

## ДИНАМИКА МНОГОЦИЛИНДРОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С РЕГУЛИРОВАНИЕМ МОЩНОСТИ ОТКЛЮЧЕНИЕМ ЦИЛИНДРОВ И ЦИКЛОВ

*Алексей Бешун*

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины  
Украина, г. Киев, ул. Героев Обороны, 15*

*Oleksiy Beshun*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
Str. Heroiv Oborony, 15, Kiev, Ukraine*

**Аннотация.** Анализ существующих научных источников, посвящённых улучшению экономических и экологических показателей многоцилиндровых дизельных двигателей внутреннего сгорания на режимах частичных нагрузок и холостого хода позволил сделать вывод о практически отсутствующих данных о исследовании показателей их динамики. Цель данного исследования – определение динамических параметров многоцилиндровых дизельных двигателей с регулированием мощности отключением цилиндров и циклов. Представлен алгоритмы отключения отдельных рабочих циклов для многоцилиндровых дизельных двигателей. Приведены расчётные данные исследований качественной и количественной оценки индикаторного крутящего момента и неравномерности хода дизеля в зависимости от частоты вращения коленчатого вала и количества отключенных циклов согласно с предложенными алгоритмами.

**Ключевые слова:** двигатель внутреннего сгорания, дизель, регулирование, мощность, отключение, цилиндр, цикл, алгоритм, динамика, параметр, неравномерность, вращение, коленчатый вал, частичная нагрузка, холостой ход.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Стремление снизить расход топлива и вредные выбросы с отработавшими газами приводит часто к значительному усложнению конструкций двигателей внутреннего сгорания [1]. Но есть и другой, более рациональный подход, основанный на анализе наиболее употребляемых в эксплуатации режимов работы двигателей и разработке для этих режимов методов и способов снижения расхода топлива.

### АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Многочисленными исследованиями [1–6] установлено, что наиболее употребляемыми в эксплуатации режимами работы автомобильных двигателей в условиях городского движения является холостой ход и частичные нагрузки. Работа дизелей самоходных лесных машин [7] и тракторов [1, 6, 8–16] также характеризуется значительной длительностью эксплуатации на холостом ходу и малых нагрузках, что объясняется большим объёмом транспортных работ, включая переезд с пустым прицепом, а также частой разрядкой аккумуляторных батарей.

Повысить эффективность работы дизеля большого объёма на холостом ходу и частичных нагрузках можно путём применения метода регулирования мощности отключением цилиндров и циклов (ДРЦ) [17 – 20], который имеет несколько существенных преимуществ по сравнению с известным методом отключения цилиндров [2, 21 – 29]. Однако регулирование мощности двигателей таким методом при работе на частичных нагрузках и холостом ходу сопровождается увеличением неравномерности крутящего момента [21], что является одним из недостатков данного метода, а также одной из основных причин повышения вибраций двигателя. Поэтому при решении вопроса о целесообразности использования способа отключения рабочих циклов необходимо исследовать динамические параметры дизельного ДРЦ.

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

В связи с выше изложенным, было поставлено задание разработать алгоритмы отключения отдельных рабочих циклов для

## ДИНАМИКА МНОГОЦИЛИНДРОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С РЕГУЛИРОВАНИЕМ МОЩНОСТИ ОТКЛЮЧЕНИЕМ ЦИЛИНДРОВ И ЦИКЛОВ

многоцилиндровых дизельных двигателей, и определить изменение динамических параметров дизельных ДРЦ. В частности, провести качественную и количественную оценку индикаторного крутящего момента и неравномерности хода дизеля в зависимости от частоты вращения коленчатого вала и количества отключенных циклов согласно с предложенными алгоритмами.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Материалы и методы исследований.* Исчерпывающую информацию о динамике двигателя даёт математическое моделирование.

Поэтому изучение динамических параметров дизельных ДРЦ выполнялось на уточнённой математической модели динамики поршневых ДРЦ [18, 19], разработанной на кафедре автотракторного, сельско- и лесохозяйственного машиностроения НУ-БиП Украины.

Следует отметить, что эта модель не учитывает динамики газовых процессов, а также колебаний коленчатого вала.

Результаты выполненных раньше исследований показали, что разница в расчётных и теоретических значениях не превышает 6 %, что свидетельствует о достаточно высокой адекватности этой математической модели.

*Объекты исследований* – 4-тактные многоцилиндровые дизели наиболее распространённых схем: 6-цилиндровый с рядным размещением цилиндров и порядком работы 1–5–3–6–2–4 и 8-цилиндровый с V-образным размещением цилиндров и порядком работы 1–5–4–2–6–3–7–8.

Динамический расчёт дизеля с регулированием мощности отключением цилиндров и циклов выполнялся путем интегрирования дифференциального уравнения движения, которое связывает угловую скорость коленчатого вала с индикаторным моментом, моментом от сил инерции, моментом от сил трения и моментом сопротивления [18] и решается посредством специально разработанной на языке «Фортран» программы для ПК, которая позволяет применять стандартное решение данного уравнения методом Рунге-Кутты.

Интегрирование уравнения проводилась

в интервале, на котором расположено  $2 \cdot i$  рабочих циклов в каждом цилиндре, где  $i$  количество цилиндров двигателя.

На этом интервале определялись средние значения, среднеквадратические отклонения и коэффициенты вариации угловой скорости, индикаторного крутящего момента, момента трения и эффективного крутящего момента.

Алгоритмы отключения цилиндров и циклов могут быть представлены в виде последовательностей, приведённых в табл. 1 – для 6-цилиндрового двигателя, и в табл. 2 – для 8-цилиндрового.

Цифры в каждой строке означают, что из каждых  $2 \cdot i$  рабочих циклов пропускается, в зависимости от нагрузки, определенное их количество.

Например, обеспечение отключения  $(3/12) \cdot N_i$  создаётся пропуском рабочих циклов 1, 5 и 9 (см. табл. 1).

То есть отключается 3/12 индикаторной мощности дизеля. Отключение рабочих циклов осуществлялось из условия обеспечения минимальной неравномерности хода двигателя. На рис. 1 и рис. 2 представлены результаты расчёта основных показателей динамики дизельных многоцилиндровых ДРЦ – зависимости неравномерностей индикаторного крутящего момента  $\mu$  и неравномерностей хода двигателей  $\delta$  от количества отключенных рабочих циклов и частоты вращения для многоцилиндровых дизельных ДРЦ.

Расчёты выполнены для рабочих диапазонов частот вращения коленчатого вала дизелей ( $n = 600 \dots 2000$  об/мин) с шагом в 200 об/мин и дополнительно на пониженных частотах вращения  $n = 500$  об/мин.

Из приведенных данных видно, что с увеличением количества отключенных циклов на всех скоростных режимах неравномерность крутящего момента монотонно возрастает согласно с законом вогнутой параболы, и это увеличение максимальное на режиме отключений:  $(10/12) \cdot N_i$  при  $n = 600$  об/мин для 6-цилиндрового ДРЦ и  $(15/16) \cdot N_i$  при  $n = 1800$  об/мин для 8-цилиндрового ДРЦ.

Значение  $\mu$  в этом случае составляет соответственно 29,28 и 70,97, и по сравнению с номинальным режимом увеличивается почти в 18 и 35 раз соответственно.

**Таблица 1.** Алгоритм отключения цилиндров и циклов для 6-цилиндрового дизельного ДРЦ с рядным размещением цилиндров и степенью регулирования мощности  $(1/12) \cdot N_i$   
**Table 1.** Algorithm of cylinders and cycles deactivation for a 6-cylinder in-line diesel engines with power control coefficient  $(1/12) \cdot N_i$

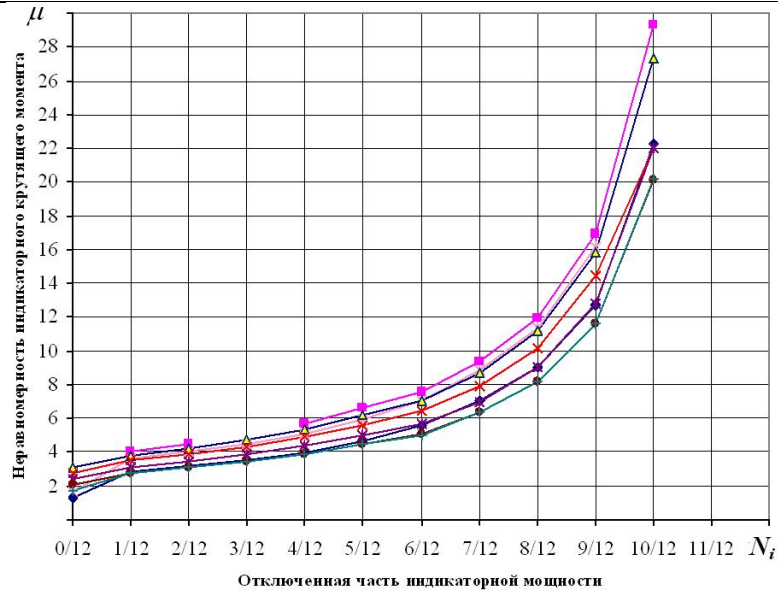
Отключенная часть индикаторной мощности*	Номера цилиндров в порядке их работы											
	1	5	3	6	2	4	1	5	3	6	2	4
	Номера отключенных циклов											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$(0/12) \cdot N_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$(1/12) \cdot N_i$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$(2/12) \cdot N_i$	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
$(3/12) \cdot N_i$	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
$(4/12) \cdot N_i$	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
$(5/12) \cdot N_i$	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
$(6/12) \cdot N_i$	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
$(7/12) \cdot N_i$	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
$(8/12) \cdot N_i$	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0
$(9/12) \cdot N_i$	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
$(10/12) \cdot N_i$	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
$(11/12) \cdot N_i$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
$(12/12) \cdot N_i$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

\* В табл. 1 и 2 обозначено: «1» – отключенные циклы; «0» – рабочие циклы.

**Таблица 2.** Алгоритм отключения цилиндров и циклов для 8-цилиндрового дизельного ДРЦ с V-образным размещением цилиндров и степенью регулирования мощности  $(1/16) \cdot N_i$   
**Table 2.** Algorithm of cylinders and cycles deactivation for a 8-cylinder V-type diesel engines with power control coefficient  $(1/16) \cdot N_i$

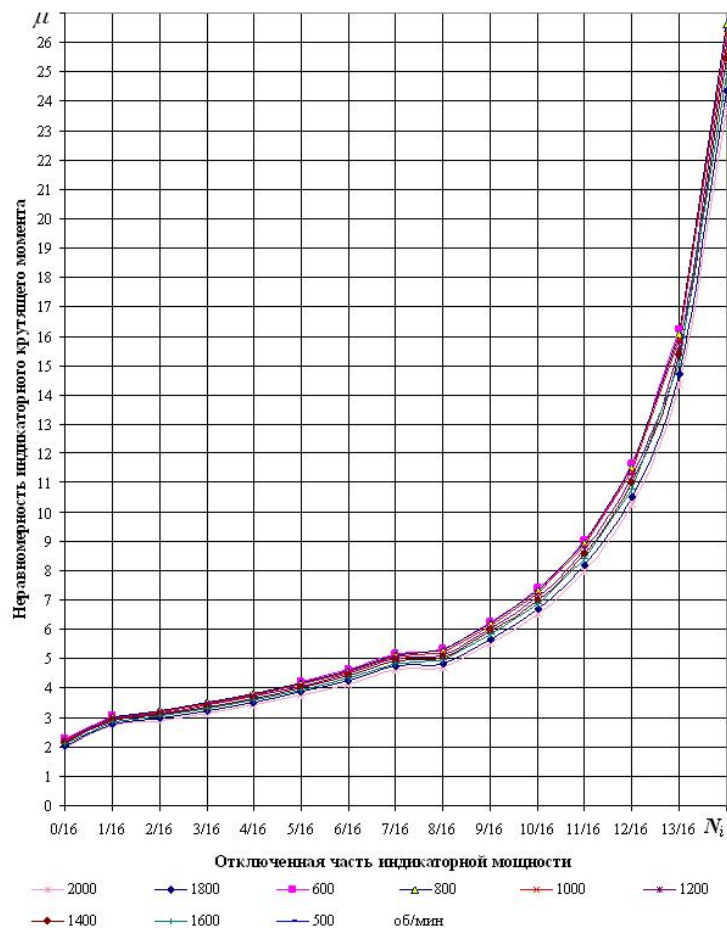
Отключенная часть индикаторной мощности*	Номера цилиндров в порядке их работы															
	1	5	4	2	6	3	7	8	1	5	4	2	6	3	7	8
	Номера отключенных циклов															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$(0/16) \cdot N_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$(1/16) \cdot N_i$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$(2/16) \cdot N_i$	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
$(3/16) \cdot N_i$	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
$(4/16) \cdot N_i$	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
$(5/16) \cdot N_i$	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	
$(6/16) \cdot N_i$	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	
$(7/16) \cdot N_i$	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	
$(8/16) \cdot N_i$	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
$(9/16) \cdot N_i$	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	
$(10/16) \cdot N_i$	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	
$(11/16) \cdot N_i$	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	
$(12/16) \cdot N_i$	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
$(13/16) \cdot N_i$	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	
$(14/16) \cdot N_i$	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	
$(15/16) \cdot N_i$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
$(16/16) \cdot N_i$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

ДИНАМИКА МНОГОЦИЛИНДРОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ  
С РЕГУЛИРОВАНИЕМ МОЩНОСТИ ОТКЛЮЧЕНИЕМ ЦИЛИНДРОВ И ЦИКЛОВ



\* 2000    ◆ 1800    ■ 600    ▲ 800    × 1000  
\* 1200    ● 1400    + 1600    — 500    об/мин

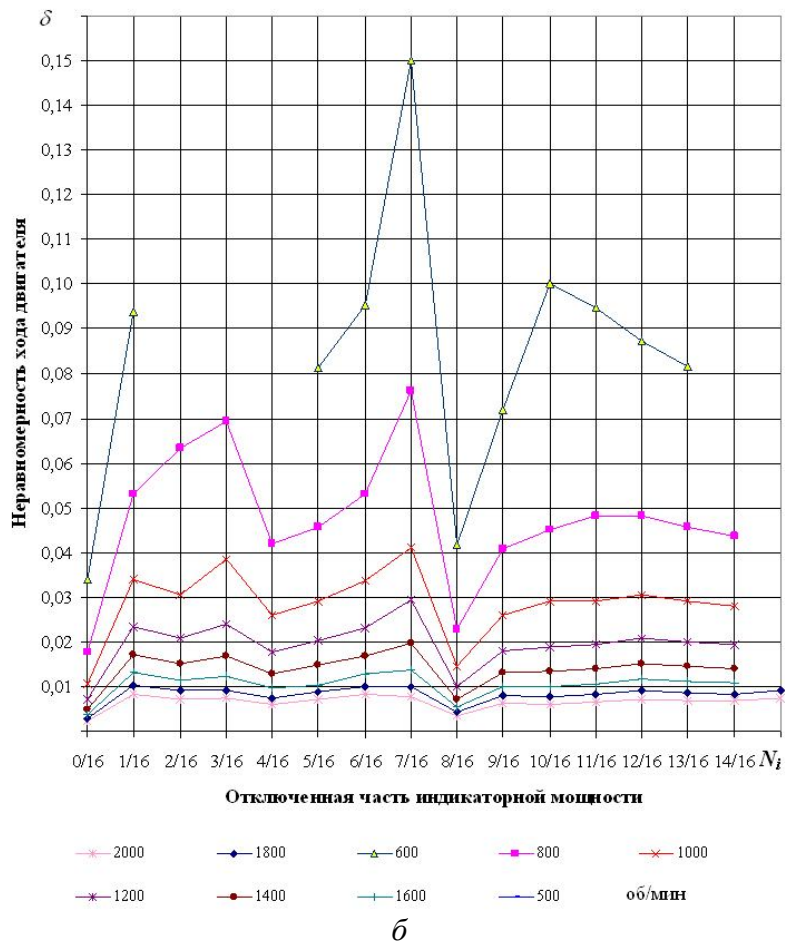
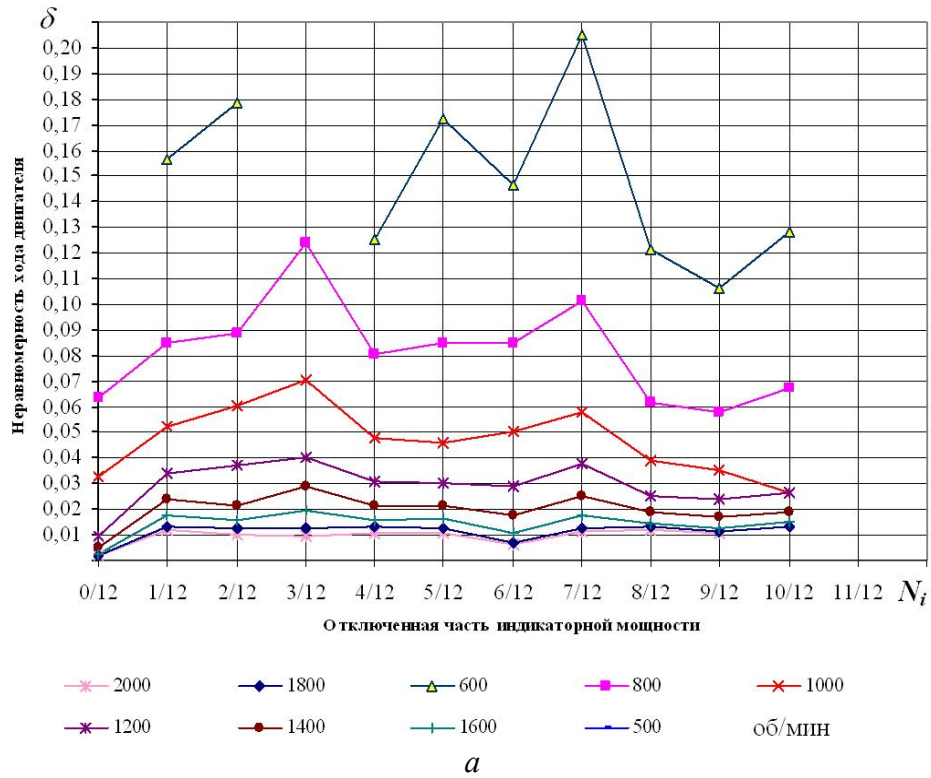
*a*



\* 2000    ◆ 1800    ■ 600    ▲ 800    × 1000    \* 1200  
● 1400    + 1600    — 500    об/мин

*б*

**Рис. 1.** Зависимости неравномерностей индикаторного крутящего момента  $\mu$  от количества отключенных рабочих циклов и частоты вращения для многоцилиндровых дизельных ДРЦ  
**Fig. 1.** Dependences of indicator torque  $\mu$  instabilities from the quantity of the deactivation cycles and rotational frequency for multicylinder diesels engines



**Рис. 2.** Зависимости неравномерностей хода двигателей  $\delta$  от количества отключенных рабочих циклов и частоты вращения для многоцилиндровых дизельных ДРЦ  
**Fig. 2.** Dependences of angular velocity  $\delta$  instabilities from the quantity of the deactivation cycles and rotational frequency for multicylinder diesels engines

## ДИНАМИКА МНОГОЦИЛИНДРОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С РЕГУЛИРОВАНИЕМ МОЩНОСТИ ОТКЛЮЧЕНИЕМ ЦИЛИНДРОВ И ЦИКЛОВ

Как видно из рис. 1а и 1б  $\mu$  существенно зависит также от частоты вращения коленчатого вала. Наименьшие значения  $\mu$  имеют место на режимах: для 6-цилиндрового ДРЦ при  $n = 1400$  и  $1600$  об/мин во всём диапазоне отключений кроме режима 0/12 (без отключений циклов), для которого минимальные значения  $\mu$  имеют место при частоте  $n = 1800$  об/мин, а для 8-цилиндрового ДРЦ – при  $n = 1800$  и  $2000$  об/мин в диапазоне отключений  $(1/16 \dots 15/16) \cdot N_i$  кроме режима 0/16, для которого минимальные значения  $\mu$  имеют место при частоте  $n = 2000$  об/мин.

Следует отметить, что согласно с данными расчётов 6-цилиндровый ДРЦ не сможет работать на режимах 0/12 и 3/12 отключений при  $n = 600$  об/мин, и 10/12 отключений при  $n = 2000$  об/мин, а 8-цилиндровый – на режимах 2/16, 3/16 и 4/16 отключений при  $n = 600$  об/мин, а также 15/16 отключений при  $n = 600 \dots 1600$  об/хв.

На рис. 2а и 2б представлены расчётные значения коэффициента неравномерности вращения вала двигателей  $\delta$  при разных скоростных режимах и количестве отключенных циклов. С увеличением числа отключенных циклов коэффициент неравномерности хода обеих двигателей  $\delta$  увеличивается. Он в значительной степени зависит от режима отключений. Например, для 6-цилиндрового ДРЦ на режимах 2/12, 4/12, 6/12 и 8/12, а для 8-цилиндрового на режимах 2/16, 4/16 и 8/16, значения  $\delta$  существенно меньше по сравнению с режимами отключения 3/12, 5/12, 7/12 и 1/16, 3/16, 5/16, 6/16, 9/16, 10/16, 11/16 и 12/16 соответственно.

Особенно обращает на себя внимание уменьшения неравномерности хода двигателя на режимах 6/12 (см. рис. 2а) и 8/16 (см. рис. 2б) отключений рабочих циклов, то есть при отключении половины индикаторной мощности.

Существенным является влияние на неравномерность хода двигателя частоты вращения коленчатого вала, при уменьшении которой неравномерность  $\delta$  стремительно возрастает, достигая наибольших значений на режиме минимального холостого хода ( $n = 600$  об/мин).

Характерным также есть то, что в диапазоне частот  $2000 \dots 1600$  об/мин числовые значения

неравномерности  $\delta$  отличаются незначительно. При последующем уменьшении частоты вращения разница становится более существенной. Наибольшая неравномерность имеет место на режимах 3/12, 5/12, 7/12, а также 7/16, 10/16 и 1/16 отключений рабочих циклов соответственно. При последующем уменьшении частоты вращения разница становится более существенной.

Видно также, что при работе двигателя на режиме минимального холостого хода во всем диапазоне отключений рабочих циклов неравномерность хода двигателя выше допустимых значений. Напомним, что допустимые значения  $\delta$  для тракторных двигателей на номинальном режиме составляют  $0,010 \dots 0,016$ . Для режима минимального холостого хода значения  $\delta$  в литературных источниках, как правило, не приводятся. Очевидно, что для этих режимов допустимые значения  $\delta$  будут больше, чем на номинальном режиме. Это можно объяснить целым рядом причин. Например, межцилиндровой и межцикловой нестабильностью максимального давления  $p_z$ , которое влияет на неравномерность  $\delta$ , значительным ухудшением рабочего процесса, неудовлетворительной работой топливной аппаратуры и другими причинами. Но с учётом момента инерции средства, на котором будет установлен дизельный ДРЦ, например автомобиля, а также взаимного действия момента сопротивления, неравномерность хода двигателя и его крутящего момента может резко уменьшиться, комфортность последнего при этом будет нарушаться незначительно.

### ВЫВОДЫ

1. Проведенные на оригинальной математической модели исследования неравномерности хода 6-ти и 8-цилиндровых дизельных ДРЦ в зависимости от частоты вращения и количества отключенных циклов показали, что при увеличении последних неравномерность хода значительно увеличивается.

2. Существенно на неравномерность хода исследуемых двигателей влияет частота вращения, уменьшение которой вызывает увеличение первой. На неравномерность индикаторного крутящего момента двигателей

она оказывает значительно меньшее влияние.

3. Особенно обращает на себя внимание уменьшение неравномерности хода двигателя на режимах 6/12 и 8/16 отключений рабочих циклов, то есть при отключении половины индикаторной мощности (половины цилиндров).

4. В данном исследовании приведены результаты для случая применения метода регулирования мощности отключением цилиндров и циклов путем прекращения лишь подачи топлива (без влияния на процессы газообмена). Для случая синхронного прекращения процессов газообмена при отключении циклов целесообразно выполнить аналогичные исследования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Dvigun 2004: Dviguni vnutrshnogo sgoraniya: serya pdruchnikv u 6 tomakh. T. 3. Komp'yuterni sistemi keruvannya DVZ / Za red. prof. A.P. Marchenka ta zasl. dyacha nauki ukrani prof. A.f. Shekhovtsova. – Kharkv: Prapor. – 344.
2. Olesov I.Y. 2005: Povyshenie ekonomicheskikh, effektivnykh i ekologicheskikh kachestv avtotraktorного dizelya ispolzovaniem metoda otklyucheniya-vklyucheniya tsilindrov i tsiklov: Dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.04.02. – M. – 201.
3. Krushedolskij O.G. 2007: Modelyuvannya robochikh protsesv transportnikh dizelv na ekspluatatsijnikh rezhimakh [Tekst]: Navch. posbnik / O.G. Krushedolskij; Ukranska derzhavna akademya zalznichnogo transportu. – Kh.: Ukrdazt. – 218.
4. Galiullin P.P. 2009: Povyshenie effektivnykh pokazatelej traktornykh dizelej elektronnym upravleniem toplivopodachi: Diss. dokt. tekhn. nauk. – Sankt-Peterburg-Pushkin. – 600.
5. Pojda A.N. 2007: Model monitoringa zagruzki avtotraktornykh dizelej v ekspluatatsii // Dvigateli vnutrennego sgoraniya. – №2. – 126-131.
6. Grigorev E.A. 1978: Statisticheskaya dinamika porshnevykh dvigatelej. – M.: Mashinostroenie. – 104.
7. Beshun O.A., Gumennij S.S. 2012: Analz rezhimv roboti zavantazhenost dvigunv samokhdnikh lsovikh mashin // Zbrnik naukovikh prats / Visnik magistraturi Tekhnchnogo NHI Natsonalnogo unversitetu biopecypciv i prirodokoristuvannya Ukrani. – K., – Vip. 2. – 58-63.
8. Golovchuk A.F. 2012: Uluchshenie toplivnoj ekonomichnosti i snizheniya dymnosti traktornykh dizelej putem sovershenstvovaniya sistemy avtomaticheskogo regulirovaniya: Monografiya / A.F. Golovchuk – Kharkov: KNADU. – 472.
9. Ageev L.E. 1978: Osnovy raschta optimalnykh i dopuskaemykh rezhimov raboty mashinno-traktornykh agregatov / L.E. Ageev. – L.: Kolos. – 293.
10. Zhdanovskij N.S. 1974: Neustanovivshiesya rezhimy porshnevykh i gazoturbinnnykh dvigatelej avtotraktorного tipa / Zhdanovskij N.S., Kovrigin A.I., Shkrabak V.S., Sominich A.V. – L.: Mashinostroenie (Leningradskoe otdelenie). – 224.
11. Tyrnov Y.A. 2001: Povyshenie effektivnosti ispolzovaniya mashinno-traktornykh agregatov sovershenstvovaniem sistem kontrolya rezhimov ikh raboty: Dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.20.01, 05.20.03. – Tambov. – 333.
12. Vodyanik I.I. 1994: Ekspluatatsijn vlastivost traktorv avtomoblv. – K.: Urozhaj. – 222.
13. Luschitskij Y.V. 1985: Ekspluatatsionnyj rashhod topliva i metod ego opredeleniya / Luschitskij Y.V., Kosulin A.G. // Dvigateli vnutrennego sgoraniya. – Kh. – Vyp. 41. – 96-104.
14. Traktory 1981: Traktory. Ch. III. Konstruirovaniye i rascht: [Ucheb. posobie dlya vtuzov po spets. "Avtomobili i traktory" / V.V. Guskov, I.P. Ksenevich, Y.E. Atamanov, A.S. Solonskij]; Pod obsch. red. V.V. Guskova. – Mn.: Vysh. shkola. – 383.
15. Iofinov S.A. 1985: Spravochnik po ekspluatatsii mashinno-traktorного parka / Iofinov S.A., Babenko E.L., Zuev Y.A. – M.: Agropromizdat. – 272.
16. Koval I.A. 1980: Snizhenie ekspluatatsionnogo rashhoda topliva / Koval I.A., Simson A.E., Luschitskij Y.V. // Dvigatelestroenie. – №1. – 30-34.
17. Flppov A. 2001: Pro mozhlivst regulyuvannya potuzhnost bagatotsilndrovikh dizelnikh dvigunv metodom vdklyuchennya okremikh robochikh tsiklv / Flppov A., Beshun O., Krasowski E. // Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa, Natsonalnij agrarnij unversitet, Kyiv, Polska Akademia Nauk Oddzial w Lublinie. – Lublin. – T. 1. – C. 33-37.
18. Flppov A.Z. 2005: Matematichna model

ДИНАМИКА МНОГОЦИЛИНДРОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ  
С РЕГУЛИРОВАНИЕМ МОЩНОСТИ ОТКЛЮЧЕНИЕМ ЦИЛИНДРОВ И ЦИКЛОВ

dinamki bagatotsilndrovogo dizelnogo dviguna z reguluyannam potuzhnost vdklyuchennyam okremikh robochikh tsiklv (drts) / A.Z. Flppov, O.A. Beshun, S.I. Topchj // Naukovij vsnik Nats. agrarn. un-tu. – Kyiv. – Vip. 80. – 317-325.

19. Filippov A. 2005: Dinamika dizelnogo DRTS (Dvigatelya s regulirovaniem moschnosti otklyucheniem otdelnykh robochikh tsiklov) / A. Filippov, A. Beshun, Y. Gerasimchuk, O. Gluhovska, L. Evchenko // MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. – Lublin. – T.7. – C. 83–91.

20. Flppov A.Z. 2009: Sistema reguluyannya potuzhnost bagatotsilndrovogo dizelya vidklyuchennyam robochikh tsiklv z sinkhronnim pripinennyam protsesv gazoobminu / Flppov A.Z., Beshun O.A. // Sakon'09: Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojednych: Zarzadzanie i marketing w motoryzacji. – Rzeszov. – T. XX. – 127-131.

21. Peters G. 2007: Cylinder deactivation on 4 cylinder engines: A torsional vibration analysis [text] / Gilbert Peters // Eindhoven University of Technology (TU/e), DCT 2007-11. February 15, 2007. – 83.

22. Howard G. 1983: 2, 4, 6, 8. Which cylinder shall we operate // Motor (L), 1983, – 25 VI. – №4207. – 52-53.

23. Watanabe E. 1982: Cylinder Cut-off of 4-stroke Cycle Engines at Part-Load and Idle / Watanabe E., Fueutani I. // SAE Technical Paper 820156. – 9.

24. Linnik A.V. 1983: Povyshenie ekspluatatsionnoj toplivnoj ekonomichnosti transportnykh dizelej putm avtomaticheskogo regulirovaniya chisla rabotayuschikh tsilindrov: Dis... kand. tekhn. nauk.: 05.04.02. – Kh. – 134.

25. Andres V.R. 1995: Povyshenie ekonomicheskikh i ekologicheskikh kachestv dizelya metodom otklyucheniya tsilindrov i tsiklov: Dis. ... kand. tekhn. nauk : 11.00.11. – M. – 161.

26. Balabin V.N. 2007: Regulirovanie transportnykh dvigatelej otklyucheniem chasti tsilindrov. Monografiya. – M.: GOU "Uchebno-metodicheskij tsentr po obrazovaniyu na zh.-d. transporte. – 143.

27. Medvedv A.N. 2008: Povyshenie toplivnoj ekonomichnosti avtomobilnykh dizelej otklyucheniem chasti tsilindrov: Dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.04.02. – Chelyabinsk. – 138.

28. Khusainov V.N. 2011: Obosnovanie metodiki

i razrabotka tekhnicheskikh sredstv dlya issledovaniya effektivnosti konvertatsii dizelej na regulirovanie rezhimov raboty propuskom robochikh khodov porshnem: Dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.04.02. – Sankt-Peterburg-Pushkin. – 116.

29. Strashnov S.V. 2012: Regulirovanie dizelya 6CH11/12,5 izmeneniem chisla rabotayuschikh tsilindrov ili tsiklov: Avtoref. dis... kand. tekhn. nauk: 05.04.02. – M. – 18.

**DYNAMICS OF MULTICYLINDER DIESEL ENGINES WITH POWER CONTROL BY DEACTIVATION OF CYLINDERS AND CYCLES**

**Summary.** Analysis of the existent scientific sources devoted to the improvement of economic and ecological indicators of multicylinder diesel combustion engines on the modes of the partial loading and idling allowed to do a conclusion about practically absent data about research of indexes of their dynamics. The determination of dynamic parameters of multicylinder diesel engines with power control by cylinders and cycles deactivation is purpose of this research. It is presented algorithms of deactivation of separate working cycles for multicylinder diesel engines. Computation data of researches of quality and quantitative estimation of indicator torque and angular velocity instabilities from the quantity of the deactivation cycles and rotational frequency of crankshaft for multicylinder diesels engines in accordance with the offered algorithms are resulted.

**Key words:** internal combustion engine, diesel, power, control, deactivation, cylinder, cycle, algorithm, dynamics, parameter, instabilities, rotation, crankshaft, partial loading, idling.