

2. Sasa, K.; Chen, C.; Fujimatsu, T.; Shoji, R.; Maki, A. Speed Loss Analysis and Rough Wave Avoidance Algorithms for Optimal Ship Routing Simulation of 28,000-DWT Bulk Carrier. *Ocean Engineering* 2021, 228, 108800. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.108800> .

3. Schröer, C.; Kruse, F.; Gómez, J. M. A Systematic Literature Review on Applying CRISP-DM Process Model. *Procedia Computer Science* 2021, 181, 526–534. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.199> .

ОГЛЯД МОЖЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА СКЛАДОВИХ ДВЗ В УКРАЇНІ НА ПРИКЛАДІ МАЛОЛІТРАЖНОГО ВИСОКООБЕРТОВОГО ДИЗЕЛЯ

Грицюк Олександр Васильович, д.т.н., проф., професор каф. ДВЗ,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: dthkbd@ukr.net, ORCID: [0000-0002-5596-6254](https://orcid.org/0000-0002-5596-6254)

Кузьменко Анатолій Петрович, канд. техн. наук, доц., доцент каф. ДВЗ,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: kuzmatolja@gmail.com, ORCID: [0000-0002-4029-4010](https://orcid.org/0000-0002-4029-4010)

Лазченко Богдан Олексійович, головний технолог відділу головного
конструктора, ДП «Завод імені В.О. Малишева»,
e-mail: lazcenkobogdan@gmail.com

Копилов В'ячеслав Володимирович, керівник підприємства,
«Харківський центр ПроМотор»,
e-mail: wsh7@promotor.com.ua

Жуков Олександр Сергійович, здобувач бакалавтури каф. ЗЕФІЗтаКР
ім. Б.М.Літвинова, Державний біотехнологічний університет,
e-mail: drag0nangel@meta.ua

На сьогоднішній день така підгалузь машинобудування України як двигунобудування перебуває у дуже складному становищі. В першу чергу це пов'язано з тим, що не спрацював жодний із існуючих механізмів залучення у цю галузь державних інвестиційних ресурсів.

Найбільш конкретним прикладом є вітчизняне малолітражне дизелебудування. Україна завжди мала та продовжує мати потребу в малолітражних дизелях, однак жодна зі спроб прискореного створення такого дизеля не набула широкого впровадження у масове виробництво.

Українське малолітражне дизелебудування створило й довело до серійного виготовлення, але малими партіями, вітчизняні малолітражні дво- та чотирициліндрові дизелі народногосподарського призначення, а саме: V-подібні дизелі Ч 8,2/8,8 серії СМД (СМД-900 і СМД-1800) з робочим об'ємом одного циліндра $V_h = 0,464 \text{ дм}^3$, з безпосереднім упорскуванням палива і рядні дизелі Ч 7,9/8,2 серії ДТ (2ДТ, 2ДТМ, 2ДТХ і 4ДТС) з робочим об'ємом циліндра $V_h = 0,402 \text{ дм}^3$ і вихорокамерним сумішоутворенням.

Отриманий при розробці та експлуатації цих дизелів власний науково-технічний досвід дозволив Харківській школі дизелебудування розробити нову серію вітчизняних малолітражних автомобільних дизелів потужністю $100\div 175$ к.с. подвійного призначення (Слобожанський дизель) [1,2] в чотири- та шестициліндровому виконанні з найпопулярнішим (навіть сьогодні) робочим об'ємом одного циліндра $V_h = 0,498$ дм³. Вся серія передбачає безпосереднє упорскування палива у нерозділену відкриту камеру згоряння, але з застосуванням як системи паливopодачі безпосередньої дії типу *HPM*, так і системи типу *Common Rail*. Водночас передбачена організація ефективного сумішоутворення як при двоклапанній головці циліндрів, так і при чотириклапанній.

Запланована на рівні майже десятка державних відомств організація виробництва передбачала суттєве технічне переоснащення вже наявних виробництв і залучення виключно державних видатків розвитку, так як жодна спроба приватного капіталу підняти двигунобудівне виробництво без партнерства з державою успіху в Україні не мала. Але незважаючи на рівень існуючих документів, машинобудівна галузь України власного виробництва малолітражних автомобільних дизелів і на тепер все ще не дочекалась.

Незважаючи на вищевказані труднощі, в 2020 році команда ентузіастів з членів кафедри „Двигунів внутрішнього згоряння” Харківського національного автомобільно-дорожнього університету розпочала роботу з вже досвідченими фахівцями промисловості щодо перевірки спроможності освоєння виробництва автомобільного двигуна уніфікованого потужнісного ряду вітчизняних дизелів проєкту «Слобожанський дизель». Початок освоєння виробництва передбачався з чотирициліндрового дизеля 4ДТНА1 [2].

Роботи було вирішено розпочати з освоєння виробництва головки блоку циліндрів (ГБЦ), адже зазвичай ГБЦ є найбільш складною деталлю ДВЗ, так як конструкція та основні розміри залежать від кількості та діаметрів впускних і випускних клапанів, розміщення свічок, форсунок, форми камери згоряння та ін. Зазвичай в автомобільних і тракторних двигунах з рідинним охолодженням головку блоку циліндрів виготовляють у вигляді загальної відливки для всього ряду циліндрів[3].

Роботу по виготовленню ГБЦ було розпочато з аналізу конструкції та розробки технологічного процесу виготовлення головки блоку циліндрів.

Для цього було порівняно варіант з двоклапанною та багатоклапанною схемами. Конструкція системи газообміну визначає середній ефективний прохідний перетин клапанів і здатність впускних каналів пропускати певну кількість робочого тіла за визначений проміжок часу.

В свою чергу це впливає на наповнення циліндру свіжим зарядом, а тобто і на ефективність робочого процесу, яка характеризується середнім ефективним тиском P_e [4]. В даній роботі ефективний прохідний перетин використовується відповідно до обраних для дослідження типових конструкцій – двоклапанної та чотириклапанної.

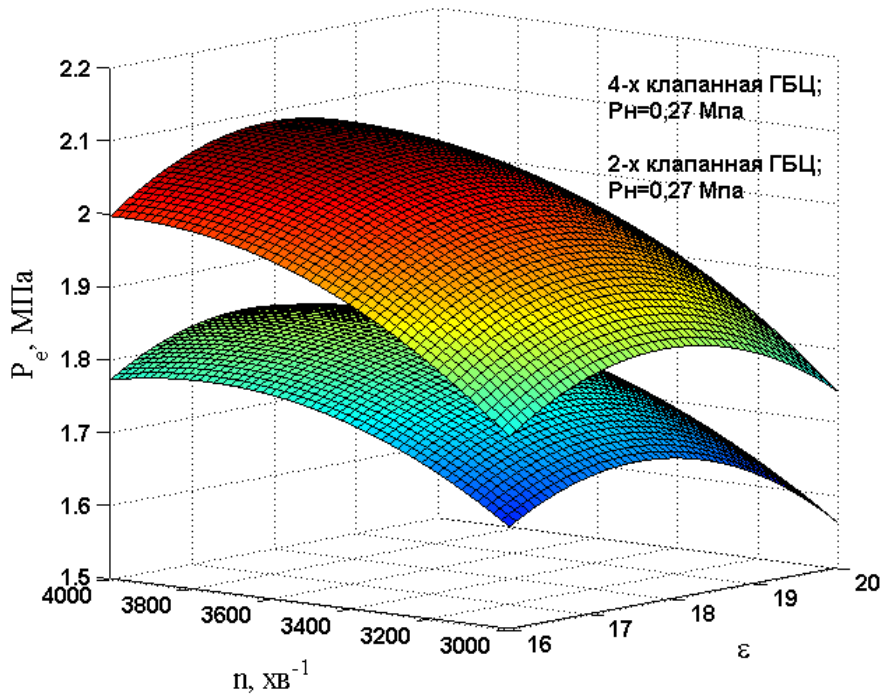


Рисунок 1 – Залежності $Pe=f(\epsilon, n)$ при 4-клапанній і 2-клапанній ГБЦ та тиску наддуву $P_H=0,27$ МПа

За результатами математичної обробки графічно продемонстрованих на рис.1 у тримірному просторі залежностей було знайдено значення оптимальних Pe для двоклапанної та чотиріклапанної схеми газообміну та побудовано графік (рис.2) вже у двомірному просторі.

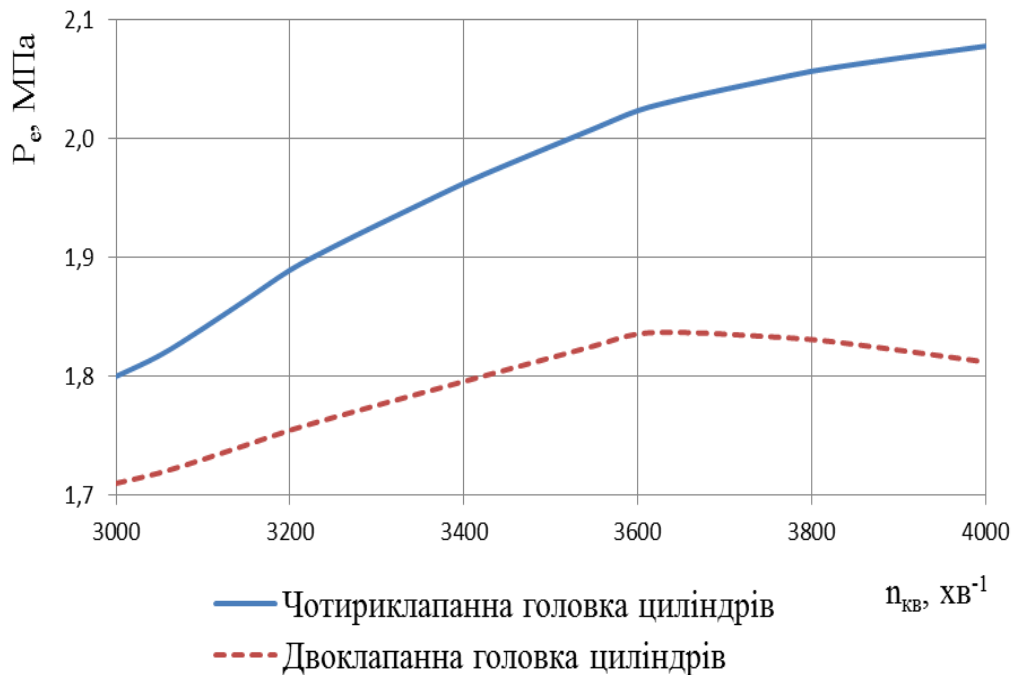


Рисунок 2 – Лінії розташування оптимальних Pe дизеля серії 4ДТНА при двох схемах організації сумішоутворення

Як видно з наведених на цьому графіку кривих при чотириклапанній головці циліндрів автомобільного дизеля спостерігається безперервне зростання оптимальних значень Pe в залежності від n у всьому дослідженому діапазоні частот обертання колінчастого валу, що неможливо сказати при застосуванні схеми з двома клапанами на циліндр.

З цього графіку видно, що ефективність застосування чотириклапанної головки циліндрів, різко збільшується на частотних режимах навантаження 3600 хв^{-1} та вище.

Таким чином, при цілком сучасних рівнях Pe , які досягнуті при ступіні стиснення $\varepsilon = 18$ та тиску наддуву $p_n = 0,27 \text{ МПа}$, застосування достатньо складної схеми організації робочого процесу (чотири клапани на циліндр), виключно з точки зору показників максимальної потужності, доцільно тільки для двигунів, які часто працюють на режимах з частотою обертання n вище 3600 хв^{-1} . Тому в даному випадку для автомобільного дизеля було прийнято рішення обмежитися двоклапанною схемою.

Після проведення першої технологічної операції щодо заготовки було отримано алюмінієву відливку головки блоку циліндрів, що виготовлена з алюмінієвого сплаву АК-5М. Більшість подальших операцій, згідно технологічного процесу, для отримання деталі передбачало механічну обробку. Для цього додатково було залучено технологічне обладнання філіалу центру „ПроМотор” у м. Харків. Зокрема було проведено обробку площин які потрібні для монтування впускної та випускної системи, приєднання елементів системи охолодження а також забезпечення газового стику. Фотознімок обробки вогневої поверхні ГБЦ показано на фото (рис. 3).



Рисунок 3 – Процес механічної обробки вогневої поверхні головки блоку циліндрів двигуна 4ЧН 8,8/8,2

Одночасно проводились роботи по комплектації механізму газорозподілу, для чого було проведено аналіз можливості використання комплектуючих закордонного виробництва. В результаті даної роботи було прийнято рішення, що в якості заготовок для впускних клапанів можуть бути використані клапани RF0112121В, що встановлюються на двигуни фірми Mazda, для впускних клапанів – 6010530401 що встановлюються на двигуни Mercedes OM 601, та направляючі втулки клапанів фірми FRECCIA G2664. Штовхачі клапанів були вибрані фірми FRECCIA PI 03-102, які використовуються в двигунах фірми FIAT.

Такі рішення суттєво скорочували час на технологічні операції щодо заготовок та дозволяли якомога швидше отримати комплектуючі для збирання головки блоку циліндрів. Після проведення всіх механічних операцій всі складові було зібрано в загальну конструкцію (рис.4).



Рисунок 4 – Фотографії головки блоку циліндрів двигуна 4ЧН 8,8/8,2 у зборі

Висновок

В результаті проведеної роботи було відпрацьовано технологію виробництва головки циліндрів з залученням наявного у регіоні виробничого потенціалу та використанням комплектуючих іноземного виробництва. Такий підхід дозволив суттєво скоротити час на виготовлення та підготовку виробництва ГБЦ для двигуна, що є представником потужнісного ряду «Слобожанський дизель» вітчизняного виробництва.

Література

1. Грицюк О.В. Новий напрямок у дизелебудуванні України / О.В. Грицюк, І.В. Парсаданов, О.А. Мотора // Двигуни внутрішнього згоряння. – Харків: НТУ "ХПІ", 2011 – №1. - С.48-53.
2. Техніко-економічне обґрунтування необхідності державної підтримки у виконанні інноваційно-інвестиційного проекту: Розроблення та впровадження у виробництво малолітражного автомобільного дизеля потужністю 100÷175 к.с. подвійного призначення (Слобожанський дизель): монографія / Ф.І. Абрамчук, С.О. Альохін, М.Л.Белов та ін.: за ред. Ф.І. Абрамчука, О.В. Грицюка, І.А. Дмитрієва. – Харків : ХНАДУ, 2012. – 164с.
3. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є.,Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: Підруч. для студентів спец. “Автомобілі та автомобільне господарство” вищ. навч. закладів. – К.: Арістей, 2004. –438 с.
4. Дяченко В.Г. Теорія двигунів внутрішнього згоряння. Підручник для студентів вищих навчальних закладів / В.Г. Дяченко ХНАДУ. – Харків: ХНАДУ, 2009. – 500 с.

ПІДВИЩЕННЯ ПІСЛЯРЕМОНТНОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Дощечкіна Ірина Василівна, канд. техн. наук, професор каф. ТКМ та М,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: divkhadi@ukr.net, ORCID: [0000-0002-6278-7780](https://orcid.org/0000-0002-6278-7780)

Дуліч Дарина Владиславівна, магістр,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: dara2001200219@gmail.com

Як відомо, одним із найважливіших факторів, що обумовлює довговічність і термін експлуатації різних конструкційних елементів машин, є стан їх поверхні, який визначає службові характеристики в умовах тертя і зношування, дії циклічних навантажень, впливу агресивних середовищ. Згідно з сучасними поглядами вільна поверхня є видом плоского дефекту в кристалі і має суттєвий вплив на деформування та руйнування виробу в цілому.

Численні дослідження показують, що до 70 - 80% передчасного виходу з ладу агрегатів обумовлені зносом, і майже половина відмов припадає на долю двигуна, а саме на деталі циліндро-поршневої групи та кривошипно-шатунного механізму [1].

Ремонтні роботи з усунення відмов деталей потребують значних фінансових та трудових витрат і при цьому не завжди задовольняються технічні вимоги до післяремонтного ресурсу, який має бути не нижчим за 80 % від ресурсу нового виробу. Тому підвищення довговічності деталей після ремонту при найменших витратах є актуальним питанням.