

## ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ КРИТЕРИЕВ ФОРМИРОВАНИЯ ВНЕШНЕЙ СКОРОСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБИЛЬНОГО ДИЗЕЛЯ

На примере отечественного малолитражного автомобильного дизеля 4ДТНА1 (4 ЧН 8,8/8,2) показана возможность формирования внешней скоростной характеристики (ВСХ) автомобильного дизеля под конкретное транспортное средство на этапе его определительных испытаний. В результате выполненных исследований предложены критерии формирования ВСХ на недоминирующем ранее участке режимов минимальных частот вращения и полной ВСХ, а именно коэффициенты разгона и адаптации. Предложенные критерии позволили конкретизировать сферу возможного применения дизеля 4ДТНА1 в уже отработанной комплектации и определить направление работ по дальнейшему совершенствованию конструкции.

### Введение

Система автоматического регулирования частоты вращения коленчатого вала (КВ) обеспечивает управление силовой установкой и рациональное согласование энергетических возможностей дизелей с потребностями транспортных средств. Широкое применение получили механические всережимные регуляторы, которые применяются в наиболее массовых на постсоветском пространстве автомобильных дизелях ЯМЗ-236, ЯМЗ-238, КамАЗ-740. В регуляторах такого типа необходимая частота вращения КВ (первая функция системы регулирования) устанавливается нажатием водителем транспортного средства (ТС) на педаль управления подачей топлива.

В настоящее время механические регуляторы вытесняются регуляторами с электронным управлением и системой впрыскивания топлива Common Rail. Одновременно постоянно возрастающие требования к топливной экономичности и экологическим показателям автомобильных дизелей приводят к необходимости рассматривать как приоритетное направление выполнение второй функции системы регулирования – формирование внешней скоростной характеристики (ВСХ), где преимущество топливных систем с электронным управлением считается бесспорным. В данной публикации приведены результаты исследований, направленных на обеспечение адаптации ВСХ автомобильного дизеля 4ДТНА1 (первенца параметрического ряда "Слобжанский дизель") к требованиям ТС.

### Анализ публикаций

ВСХ дизеля, у которой коэффициент приспособляемости получен за счет увеличения цикловой подачи топлива на режиме крутящего момента при нахождении рейки топливного насоса на неподвижном упоре, не удовлетворяет требованиям к ТС [1]. Для обеспечения топливной экономичности, экологических и тяговых показателей автомобиля или трактора предлагалось применение в дизелях однорежимных, двухрежимных и комбинирован-

ных регуляторов как средств снижения «заброса» рейки топливного насоса со всережимным регулятором во время разгона КВ дизеля и на неустановившихся режимах [2]. Уже позже [3] было фактически признано, что все эти сложные конструктивные изменения, по сути, решают одну задачу, а именно ограничение работы дизеля по ВСХ с целью снижения дымности ОГ в области низких частот вращения КВ. Естественным явилось дальнейшее формирование ВСХ автомобильных и тракторных дизелей с помощью корректоров, перемещающих упор рейки топливного насоса в зависимости от частоты вращения КВ и давления наддува [3,4]. При этом для формирования ВСХ автомобильного дизеля с газотурбинным наддувом [4] требуется положительный и отрицательный корректоры топливной подачи и коррекция по давлению наддува при разгоне.

В работе [4] приведены ВСХ трех автомобильных дизелей, реализованные с использованием традиционной топливной аппаратуры непосредственного действия с механическим регулятором.

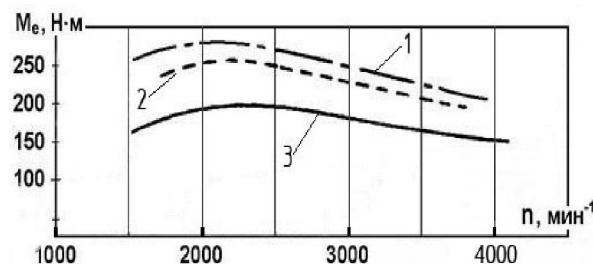


Рис. 1. ВСХ эффективного крутящего момента автомобильных дизелей: 1- Gemini-3 фирмы Rover (Великобритания); 2- Sofim-8140 фирмы Iveco (Италия); 3- 4CT90 фирмы Andoria (Польша)

Приведенные ВСХ имеют участки положительной и отрицательной коррекции, на которых регулируется цикловая подача топлива. Так в дизеле 4CT90 фирмы Andoria (Польша) рост цикло-

вой подачи топлива на участке положительной коррекции сопровождается увеличением крутящего момента двигателя со 150 Н·м (при  $n=4100\text{мин}^{-1}$ ) до 200 Н·м (при  $n=2500\text{мин}^{-1}$ ), то есть на 33%. На режимах с малыми частотами вращения КВ ( $n < 2500\text{мин}^{-1}$ ) сформирован участок отрицательной коррекции ВСХ, где цикловая подача топлива уменьшается. При этом отрицательная коррекция не имеет количественной оценки изменения крутящего момента, а ограничивается условиями обеспечения дымности отработавших газов и тепловой напряженности цикла при снижении подачи воздуха. При представлении большинства результатов исследований участок отрицательной коррекции ВСХ полностью не приведен (рис. 1). Исключением является исследование [5,6], где одним из авторов этой статьи для дизеля наземной транспортной машины по разработанной методике на специальном нагрузочном устройстве определено изменение эффективного крутящего момента по ВСХ от пусковой до номинальной частоты вращения КВ (рис. 2).

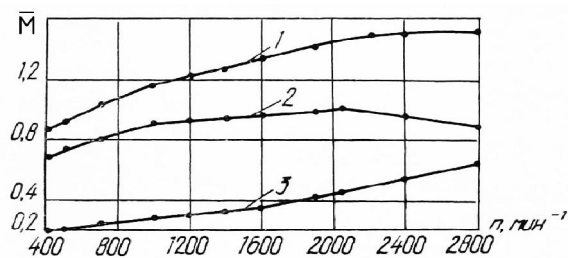


Рис. 2. Изменение относительных моментных характеристик двухтактного транспортного дизеля по частоте вращения КВ при его работе по внешней характеристике: 1- индикаторный крутящий момент; 2- эффективный крутящий момент; 3- момент механических потерь

В работе [5] отмечено неудовлетворительное протекание ВСХ в диапазоне малых частот вращения КВ для осуществления холодного пуска дизеля и предложена для интенсификации процесса сгорания топлива дополнительная подача в цилиндры дизеля сжатого воздуха из резервных баллонов системы воздушного пуска. Необходимо отметить, что исследуемый дизель до настоящего времени имеет заметные преимущества по динамическим показателям и показателям переходных процессов.

Формированию ВСХ посвящены работы, проведенные на ЗМЗ совместно с фирмой Bosch [7,8] на автомобильном дизеле ЗМЗ-514 (рис. 3). Сформированные в результате проведенных исследований ВСХ приведены от практически минимальной до номинальной частоты вращения КВ. Это является

следствием применения на дизеле ЗМЗ-514 системы Common Rail с электронным управлением фирмы Bosch. Кроме того, (кривая 2) применен регулируемый турбокомпрессор фирмы "F-Diesel".

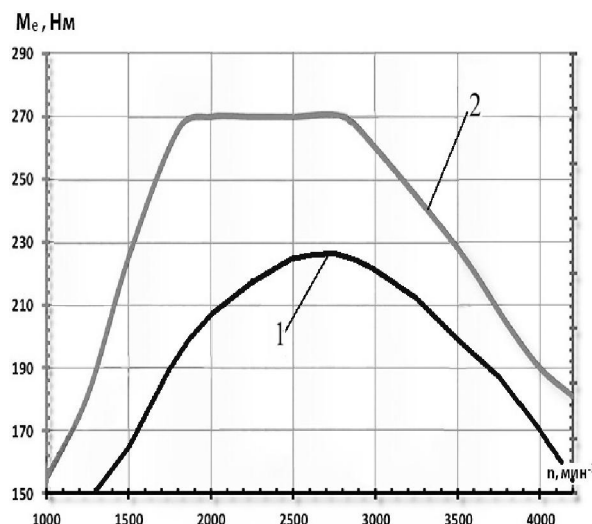


Рис. 3. ВСХ эффективного крутящего момента дизеля ЗМЗ-514:

1 - с механическим регулятором (ТНВД – Bosch VE) и турбокомпрессором  $\dot{C}Z$  turbo; 2 - с системой Common Rail и турбокомпрессором фирмы «F-Diesel»

Вместе с тем, авторы не рекомендуют управлять тягой дизеля ЗМЗ-514 на "низах", и заявляют: «Аналогичная ситуация и при трогании – чтобы уверенно начать движение без позорного «дрыгания», нужно поглубже притопить правую педаль» [7]. Такое заявление носит во многом субъективный характер, так как на сегодняшний день отсутствуют критерии адаптивного задания ВСХ на участке от минимальной частоты вращения КВ до частоты вращения на режиме максимального крутящего момента.

#### Цель исследования

Целью данного исследования является выбор и обоснование критериев формирования ВСХ автомобильного дизеля на участке от минимальной частоты вращения КВ дизеля до частоты вращения режима максимального крутящего момента.

#### Результаты исследований

Исследования проведены путем дискретного целенаправленного изменения участка характеристики дизеля 4ДТНА1 (4ЧНА-1 8,8/8,2) от минимальной частоты вращения КВ дизеля до частоты вращения режима максимального крутящего момента.

Отсутствие требований к формированию ВСХ автомобильного дизеля на этом участке делает

проблематичным создание математических моделей адаптации дизеля к ТС. Поэтому весьма подходящими для физического моделирования явились определительные испытания автобуса РУТА 25d с исследуемым дизелем 4ДТНА1. Подобные испытания автобуса или автомобиля [9] проводятся с целью оценки пригодности того или иного агрегата ТС к его дальнейшей доводке и использованию по планируемому назначению. Физическое моделирование различных ВСХ непосредственно в составе ТС стало возможным благодаря созданию для дизелей серии ДТНА1, запатентованной в Украине (положительное решение по заявке на изобретение № а201312797) новой топливной системы НРМ (гидропневмомеханическая система) и оригинального измерительного комплекса [10], позволяющего в процессе движения ТС фиксировать индикаторные показатели дизеля, расходы топлива и воздуха.

Одна из возможностей системы НРМ, позволившая изменить ВСХ в интересующем диапазоне частот вращения дизеля, раскрыта с помощью схемы, представленной на рис. 4.

Топливная система НРМ при ее последовательных регулировках изменением толщины шайб, подкладываемых между головкой штока пневмокорректора 2 (рис. 4) и опорной поверхностью рычага упора 1 регулятора, позволила получить набор ВСХ. В результате выбраны участки характеристики, которые обеспечили устойчивую работу автобуса при трогании с места на 1-ой передаче без заглохания дизеля и без нажатия педали управления подачей топлива до уверенного движения по дороге с цементобетонным покрытием на высшей передаче с устойчивой работой дизеля при низкой частоте вращения КВ  $n_{кв}=1000 \text{ мин}^{-1}$ .

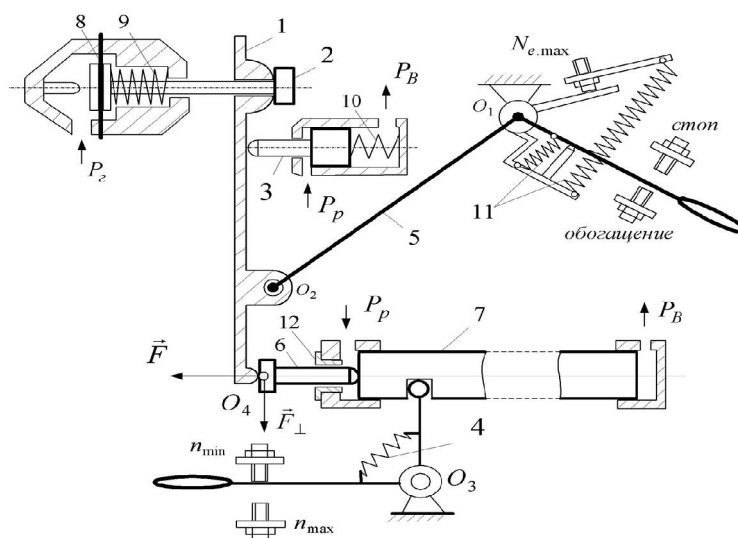


Рис. 4. Схема регулирования цикловой подачи:

1 – рычаг-упор; 2 – шток пневмокорректора; 3 – шток гидрокорректора; 4 – всережимная пружина; 5 – двуплечий рычаг; 6 – упор рейки; 7 – рейка; 8 – мембрана; 9, 10, 11 – пружины корректоров и двуплечего рычага; 12 – втулка упора рейки

Окно сбора данных программы PowerGraph, с зафиксированным в нем участком испытаний, на котором загруженный автобус перемещался на 5-ой передаче со скоростью 36,7 км/ч при частоте вращения КВ  $n_{кв}=1000 \text{ мин}^{-1}$ , приведено на рис. 5.

Как видно из представленных данных (кривые 1 и 2) при изменении частоты вращения КВ дизеля и давления в цилиндре, дизель на минимальном скоростном режиме работает устойчиво, что дает основание рассматривать данный режим как статический.

Указанный режим работы дизеля 4ДТНА1 (рис. 5) характеризуется рабочим процессом с наименьшим расходом топлива, что является следст-

вием применения автоматически адаптивной системы управления НРМ. Вместе с тем, при работе на данном режиме с имеющимся коэффициентом избытка воздуха отмечается повышенная дымность ОГ. Это свидетельствует о том, что сформированная системой НРМ ВСХ позволяет реализовать динамические качества двигателя 4ДТНА1, ограничивая при этом максимальную подачу топлива на малых частотах вращения КВ не до предела дымления. Следовательно, для снижения дымности ОГ необходимо либо дополнительно ограничить максимальную подачу топлива на режиме малых частот вращения, ухудшив динамические качества дизеля, либо по вышеописанной рекомендации [5]

повысить плотность воздушного заряда цилиндров, установив в моторный отсек автобуса дополнительный компрессор с регулируемым электропри-

водом. Для принятия одного из этих решений были определены показатели разгона дизеля 4ДТНА1 в составе микроавтобуса.

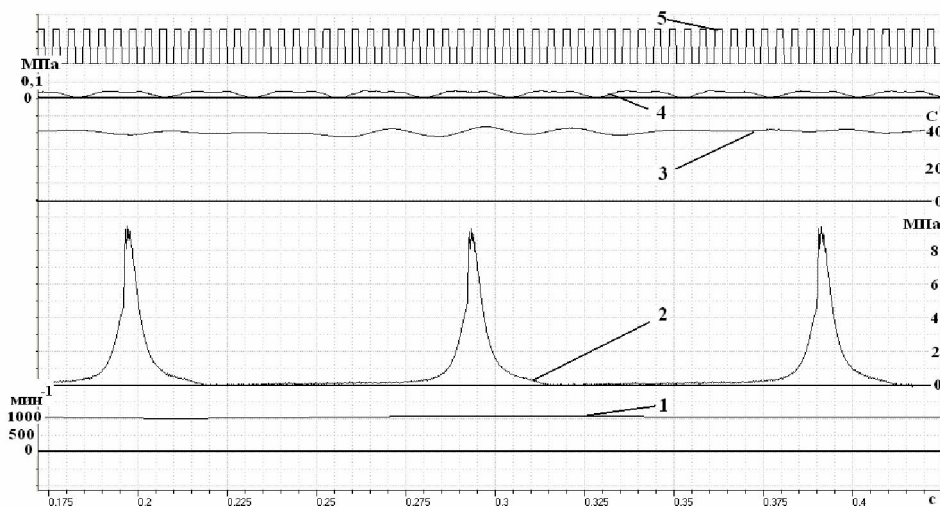


Рис. 5. Движение на пятой передаче при частоте вращения КВ  $n_{кв}=1000 \text{ мин}^{-1}$ :

1 – частота вращения КВ; 2 – давление в цилиндре; 3 – температура во впускном коллекторе; 4 – давление во впускном коллекторе; 5 – показания тахометра

Определение показателей разгона КВ дизеля на исследуемом участке ВСХ выполнялось при той же загрузке автобуса (среднестатистическая догрузка до массы 3400-3500 кг) и на той же дороге с цементобетонным покрытием. За базовую была принята методика ОАО «Укравтобуспром» [11], выделяющая диапазоны скоростей, для которых определены типовые ускорения автобуса при движении по городским и пригородным маршрутам.

Результаты разгонов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристики разгона автобуса РУТА 25d с дизелем 4ДТНА1

№ п/п	Наименование показателя и параметра	Числовое значение		
		0-20	20-40	40-60
1	Диапазон скорости, км/ч	0-20	20-40	40-60
2	Типовое ускорение автобуса, м/с <sup>2</sup>	0,7	0,5	0,25
3	Максимальное ускорение исследуемого автобуса, м/с <sup>2</sup>	1,3	1,15	1,1
4	Номер включенной передачи исследуемого автобуса	1	2	3
5	Интервал скоростных режимов исследуемого дизеля, мин <sup>-1</sup>	750-2500	1450-2900	1750-2630

Согласно данным табл. 1 динамические качества дизеля 4ДТНА1 позволяют на участке ВСХ от минимальной частоты вращения КВ (750-

800 мин<sup>-1</sup>) до частоты вращения режима максимального крутящего момента (2100-2500 мин<sup>-1</sup>) в 1,8...2,2 раза превышать требования к силовым установкам автобусов. Участок ВСХ от режима максимального крутящего момента до номинального характеризуется более чем 4-х кратным превышением типовых требований и максимальной скоростью движения на пятой передаче 120 км/ч. Полученные результаты позволили сузить границы исследований до разгонов автобуса на первой передаче в диапазоне скоростей от 0 до 20 км/ч (рис.6).

Соотношение эффективного крутящего момента дизеля и момента сопротивления движению автобуса в процессе его разгона опишем уравнением:

$$M_e = \left( I_d + \frac{1}{\eta_m} \cdot I_{np} \right) \cdot \frac{dn}{dt} + M_{comp}, \quad (1)$$

где  $M_e$  – эффективный крутящий момент дизеля, Н·м;  $I_d$  – приведенный к оси КВ момент инерции дизеля, кг·м<sup>2</sup>;  $\eta_m$  – коэффициент полезного действия трансмиссии;  $I_{np}$  – приведенный к оси КВ дизеля момент инерции движущихся масс автобуса, кг·м<sup>2</sup>;  $\frac{dn}{dt}$  – угловое ускорение КВ дизеля, с<sup>-2</sup>;  $M_{comp}$  – момент сопротивления движению автобуса, приведенный к оси КВ дизеля, Н·м.

При этом близкий к прямой линии (рис.6) характер изменения частоты вращения КВ на исследуемом участке разгона автобуса на первой передаче позволил упростить решаемую задачу до рав-

нопеременного вращения КВ  $\varepsilon = const$ , а уравнение (1) до вида:

$$M_e = A\varepsilon + M_{сопр.}, \quad (2)$$

где  $A$  – суммарный момент инерции дизеля с присоединенными к нему элементами трансмиссии и ходовой части автобуса,  $\text{кг}\cdot\text{м}^2$ ;  $\varepsilon$  – ускорение КВ,  $\text{с}^2$ .

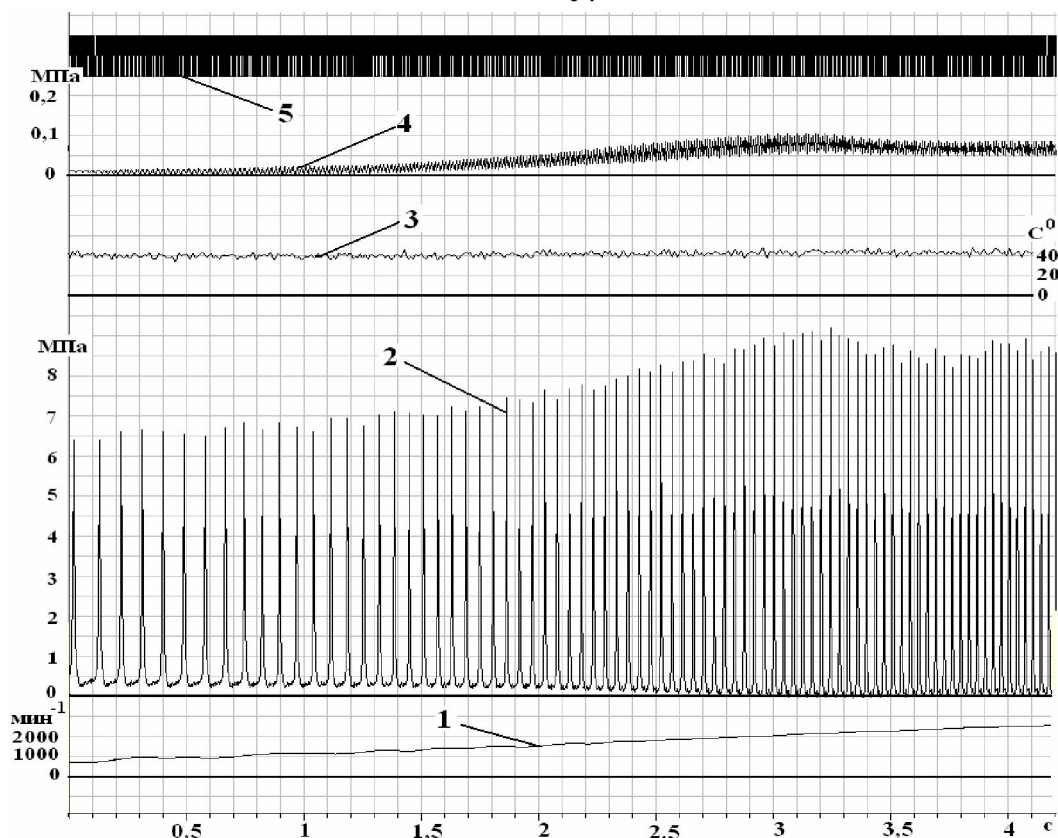


Рис. 6. Разгон автобуса РУТА 25d от 0 до 20 км/час:

1 – частота вращения КВ; 2 – давление в цилиндре; 3 – температура во впускном коллекторе; 4 – давление во впускном коллекторе; 5 – показания тахометра

Для определения постоянной величины  $A$  зафиксирована регулировка системы НРМ, приводящая к стабильной перегрузке дизеля моментом сопротивления равномерному движению автобуса при плавном снижении частоты вращения КВ до  $n_{KB}=1200 \text{ мин}^{-1}$  в процессе движения автобуса на первой передаче. Наличие этого результата позволило перейти к этапу стендовых испытаний дизеля 4ДТНА1 для решения задачи корректировки адаптивного задания ВСХ на исследуемом участке.

Для реализации данного этапа исследования был модернизирован стенд и системы регулирования стендового оборудования для реализации максимально возможной загрузки при минимальной частоте вращения КВ, что дало возможность работать по ВСХ до минимальной частоты вращения  $n_{KB}=1000 \text{ мин}^{-1}$ .

Окна сбора данных PowerGraph при работе дизеля на устойчивых режимах абсолютной и сформированных системой НРМ ВСХ при  $n_{KB}=1200$

$\text{мин}^{-1}$  представлены на рис. 7. Сравнение кривых 2, показывающих изменение давления в цилиндре на рис. 5 и кривых на рис. 7, показывает близкую к предельной загрузку дизеля при  $n_{KB}=1000 \text{ мин}^{-1}$  в процессе движения автобуса на 5-ой (ускоренной) передаче. Фактическая загрузка дизеля ( $P_z=9,5 \text{ Мпа}$ ) соответствует  $M_e=120 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ,  $t_{ог}=430^\circ\text{C}$ , что при  $n_{KB}=1000 \text{ мин}^{-1}$  находится за пределом дымления, чем и объясняется отмеченный дымный выхлоп. Вместе с тем значения величин  $P_z$  и  $t_{ог}$  далеки от максимально допустимых для дизеля 4ДТНА1, что открывает перспективу его дальнейшего форсирования на этом участке ВСХ.

Экспериментальное определение момента сопротивления движению автобуса на первой передаче через стендовое измерение эффективного крутящего момента дизеля при частоте вращения  $n_{KB}=1200 \text{ мин}^{-1}$  позволило, в свою очередь, при указанном в табл. 1 максимальном ускорении автобуса, вычислить суммарный момент инерции

$A=5,6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , а значит обеспечить возможность уже математического моделирования ВСХ под любое ускорение автобуса, в том числе и типовое ( $\geq 0,7 \text{ м}/\text{с}^2$  табл. 1).

Поскольку общепринятые критерии формирования ВСХ, такие как максимальное давление сгорания, максимальная температура ОГ и минимальный удельный расход топлива, позволили достигнуть хорошей динамики на исследуемом участке разгона автобуса, не обеспечив снижение дымности ОГ, можно принять их приемлемыми для формирования только абсолютной ВСХ дизелей НТМ. Корректировка же адаптивного задания ВСХ автомобильного дизеля на исследуемом участке потребовала определения предела дымления для каждого из скоростных режимов работы в исследуемом диапазоне.

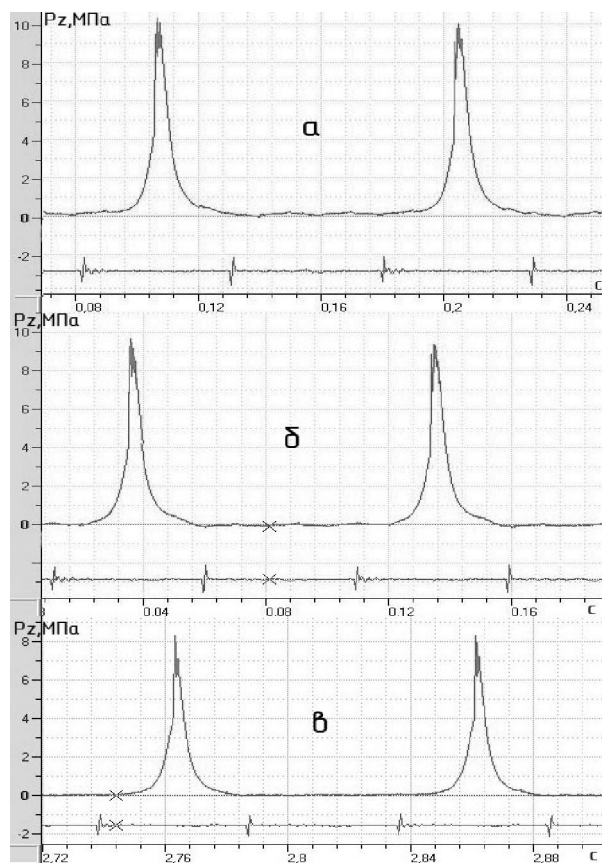


Рис. 7. Окна сбора данных стендовых испытаний при частоте вращения КВ  $n_{кв}=1200 \text{ мин}^{-1}$ :

а- абсолютная ВСХ; б- бездымная ВСХ; в- нагрузка, эквивалентная моменту сопротивления движению автобуса

Результатом поиска критериев формирования искомой эксплуатационной ВСХ автомобильного дизеля при различных вариациях ее протекания на участке от минимальной частоты вращения КВ до

частоты вращения режима максимального крутящего момента, стали характеристики для следующих транспортных средств:

- 1) внедорожник (джип);
- 2) микроавтобус;
- 3) малотоннажный грузовик.

На рис. 8 изображены четыре ВСХ эффективного крутящего момента. Кривой 2 показаны границы дымности, которая определена экспериментально с использованием дымомера ИДП-2. Предельно допустимая норма дымности на исследуемом участке определена как допустимая дымность режимов свободного ускорения (разгона) КВ дизеля по ДСТУ 4276:2004, а именно 71%, поскольку ни одним другим нормативным документом дымность ОГ при работе дизеля на участке от минимальной частоты вращения КВ до частоты вращения режима максимального крутящего момента сегодня не регламентируется. Из приведенных на рис. 8 характеристик только кривая 3 является расчетной по формуле 2 для реализации типовых ускорений автобуса (табл. 1).

Кривая 2 определяет начало дымления и пригодная для микроавтобуса и малотоннажного грузовика, кривая 1 – абсолютную ВСХ (внедорожник), а кривая 4 вообще не позволит работать на городском маршруте при вполне достаточной номинальной мощности и максимальном крутящем моменте.

Следовательно, участок ВСХ от минимальной частоты вращения КВ до частоты вращения режима максимального крутящего момента является определяющим при выборе тяговых характеристик дизеля. Для формирования этого участка характеристики предлагается при доводе дизеля внести понятие минимальной частоты нагружения и использовать коэффициенты разгона и адаптации:

$$K_P = Mn_{min}/M_{Ne}, \quad K_A = K_M K_P - \text{соответственно,}$$

где  $K_M$  – коэффициент приспособляемости.

В результате проведенного исследования для дизеля 4ДТНА1.ПМ1 микроавтобусов с минимальной частотой нагружения  $n_{min}=1000 \text{ мин}^{-1}$ , требуемый коэффициент  $K_P$  должен находиться в интервале 0,6-0,85, а  $K_A$  – 0,7-1,25 при среднем значении 1,0.

Эти коэффициенты и предлагается использовать в качестве критериев формирования искомой ВСХ автомобильного дизеля при выполнении экологических требований.

### Выводы

1. Улучшение технико-экономических и экологических показателей дизелей транспортных средств требует уточнения принципов коррекции ВСХ на участке от минимальной частоты вращения КВ до



режима максимального крутящего момента с введением дополнительных критериев.

2. Критерием формирования ВСХ автомобильного дизеля на участке от минимальной частоты вращения КВ до частоты вращения режима максимального крутящего момента при выполнении экологических требований может стать коэффициент

разгона  $K_P = Mn_{min}/M_{Ne}$ , а критерием формирования полной ВСХ – коэффициент адаптации  $K_A = K_M K_P$ . Для дизелей микроавтобусов указанные коэффициенты предлагаются в интервалах:  $K_P - 0,6-0,85$ ;  $K_A - 0,7-1,25$ .

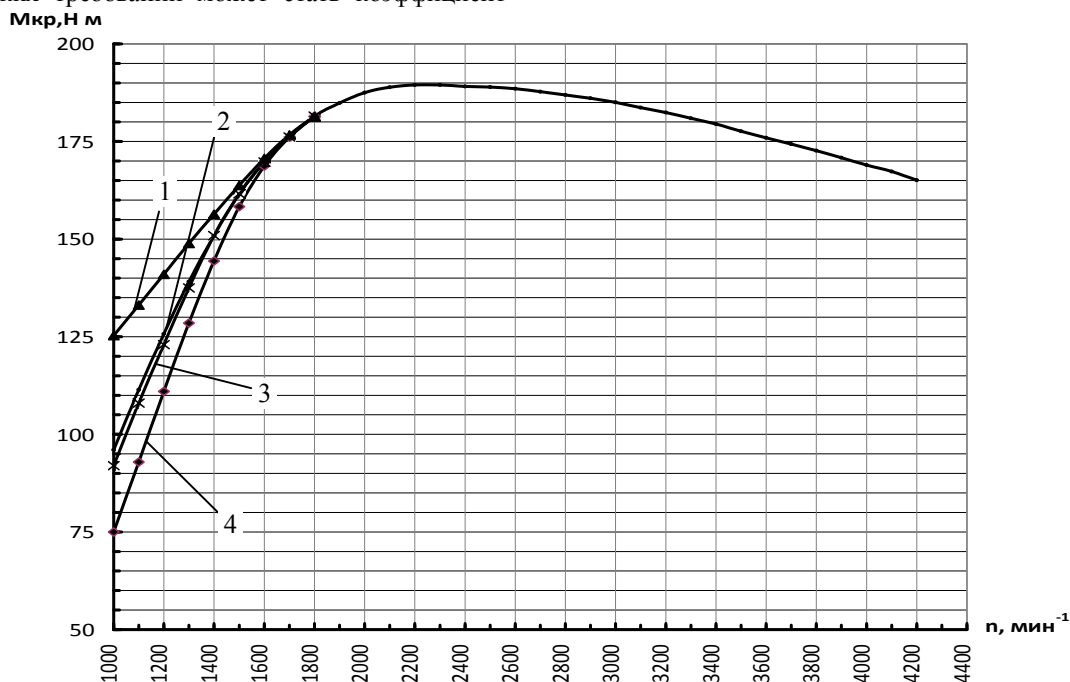


Рис. 8. ВСХ эффективного крутящего момента дизеля 4ДТНА1, соответствующие следующим регулировкам системы НРМ:

- 1 - абсолютная; 2 - по началу дымления; 3 – эксплуатационная, адаптированная к ТС;  
4 - не приспособленная к ТС

3. Автомобильный дизель 4ДТНА1 имеет коэффициент разгона  $K_P=0,61$  и коэффициент адаптации  $K_A=0,7$ . Это минимальные значения в интервале адаптации дизеля к силовой установке микроавтобуса полной массой до 4000 кг, позволяющие выполнять экологические требования норм, действующие в Украине.

#### Список литературы:

1. Головчук А.Ф. Улучшение топливной экономичности и снижение дымности транспортных дизелей путем совершенствования системы автоматического регулирования: моногр. / А.Ф. Головчук. - Харьков: издат-во ХНАДУ, 2012. - 472 с. 2. Гутаревич Ю.Ф. Токсичность и дымность дизеля ЯМЗ-236 в неустановившихся режимах при различных типах регулятора / Ю.Ф. Гутаревич, А.С. Жерновой, А.М. Редзюк // Двигателестроение. - Ленинград, 1984. - №9. - С. 33-35. 3. Крутов В.И. Формирование внешней скоростной характеристики дизелей автотранспортного и тракторного назначения с помощью корректоров / В.И. Крутов, И.В. Леонов, В.И. Шатров // Двигателестроение. - Ленинград, 1989. - №4 - С. 27-30. 4. Марков В.А. Выбор формы внешней скоростной ха-

рактеристики транспортного дизеля / В.А. Марков, В.И. Шатров // Электронное научно-техническое издание «Наука и образование». - МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2012. №2 5. Грицюк А.В. Механизм воздействия пускового воздуха на крутящий момент двухтактного высокооборотного транспортного дизеля при его пуске / А.В. Грицюк, В.З. Дубровский // Двигатели внутреннего сгорания. - Харьков: издат-во «ВЬЩА ШКОЛА». 1988. - Вып. 47. - С. 23-28. 6. Марченко А.П. Двигуни внутрішнього згорання: Серія підручників у 6 томах. Том 1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин / А.П. Марченко, М.К. Рязанцев, А.Ф. Шеховцов; за ред. А.П. Марченко та А.Ф. Шеховцова. - Х.: «Прапор», 2004. - 384 с. 7. Дизельный UAZ Patriot и три известных буквы [электронный ресурс] / Под ред. А. Кованова. - Электронные дан. - Тестдрайвы автомобилей, 2013. - Режим доступа: [http://auto.mail.ru/article/39813-dizelnyi\\_uaz\\_patriot\\_i\\_tri\\_izvestnyh\\_bukvy/](http://auto.mail.ru/article/39813-dizelnyi_uaz_patriot_i_tri_izvestnyh_bukvy/), свободный. - Загл. с экрана. 8. Современные подходы к созданию дизелей для легковых автомобилей и малотоннажных грузовиков / А.Д. Блинов, П.А. Голубев, Ю.Е. Драган и др.; под ред. В.С. Папонова и А.М. Минеева. - М.: НИИ «Инженер», 2000. - 331 с. 9. Испытания автомобилей / В.Б. Цимбалюк, В.Н. Кравец, С.М. Кудрявцев и др. - М. «Машиностроение», 1978. -191 с. 10. Грицюк А.В. Методика определения показателей

дизеля 4DTNA1 при дорожніх испытаниях / А.В. Грицюк, Ф.И. Абрамчук, А.Н. Врублевский // Автомобильный транспорт. Харьков: ХНАДУ, 2013. – Вып. 33. – С. 58-64. 11. Крайник Л.В. Комплексна розробка і організація нових виробництв сучасного покоління автобусів та тролейбусів / Л.В. Крайник, О.В. Свиначук, В.І. Бутко та інші. // Монографія – Львів: «Триада плюс», 2011. – 245 с. 12. Грицюк А.В. Апробація нових можливостей топливної системи непрямого действия при формуванні зовнішньої швидкісної характеристики автомобільного дизеля / А.В. Грицюк, А.Н. Врублевский, А.А. Овчинников // Двигатели внутреннего сгорания. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2013. – №2. – С. 61-66.

**Bibliography (transliterated):**

1. Golovchuk A.F. Uluchshenie toplivnoi ekonomichnosti i snizhenie dymnosti transportnykh dizelei putem sovershenstvovaniya sistemy avtomaticheskogo regulirovaniya: Monogr. / A.F. Golovchuk. - Char'kov: izdat-vo ChNADU, 2012. - 472 s. 2. Gutarevich Yu.F. Toksichnost' i dymnost' dizelya YaMZ-236 v neustanovivshichsya rezhimach pri razlichnykh tipach regulatora / Yu.F. Gutarevich, A.S. Zernovoi, A.M. Redzyuk // Dvigatelistroenie. - Leningrad, 1984. - №9. - s. 33-35. 3. Krutov V.I. Formirovanie vneshnei skorostnoi karakteristiki dizelei avtotransportnogo i traktornogo naznacheniya s pomosh'yu korrektorov / V.I. Krutov, I.V. Leonov, V.I. Shatrov // Dvigatelistroenie. - Leningrad, 1989. - №4 - s. 27-30. 4. Markov V.A. Vybor formy vneshnei skorostnoi karakteristiki transportnogo dizelya / Markov V.A., Shatrov V.I. // Elektronnoe nauchno-technicheskoe izdanie "Nauka i obrazovanie". - MG TU im.

N.E. Bauman. 2012. №2 5. Gritsyuk A.V. Mechanizm vozdeistviya puskovogo vozducha na krutyaschii moment dvuchtaktnogo vysokooborotnogo transportnogo dizelya pri ego puske / A.V. Gritsyuk, V.Z. Dubrovskii // Dvigateli vnutrennego sgoraniya. - Char'kov: izdat-vo "VYSCHA SHKOLA". 1988. - Vyp. 47. - s. 23-28. 6. Marchenko A.P. Dviguni vnutrishn'ogo zgoraniya: seriya pidruchnikov u 6 tomach. Tom 1. Rozrobka konstruksii forsovanih dviguniv nazemnih transportnih mashin / A.P. Marchenko, M.K. Ryazantsev, A.F. Shechovtsov; za red. A.P. Marchenko ta A.F. Shechovtsova. - Ch.: "Prapor", 2004. - 384 s. 7. Dizelnyi UAZ Patriot i tri izvestnyh bukvy [elektronnyi resurs] / Pod red. A. Kovanova. - Elektronnye dan. - Testdraivy avtomobilei, 2013. - Rezhim dostupa: <http://auto.mail.ru/article/39813-dizelnyi-uz-patriot-i-tri-izvestnyh-bukvy/>, svobodnyi. - Zagl. s ekrana. 8. Sovremennye podchody k sozdaniyu dizelei dlya legkovykh avtomobilei i malotonnazhnykh gruzovikov / A.D. Blinov, P.A. Golubev, Yu.E. Dragan i dr.; pod red. V.S. Paponova i A.M. Mineeva. - M.: NITS "Inzhener", 2000. - 331 s. 9. Ispytaniya avtomobilei / V.B. Tsybalin, V.N. Kravets, S.M. Kudryavtsev i dr. - M. «Mashinostroenie», 1978. - 191 s. 10. Gritsyuk A.V. Metodika opredeleniya pokazatelei dizelya 4DTNA1 pri dorozhnykh ispytaniyach / A.V. Gritsyuk, F.I. Abramchuk, A.N. Vrublevskii // avtomobil'nyi transport. Char'kov: ChNADU, 2013. - Vyp. 33. - s. 58-64. 11. Kraïnik L.V. kompleksna rozrobka i organizatsiya novich virobnitstv suchasnogo pokolinnya avtobusiv ta troleibusiv / L.V. Kraïnik, O.V. Svinarchuk, V.I. Butko ta insh. // Monografiya - L'viv: "Triada plus", 2011. - 245 s. 12. Gritsyuk A.V. Aprobatsiya novych vozmozhnostei toplivnoi sistemy neposredstvennogo deistviya pri formirovanii vneshnei skorostnoi karakteristiki avtomobil'nogo dizelya / A.V. Gritsyuk, A.N. Vrublevskii, A.A. Ovchinnikov // Dvigateli vnutrennego sgoraniya. - Char'kov: NTU "ChPI", 2013. - №2. - s. 61-66.

Поступила в редакцію 30.05.2014

**Грицюк Александр Васильевич** – доктор техн. наук, старший научный сотрудник, заместитель генерального конструктора ГП «ХКБД» по научно-исследовательской работе – главный конструктор, Харьков, Украина, e-mail: dthkdb@ukr.net.

**Овчинников Алексей Александрович** – начальник научно-исследовательского отдела ГП «ХКБД», Харьков, Украина, e-mail: dthkdb@ukr.net.

**ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ДОДАТКОВИХ КРИТЕРІЇВ ФОРМУВАННЯ ЗОВНІШНЬОЇ ШВИДКІСНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБІЛЬНОГО ДИЗЕЛЯ**

**О.В. Грицюк, О.О. Овчинников**

На прикладі вітчизняного малолітражного автомобільного дизеля 4DTNA1 (4 ЧН 8,8/8,2) показана можливість формування зовнішньої швидкісної характеристики автомобільного дизеля під конкретний транспортний засіб на етапі його визначальних випробувань. У результаті виконаних дослідів запропоновані критерії формування ЗШХ на не домінуючій раніше ділянці режимів мінімальних частот обертання і повної ЗШХ, а саме коефіцієнти розгону та адаптації. Запропоновані критерії дозволили конкретизувати сферу можливого використання дизеля 4DTNA1 з вже відпрацьованою комплектацією та визначити напрямки подальшого вдосконалення конструкції.

**SELECTION AND JUSTIFICATION OF ADDITION OF CRITERIONS OF FORMATION OF THE EXTERNAL HIGH-SPEED CHARACTERISTIC OF AN AUTOMOBILE DIESEL ENGINE**

**A.V. Gritsyuk, A.A. Ovchinnikov**

On the example of the domestic small-displacement automobile diesel engine 4DTNA1 (4ChN 8,8/8,2) a possibility of formation of the external high-speed characteristic of an automobile diesel engine for the concrete vehicle at a stage of its standard test is shown. As a result of the probes criteria of formation of the external high-speed characteristic are offered in a not dominating earlier range of modes of minimum rotary speed and the full external high-speed characteristic, namely and adaptation factors The offered criteria allowed to concretize a sphere of a possible application of the diesel engine 4DTNA1 in already fulfilled complete set and to determine a direction of works on the further improvement of the design.