

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА

УДК 621.44

[https://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2018-1-22\(36\)-266-272](https://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2018-1-22(36)-266-272)

ЗМІНА ПОТУЖНОСТІ І ВИТРАТИ ПАЛИВА ДВИГУНА КОЛІСНОЇ МАШИНИ ПІД ЧАС ВИМИКАННЯ ЧАСТИНИ ЙОГО ЦИЛІНДРІВ

А. Коробко канд. техн. наук, доц. Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого
e-mail: ak82andrey@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6618-7790>,

А. Молодан канд. техн. наук, доц., e-mail: and_1979@ukr.net, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Метою дослідження є покращення експлуатаційних показників автотракторного двигуна визначенням потужності і витрати палива під час вимкнення частини його циліндрів. Для досягнення поставленої мети вирішено такі завдання: встановлено теоретичні залежності між ефективною потужністю, економічністю двигуна, і кількістю вимкнених циліндрів двигуна колісної машини; визначено вплив кількості вимкнених циліндрів автотракторних двигунів на їхню ефективну потужність; визначено найбільш інтенсивне зниження витрати палива, яке відбувається під час вимкнення циліндрів. Під час вимкнення частини циліндрів двигуна в процесі його роботи, індикаторна потужність двигуна зменшується, внаслідок чого знижується частота обертання колінчастого вала і крутний момент двигуна. Для їх підтримки на тому ж рівні в циліндри, які працюють необхідно збільшувати циклову подачу палива. Запропонована методика розрахунку дозволяє визначити вплив вимкнення будь-якої кількості циліндрів на показники потужності та паливно-економічні показники роботи двигуна. Встановлено, що під час вимкнення частини циліндрів потужність двигуна зменшується пропорційно числу вимкнених циліндрів. Для двигуна КамАЗ-740 по-

тужність з 154,5 кВт за всіх циліндрів, які працюють, зменшується до 113,4 кВт у разі вимкнення двох циліндрів і до 70,3 кВт у разі вимкнення чотирьох циліндрів. Встановлено, що найбільш інтенсивне зниження витрати палива відбувається на холостому ході, яке у разі вимкнення половини циліндрів становить 27 %. Економія палива знижується зі збільшенням завантаження двигуна і стає рівною нулю за коефіцієнта завантаження двигуна $K_z=0,24$. Різниця між розрахунковими й експериментальними даними витрати палива і потужності становить на режимі максимального завантаження не більше 7-8 %. Потенційна можливість підвищення економічності завдяки вимкненню частини циліндрів закладена у всіх дизелях, які експлуатуються. Реальна величина економії палива під час роботи за навантажувальною характеристикою залежить від кількості циліндрів, які працюють, особливостей двигуна, закладених в його конструкції під час проектування та виготовлення, навантаження і величини механічних втрат у вимкнених циліндрах.

Ключові слова: ефективна потужність двигуна, зміна потужності, двигун, колісна машина, вимкнення циліндрів, витрата палива.

Постановка проблеми. В автомобільному перевезенні 25-30 % обсягу транспортних робіт здійснюється з використанням колісних машин. На таких операціях як транспортування, тривалість роботи досягає 50 %. Час простоїв в очікуванні транспорту завантаження складає 25...30% [1]. Під час виконання транспортних робіт двигун колісної машини більшу частину часу працює на режимах малих навантажень і

холостого ходу. На цих режимах двигун працює з низькою економічністю через погану ефективність згоряння палива.

Одним із способів підвищення економічності двигуна на режимах малих навантажень і холостого ходу є вимкнення частини циліндрів двигуна [2, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під час аналізу літератури з'ясовано, що тверд-

ження, що з половиною вимкнених циліндрів двигун може розвинути без перевантаження циліндрів, які працюють, ефективну потужність, яка дорівнює половині номінальної ефективної потужності двигуна, є помилковим. Нелінійність функції потужності кількості циліндрів, які працюють, пояснюється розподілом механічних втрат між циліндрами так, що втрати на вимкнених циліндрах повинні компенсуватися збільшенням подачі палива в циліндри, які працюють.

В. В. Березний у роботі [4] запропонував метод розрахунку ефективної потужності двигуна, який працює з вимкненням циліндрів, без перевантаження решти циліндрів. Потенційна можливість підвищення економічності завдяки вимкненню частини циліндрів закладена у всіх дизелях, які експлуатуються [5]. Реальна величина економії палива під час роботи за навантажувальною характеристикою залежить від кількості циліндрів, які працюють, особливостей двигуна, закладених в його конструкції під час проектування та виготовлення, навантаження і величини механічних втрат у вимкнених циліндрах [6, 7].

Мета дослідження – покращення експлуатаційних показників автотракторного двигуна визначенням потужності і витрати палива у разі вимкнення частини його циліндрів.

Для досягнення поставленої мети передбачається вирішення таких завдань:

- встановити теоретичні залежності між ефективною потужністю, економічністю двигуна і кількістю вимкнених циліндрів двигуна колісної машини;
- визначити вплив кількості вимкнених циліндрів автотракторних двигунів на їхню ефективну потужність;
- визначити найбільш інтенсивне зниження витрати палива, яке відбувається під час вимкнення циліндрів.

Виклад основного матеріалу дослідження. У разі вимкнення частини циліндрів двигуна в процесі його роботи, індикаторна потужність двигуна зменшується, внаслідок чого знижується частота обертання колінчастого вала і крутний момент двигуна. Для їх підтримки на тому ж рівні в циліндри, які працюють, необхідно збільшувати циклову подачу палива. За більшої циклової подачі в циліндрах, які пра-

цюють, збільшується середній індикаторний тиск і покращується процес згоряння. Необхідно з'ясувати, як вимикання циліндрів впливає на параметри роботи двигуна зі збереженням частоти обертання колінчастого вала і коефіцієнта завантаження, а зокрема на ефективну потужність двигуна і витрату палива залежно від навантаження двигуна.

Годинну витрату палива у разі вимкнення частини циліндрів G_n^{Zp} можна виразити з урахуванням індикаторного коефіцієнта корисної дії (ККД) η_i^{Zp} , ефективної потужності N_e^{Zp} , потужності механічних втрат

$$G_n^{Zp} = \frac{3,6}{H_u \cdot \eta_i^{Zp}} (N_e^{Zp} + N_{MB}^{Zp}), \text{ кг/год.} \quad (1)$$

Параметри роботи двигуна без вимикання циліндрів позначимо

$$i = z_p - z_v, \quad (2)$$

де i – число всіх циліндрів двигуна,

z_p – кількість циліндрів двигуна, які працюють;

z_v – число вимкнених циліндрів двигуна.

Індикаторний ККД характеризує процес згоряння в циліндрі, який працює. Зміну індикаторного ККД можна визначити за навантажувальною характеристикою двигуна без вимкнення циліндрів за залежністю $\eta_i = f(P_j)$ яку з достатньою точністю можна описати рівнянням полінома четвертого ступеня [3]

$$\eta_i = a \cdot P_j^4 + b \cdot P_j^3 + c \cdot P_j^2 + d \cdot P_j + f, \quad (3)$$

де P_j – середній індикаторний тиск, МПа;

a, b, c, d, f – емпіричні коефіцієнти. Для двигуна КамАЗ-740 за номінальної частоти обертання визначені: $a = 0$; $b = 1,44$; $c = -2,02$; $d = 1,34$; $f = 0$.

За теоремою Абеля-Руффіні алгебраїчні рівняння п'ятого ступеня і вище – нерозв'язні в радикалах, але цілком вирішуються іншими способами.

Вираз (3) можна записати в такому вигляді $\eta_i = b \cdot (P_j - x_1)(P_j - x_2)$, (4)

де

$$x_1 = \frac{\sqrt{c^2 - 4 \cdot a \cdot e \cdot b + c}}{2 \cdot b}; \quad (5)$$

$$x_2 = \frac{\sqrt{c^2 - 4 \cdot e \cdot b - c}}{2 \cdot b}. \quad (6)$$

Середній індикаторний тиск визначається як сума середнього тиску механічних втрат і середнього ефективного тиску двигуна

$$P_i = P_{MB} + P_e, \quad (7)$$

де P_{MB} – умовний середній тиск механічних втрат двигуна;

P_e – умовний середній ефективний тиск двигуна.

Умовний середній тиск механічних втрат двигуна за частини вимкнених циліндрів можна визначити так:

$$P_{мп}^{z_p} = k_m \cdot P_{мп}^i \cdot \frac{i}{z_p}, \text{ МПа}, \quad (8)$$

де k_m – коефіцієнт зміни механічних втрат за вимкнення частини циліндрів,

$$k_m = \frac{z_p}{i} M_1 + \frac{z_b}{i} \cdot M_2 \cdot \Delta_{mb}, \quad (9)$$

де M_1 – коефіцієнт, який враховує зміну механічних втрат у циліндрах, які працюють (під час підвищення в них навантаження через вимикання частини циліндрів);

M_2 – коефіцієнт, який враховує зміну механічних втрат під час прокручування без подачі палива, що характеризує зміну втрат на тертя;

Δ_{mb} – коефіцієнт, який враховує зміну частки механічних втрат вимкнених циліндрів, порівняно з потужністю механічних втрат циліндрів двигуна без вимикань. Вимикати циліндри з роботи можна різними способами: припиняючи тільки подачу палива або разом з усуненням насосних втрат в циліндро-поршневій групі (ЦПГ). У разі припинення тільки подачі палива

$$\Delta_{mb} = 1 - \Delta_{пн} - \Delta_t, \quad (10)$$

де $\Delta_{пн}$ – частка механічних втрат, яка припадає на привід паливного насоса;

Δ_t – частка втрат від зміни температурного балансу.

У разі припинення подачі палива та усуненні насосних втрат в ЦПГ завдяки впровадженню перепускного клапана в камеру згорання

$$\Delta_{mb} = 1 - (\Delta_{пн} + \Delta_t + \Delta_{HX}), \quad (11)$$

де Δ_{HX} – частка втрат на насосні ходи, для двигуна КамАЗ-740 $\Delta_{пн} = 3\%$, Δ_{HX} до 7% на один вимкнений циліндр, $\Delta_t = 10 - 15\%$.

У разі припинення подачі палива та усуненні насосних втрат в ЦПГ завдяки впровадженню перепускного клапана в камеру згорання, а також за можливості конструкції двигуна вимкнути привід газорозподільного механізму (ГРМ), частка потужності механічних втрат вимкнених циліндрів

$$\Delta_{mb} = 1 - (\Delta_{пн} + \Delta_t + \Delta_{HX} + \Delta_{грм}), \quad (12)$$

де $\Delta_{грм}$ – частка втрат на привід ГРМ.

Введемо позначення частки вимкнених циліндрів

$$D_{ц} = \frac{z_b}{i}, \quad (13)$$

$$\frac{z_p}{i} = 1 - D_{ц}. \quad (14)$$

Для визначення середнього тиску механічних втрат прийнято використовувати залежність його тільки від частоти обертання [4]

$$P_{MB} = a + b \cdot n. \quad (15)$$

де a і b – емпіричні коефіцієнти для відповідного двигуна.

Приймемо допущення: $M_1 = 1$ і $M_2 = 1$, що цілком допустимо, бо ми досліджуємо роботу двигуна на режимах холостого ходу і малих навантажень. Прийняті допущення означають, що зі збільшенням навантаження на двигун потужність і середній тиск механічних втрат приймаються незмінними, тому під час роботи під навантаженням параметри механічних втрат визначаються цими ж співвідношеннями. З урахуванням (13) і (14) отримаємо

$$k_m = 1 - D_{ц}(1 - \Delta_{mb}). \quad (16)$$

З формули (16) видно, що коефіцієнт зміни механічних втрат за вимкнених циліндрів залежить від частки вимкнених циліндрів прямо пропорційно. Умовний середній тиск механічних втрат за вимикання циліндрів визначається підстановкою (14) у (8)

$$P_{мп}^{z_p} = \frac{P_{мп}^i \cdot k_m}{1 - D_{ц}}. \quad (17)$$

Середній ефективний тиск за вимкнення частини циліндрів залежить від частки вимкнених циліндрів

$$P_e^{z_p} = \frac{P_e^i}{1 - D_{ц}}. \quad (18)$$

Середній індикаторний тиск двигуна з урахуванням (17) і (18) виражається так:

$$P_i^{z_p} = \frac{P_e^i + P_{мп}^i \cdot k_m}{1 - D_{ц}}, \text{ МПа}. \quad (19)$$

Ефективну потужність двигуна можна виразити через коефіцієнт завантаження двигуна, ступінь зміни частоти обертання і номінальної потужності

$$N_e = K_n \cdot K_z \cdot N_n, \text{ кВт}; \quad (20)$$

$$K_n = \frac{n}{n_n}, \quad (21)$$

де n – поточне значення частоти обертання колінчатого вала двигуна,

n_n – номінальна частота обертання колінчатого вала двигуна.

$$K_z = \frac{M}{M_n}, \quad (22)$$

де M – поточне значення крутного моменту двигуна,

M_n – значення крутного моменту двигуна на номінальному режимі.

Для визначення максимальної ефективної потужності двигуна за вимикання циліндрів пропонується використовувати коефіцієнт зміни максимальної ефективної потужності k_{PN}

$$k_{PN} = \frac{N_{e \max}^{Zp}}{N_e}, \quad (23)$$

де $N_{e \max}^{Zp}$ – максимальна ефективна потужність двигуна за частини вимкнених циліндрів з незмінною частотою обертання і максимальною подачею палива;

N_e – номінальна потужність двигуна.

Максимальна потужність двигуна досягається за максимальної годинної витрати палива. При цьому приймаємо, що індикаторна потужність одного циліндра, який працює, з вимкненою частини інших – не змінюється. Ефективна потужність двигуна за вимкнення частини циліндрів виражається

$$N_e^{Zp} = N_i^i \frac{Z_p}{i} - N_{MB}^i \cdot k_M. \quad (24)$$

Максимальна ефективна потужність за вимкнення частини циліндрів залежить від номінальної потужності двигуна

$$N_{e \max}^{Zp} = N_e \left(\frac{1 - D_{ci}}{\eta_{M \max}^i} - k_M \left(\frac{1}{\eta_{M \max}^i} - 1 \right) \right). \quad (25)$$

Вираз у дужках – коефіцієнт зміни максимальної ефективної потужності за вимикання циліндрів

$$k_{PN} = \frac{1 - D_{ci}}{\eta_{M \max}^i} - k_M \left(\frac{1}{\eta_{M \max}^i} - 1 \right). \quad (26)$$

Підставивши (16) у (26) отримаємо

$$k_{PN} = 1 - D_{ci} \left(1 + \Delta_{mb} \left(\frac{1}{\eta_{M \max}^i} - 1 \right) \right). \quad (27)$$

Як видно з формули (24), коефіцієнт k_{PN} залежить від частки вимкнених циліндрів прямо пропорційно. Максимальну ефективну потужність двигуна за вимикання частини циліндрів залежно від k_{PN} можемо визначити так:

$$N_{e \max}^{Zp} = k_{PN} \cdot N_e. \quad (28)$$

Витрата палива за вимкнення частини циліндрів визначається за формулою (1). Оцінити годинну витрату палива за вимкнення циліндрів

двигуна можна, використовуючи коефіцієнт зміни годинної витрати палива k_{G_n}

$$k_{G_n} = \frac{G_n^{Zp}}{G_n^i}. \quad (29)$$

У результаті перетворення виразу (29) з урахуванням (1, 4, 5, 6, 21) отримаємо

$$k_{G_n} = \frac{(P_i - x_1)(P_i - x_2)}{\left(P_i - \frac{x_1}{k_{pi}} \right) \left(P_i - \frac{x_2}{k_{pi}} \right)} \cdot \frac{1 - D_{ci}}{k_{pi}}. \quad (30)$$

де k_{pi} – коефіцієнт, що характеризує зміну індикаторного тиску в циліндрах, які працюють, зі збереженням ефективної потужності двигуна.

$$k_{pi} = \frac{P_i^{Zp}}{P_i} = \frac{1 - D_{ci}(1 - \Delta_{mb})(1 - \eta_{ci})}{1 - D_{ci}}. \quad (31)$$

Витрата палива з вимкненою частиною циліндрів визначається за виразом

$$G_n^{Zp} = G_n^i \cdot k_{G_n}. \quad (32)$$

На рисунку 1 показані дані за розрахунковим та експериментальним визначенням максимальної ефективної потужності з чотирма вимкненими циліндрами двигуна КамАЗ-740, звідки видно, що потужність знижується пропорційно числу циліндрів, які працюють.



Рисунок 1 – Порівняння розрахункових і експериментальних значень максимальної потужності двигуна КамАЗ-740 залежно від числа циліндрів, які працюють

На рисунку 2 показані дані по розрахунковому і експериментальному визначенню витрати палива при відключенні частини циліндрів.

З рисунку 1 можна визначити, що різниця між експериментальними і розрахунковими даними для визначення потужності і витрати палива в середньому становить не більше 7-8 %.

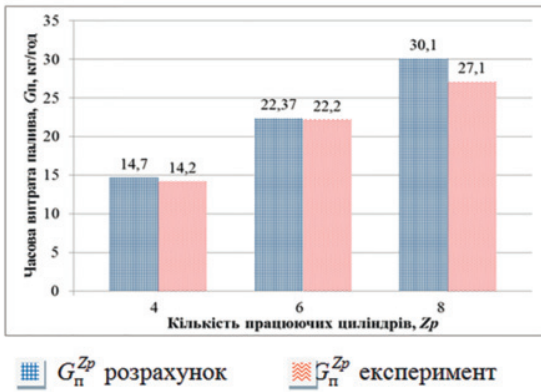


Рисунок 2 – Порівняння розрахункових та експериментальних даних годинної витрати палива двигуна за максимальної потужності з вимкненою частиною циліндрів

Висновки.

1. Розроблена методика розрахунку дозволяє визначити вплив вимкнення будь-якої кількості циліндрів на показники потужності та паливно-економічні показники роботи двигуна.

2. Встановлено, що з вимкненою частини циліндрів потужність двигуна зменшується пропорційно числу вимкнених циліндрів. Для двигуна КамАЗ-740 потужність з 154,5 кВт з усіма циліндрами, які працюють, зменшується до 113,4 кВт з двома вимкненими циліндрами і до 70,3 кВт з чотирма вимкненими циліндрами.

3. Встановлено, що найбільш інтенсивне зниження витрати палива відбувається на холостому ходу, яке з половиною вимкнених циліндрів становить 27%. Економія палива знижується зі збільшенням завантаження двигуна і стає рівною нулю за коефіцієнта завантаження двигуна.

4. Різниця між розрахунковими й експериментальними даними за витратою палива і потужності становить на режимі максимального завантаження не більше 7-8%.

Література

1. Вероятностная оценка режимов работы тракторного двигателя / О.И. Жегалин, П.Д. Лупачев, Б.В. Челознов, С.С. Софонов. Тракторы и сельхозмашины. 1985. № 9.

2. Медведев А. Н. Повышение топливной экономичности автомобильных дизелей отключением части цилиндров: дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 2008. 138 с.

3. Суркин В.И., Федосеев С.Ю., Петелин А.А. Анализ изменения механических потерь

дизеля тракторно-транспортного агрегата при отключении части цилиндров. Достижения науки и техники АПК. 2012. № 7. С. 80–82.

4. Березний В. В. Экономические и энергетические показатели работы дизелей при регулировании отключением цилиндров. Двигателестроение. 1980. № 8. С. 47-49.

5. Vinodh B., & Univ A. Technology for Cylinder Deactivation. Society of Automobile Engineers (SAE). Technical paper number: 2005-01-0077. 2005.

6. Cylinder cutout with sequential turbocharging gives 50 percent power increase. II Modern power system. 1982. 2. 11. PP. 40-43.

7. Leone T. Et.al. Fuel economy benefit of cylinder deactivation – sensitivity to vehicle application and operating constraints. II SAE paper. 2001-01-3591. 2001.

Literatura

1. Verojatnostnaja ocenka rezhimov raboty traktornogo dvigatelja / O.I. Zhegalina, P.D. Lupachev, B.V. Cheloznov, S.S. Sofonov // Traktory i sel'hozmashiny. 1985. – № 9.

2. Medvedev A. N. Povyshenie toplivnoj jekonomichnosti avtomobil'nyh dizel'ej otkljucheniem chasti cilindrov: dis. ... kand. tehn. nauk. – Cheljabinsk, 2008. – 138 s.

3. Surkin V.I., Fedoseev S.Ju., Petelin A.A. Analiz izmenenija mehanicheskikh poter' dizelja traktorno-transportnogo agregata pri otkljuchenii chasti cilindrov // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2012. – № 7. –S. 80–82.

4. Berезnij V. V. Jekonomicheskie i jenergeticheskie pokazateli raboty dizel'ej pri regulirovanii otkljucheniem cilindrov // Dvigatelsestroenie. 1980. № 8. S. 47-49.

5. B. Vinodh and A. Univ "Technology for Cylinder Deactivation". Society of Automobile Engineers (SAE). Technical paper number: 2005-01-0077. 2005 year.

6. Cylinder cutout with sequential turbocharging gives 50 percent power increase II Modern power system. 1982. 2. 11. PP. 40-43.

7. Leone T/ et/al/ Fuel economy benefit of cylinder deactivation - sensitivity to vehicle application and operating constraints II SAE paper 2001-01-3591. 2001.

UDC 621.44

POWER CHANGE AND FUEL CONSUMPTION OF WHEEL MACHINES ENGINE WITH DISABLING PART OF ITS CYLINDERS

A. Korobko Ph. D., Associate Professor, "Leonid Pogorilyy Ukrainian Scientific Research Institute of Forecasting and Testing of Machinery and Technologies for Agricultural Production" Kharkiv branch, <https://orcid.org/ak82andrey@gmail.com>, 0000-0002-6618-7790

A. Molodan Ph. D., Associate Professor, Kharkiv national Automobile and Highway University
e-mail:and_1979@ukr.net,

Summary. *The aim of the study is to improve the performance of an autotractor engine by determining the power and fuel consumption when a part of its cylinders is disconnected. To achieve this goal, the following tasks have been accomplished: theoretical relationships have been established between the effective power, the economy of the engine and the number of disconnected cylinders of the engine of the wheeled vehicle; The influence of the number of disconnected cylinders of autotractor engines on their effective power is determined; The most intensive reduction in fuel consumption, which occurs when the cylinders are disconnected, is determined. When the engine parts are turned off during operation, the engine's indicator power is reduced, resulting in lower engine speed and engine torque. To support them at the same level in the operating cylinders, it is necessary to increase the cyclic supply of fuel. The proposed calculation technique allows to determine the effect of switching off any number of cylinders on power indicators and fuel and economic performance of the engine. It is established that when the part of the cylinders is turned off, the engine power decreases*

in proportion to the number of disconnected cylinders. For the KamAZ-740 engine, the 154.5 kW power for all operating cylinders is reduced to 113.4 kW when the two cylinders are disconnected and to 70.3 kW when the four cylinders are disconnected. The most intensive decrease in fuel consumption is established at idling, which, when the half of the cylinders is disconnected, is 27%. Fuel economy decreases with increasing engine load and becomes zero with the engine load factor. The difference between the calculated and experimental data on fuel consumption and power is at the maximum load mode of no more than 7-8%. The potential for increased economy due to the disconnection of a part of the cylinders is laid in all operated diesel engines. The actual size of the fuel economy when working on the load characteristic depends on the number of working cylinders, the engine features incorporated in its design during design and manufacturing, the load and the magnitude of the mechanical losses in the disconnected cylinders.

Keywords: *effective engine power, power change, engine, wheeled vehicle, cylinder shut-down, fuel consumption.*

УДК 621.44

ИЗМЕНЕНИЕ МОЩНОСТИ И РАСХОДА ГОРЮЧЕГО ДВИГАТЕЛЯ КОЛЕСНОЙ МАШИНЫ ПРИ ОТКЛЮЧЕНИИ ЧАСТИ ЕГО ЦИЛИНДРОВ

А. Коробко канд. техн. наук, доц., Харьковский филиал УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого
e-mail:ak82andrey@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6618-7790>,

А. Молодан канд. техн. наук, доц., e-mail:and_1979@ukr.net, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Аннотация. Целью исследования является улучшение эксплуатационных показателей автотракторного двигателя путем определения мощности и расхода топлива при отключении части его цилиндров. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: установлены теоретические зависимости между эффективной мощностью, экономичностью двигателя и количеством отключенных цилиндров двигателя колесной машины; определено влияние количества отключенных цилиндров автотракторных двигателей на их эффективную мощность; определено наиболее интенсивное снижение расхода топлива, которое происходит при отключении цилиндров. При отключении части цилиндров двигателя в процессе его работы, индикаторная мощность двигателя уменьшается, в результате чего снижается частота вращения коленчатого вала и крутящий момент двигателя. Для их поддержки на том же уровне в работающие цилиндры необходимо увеличивать цикловую подачу горючего. Предложенная методика расчета позволяет определить влияние отключения любого количества цилиндров на показатели мощности и топливно-экономические показатели работы двигателя. Установлено, что при отключении части цилиндров мощность двигателя уменьшается пропорцио-

нально числу отключенных цилиндров. Для двигателя КамАЗ-740 мощность 154,5 кВт при всех работающих цилиндрах уменьшается до 113,4 кВт при отключении двух цилиндров и до 70,3 кВт при отключении четырех цилиндров. Установлено наиболее интенсивное снижение расхода топлива происходит на холостом ходу, которое при отключении половины цилиндров составляет 27 %. Экономия топлива снижается с увеличением загрузки двигателя и становится равной нулю при коэффициенте загрузки двигателя. Разница между расчетными и экспериментальными данными по расходу топлива и мощности составляет на режиме максимальной загрузки не более 7-8 %. Потенциальная возможность повышения экономичности за счет отключения части цилиндров заложена во всех эксплуатируемых дизелях. Реальная величина экономии топлива при работе по нагрузочной характеристике зависит от количества работающих цилиндров, особенностей двигателя, заложенные в его конструкции при проектировании и изготовлении, нагрузки и величины механических потерь в отключенных цилиндрах.

Ключевые слова: эффективная мощность двигателя, изменение мощности, двигатель, колесная машина, отключения цилиндров, расход топлива.