

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Росковшенко Ю. К., Ткаченко В. А. Реконструкція систем опалення зимових теплиць ангарного типу: УДК 728.98+628.8 / КНУБА. – 2004. – 3 с.
2. Климентовський Ю. А., Гладкий А.М. Технічні засоби автоматики. – К: Видавництво «КВІЦ», 2003. – 238 с.
3. Сигаева Е.С., Гончарук Н. С. Микроклиматические основы тепличного овощеводства: М.: Колос, 1982. – 175 с.
4. Лазоренко В.О. Підвищення енергоефективності систем теплопостачання теплиць: УДК 631.22 / НУБП. – К., 2009. – 5 с.
5. Система для управління мікроклиматом в теплиці. Патент РФ № 2467557. Соколов І. С., Лашин А. П., Лашин Д. А., Соколов М. И. 2012.
6. Sadovoi, O., Nazarova, O., Bondarenko, V., Pirozhok, A., Hutsol, T., Nurek, T. & Glowacki, Sz. “Modeling and research of electromechanical systems of cold rolling mills”. Monograph. Krakow, Ukraine: Publ. Traicon. 2020. 138 p

**Дивдик Петро**

магістрант

Науковий керівник:

к.т.н., доцент **Краснолуцький П.П.**

*Подільський державний*

*аграрно-технічний університет*

*м. Кам'янець-Подільський*

## ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ТЕРМОГРАФІЧНИМ ОБСТЕЖЕННЯМ

Двигуни внутрішнього згоряння (далі ДВЗ) ще тривалий час залишатимуться основним типом силових установок мобільної техніки, що працює у складних і нестабільних умовах. Але з урахуванням сучасних вимог слід впроваджувати новітні інженерні рішення і матеріали, які б дозволили мінімізувати характерні недоліки ДВЗ. Зокрема, потрібно забезпечувати оптимальне навантаження машин, підтримуючи їх технічний стан на належному рівні. Відтак виникає необхідність у таких методах контролю робочих параметрів, що дозволяють з мінімальними затратами визначити раціональність навантаження з урахуванням специфічних умов роботи (для авто, наприклад, шляхових умов, швидкісного режиму тощо). Одним із таких методів є дистанційний термографічний контроль, який завдяки зручності та оперативності широко застосовується при дослідженні теплових потоків від різноманітних технічних і біологічних об'єктів [1]. Однак стосовно ДВЗ цей метод не завжди надає достатньо повну інформацію через відсутність характерних даних про розподіл температур на поверхні вузлів конкретної машини, що виникають при її роботі на різних режимах. Формування такої бази даних і є метою дослідження.

Робоче навантаження на машину спричинює відповідне навантаження на двигун, яке супроводжується певною зміною температури поверхні деталей і технічних рідин. Але якщо температура охолоджувальної рідини є традиційним контрольованим параметром, то температура деталей є параметром стану, який

до теперішнього часу на більшості автотракторних дизельних двигунів не вимірюється. Цей параметр стану безпосередньо пов'язаний з температурою відпрацьованих газів (далі скорочено ВГ). А температура ВГ може слугувати досить точним показником завантаженості двигуна та його технічного стану [2].

Для проведення досліджень нами застосована лабораторна установка (рисунки 1) яка складається з турбодизеля СМД-21 з рідинним охолодженням і електричного гальмівного стенду з показником навантаження 1. Для вимірювання тиску повітря на впуску встановлено манометр. Частота обертання колінвалу вимірюється штатним тахометром гальмівного стенду 2. Система газопуску дизеля доповнена хромель алюмелевими термопарами ТХА (К) 2488-2. Чотири термопари встановлені усередині випускного колектора навпроти кожного циліндра, а дві термопари перед входом в турбокомпресор і на виході з турбокомпресора відповідно.

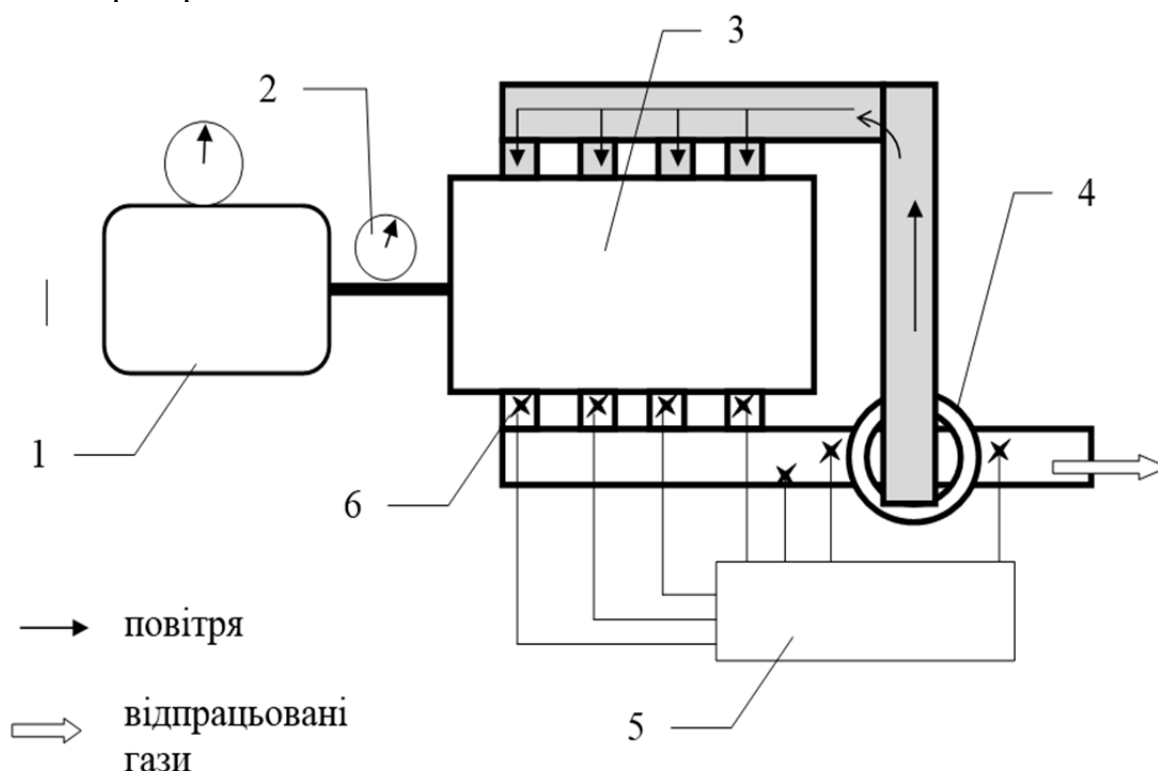


Рисунок 1 Схема лабораторної установки

1 – стенд навантажувальний; 2 – тахометр; 3 – двигун дизельний;  
4 – турбіна; 5 – прилад МИТ-12; 6 – термопари

Термопара, встановлена на поверхні колектора дозволяє проводити порівняння показань з тепловізором. Сигнали від термопар надходять до багатоканального вимірювача температури МИТ-12. Для визначення теплового поля деталей системи газопуску використовувався також тепловізор Testo 875 призначений для промислової і будівельної термографії. Завдяки матриці 160x120 пікселів і розрішенню 19200 температурних точок, тепловізор Testo 875 здатний відображати об'єкти вимірювань з високою чіткістю. Модель оснащена функцією моментального автоматичного розпізнавання крайніх температурних точок вимірюваного об'єкта у діапазоні від -30 до +550 градусів [1].

Сутність нашої пропозиції полягає у тому, щоби спочатку провести стендові випробування двигуна певної марки з фіксацією температури вихлопних газів (через температуру поверхні колектора у визначених точках) за допомогою термопар і одночасно- за допомогою тепловізора. На підставі одержаних даних складається математична модель температурного поля нормально працюючого двигуна при його різних навантаженнях, результати якої можна також представити табличним форматом.

Зокрема, на підставі досліджень було встановлено, що максимальні значення температури при різному навантаженні на двигун ( $127\pm 5,5^{\circ}\text{C}$ ... $375\pm 6,2^{\circ}\text{C}$ ) мають місце на вході в турбокомпресор. Мінімальна температура спостерігалась у точках М1 і М4 (перший і четвертий циліндр) в межах  $108\pm 1,0^{\circ}\text{C}$  до  $297\pm 6^{\circ}\text{C}$ . Маючи у розпорядженні такі таблиці, надалі можна оперативно перевіряти тепловізором температуру реально працюючого двигуна без його зняття з автомобіля і, порівнюючи фактичні дані із табличними, робити висновок про ступінь завантаження двигуна та його загальний стан.

### Список використаних джерел

1. Термографія. Теорія, практичне застосування, поради та рекомендації. URL: <https://static-int.testo.com/media/94/37/e3994929bc61/prakticheskoe-rukovodstvo-po-termografii.pdf> (дата звернення 04.11.2020)
2. Колобов К.С. Удосконалення способу експрес-діагностування технічного стану транспортних дизелів: дис. ... канд. тех. наук: 05.22.20. Національний транспортний університет. Київ, 2019. 259 с.

**Дмитрук Микола**  
студент  
Науковий керівник:  
к.п.н., доцент **Збаравська Л.Ю.**  
*Подільський державний  
аграрно-технічний університет  
м. Кам'янець-Подільський*

## ЕНЕРГІЯ ВІТРУ

Енергія вітру вічно поновлювана й невичерпна, поки гріє Сонце. Вітер утворюється на землі в результаті нерівномірного нагрівання її поверхні Сонцем.

Повітря над водною поверхнею впродовж світлої частини доби залишається порівняно холодним, оскільки енергія сонячного випромінювання витрачається на випаровування води та поглинається нею. Над сушею повітря нагрівається завдяки тому, що вона поглинає сонячну енергію менше, ніж поверхня води. Нагріте повітря розширюється і піднімається вгору, а його заміняє холодне повітря від поверхні води. Вночі суша охолоджується швидше, ніж вода, і