ-агротех, 1995.
4. Жулай, О. Ю. Функції зміни та область розподілу граничних значень діагностичних параметрів технічного стану силових агрегатів мобільної сільськогосподарської техніки [Текст] / О. Ю. Жулай // Вісник Тернопільського держ. техн. ун-ту. — 2007. — Том. 12. — № 1. — С. 92–97.
5. Черновол, М. І. Методика застосування системи діагностичного моніторингу технічного стану дизелів при різних стратегіях ТОiP засобів транспорту [Текст] / М. І. Черновол, В. В. Аулін, О. Ю. Жулай, В. Я. Чабанний // Вісник Інженерної академії України. — 2008. — Вип. № 2. — С. 50–55.
6. Спосіб вимірювання напруженості магнітного поля в локальних областях виробів з феромагнітних матеріалів [Текст]: пат. 23040 (2006) Україна: G 01 R 33/02 / Аулін В. В., Жулай О. Ю., Бобрицький В. М., Лисенко С. В., Солових Є. К., Барановський Д. М. — № u2006 10907; заявл. 16.10.06; зареєстр. 10.05.2007, бюл. № 6.

7. Висновки

Результати розподілу коерцитивної сили матеріалу гільз циліндрів дизелів ЗТ сільськогосподарського виробництва, як при ППС, так і АС дає можливість отримати об'єктивну картину напружено-деформованого стану, а отже і передумови зміни ресурсних характеристик. При цьому відносна зміна вимірної коерцитивної сили матеріалу гільз циліндрів при ППС склала 37,67 %, а при АС — 32,84 %.

Коерцитивна сила матеріалу гільз циліндрів дизелів ЗТ дає можливість провести адекватну оцінку їх геометричних розмірів, наявність макро- та мікродфектів — загальний вид спрацювання гільзи циліндрів обумов-