

Информация об авторах:

Семененко Сергей Яковлевич, директор Поволжского эколого-мелиоративного института – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (400012, г. Волгоград, ул. Трехгорная, 21), доктор сельскохозяйственных наук. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6274-9565>. E-mail: pniiemt@yandex.ru

Лытов Михаил Николаевич, старший научный сотрудник лаборатории «Почвозащитных технологий орошения и информационных систем управления водным режимом» Поволжского эколого-мелиоративного института – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (400012, г. Волгоград, ул. Трехгорная, 21), кандидат сельскохозяйственных наук. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2743-9825>.

E-mail: LytovMN@yandex.ru

Чушкин Алексей Николаевич, старший научный сотрудник лаборатории «Почвозащитных технологий орошения и информационных систем управления водным режимом» Поволжского эколого-мелиоративного института – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (400012, г. Волгоград, ул. Трехгорная, 21), кандидат технических наук. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4856-5049>.

E-mail: pniiemt@yandex.ru.

Чушкина Елена Ивановна, старший научный сотрудник лаборатории «Почвозащитных технологий орошения и информационных систем управления водным режимом» Поволжского эколого-мелиоративного института – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (400012, г. Волгоград, ул. Трехгорная, 21), кандидат сельскохозяйственных наук.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2551-5516>. E-mail: pniiemt@yandex.ru.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 621.436

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-02-39

**РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕЖИМА ПОСТОЯННОЙ МОЩНОСТИ
В ТРАКТОРНОМ ДИЗЕЛЕ**

**REGULATION OF THE CONSTANT POWER MODE
IN TRACTOR DIESEL**

В.М. Славуцкий, доктор технических наук, профессор

А.В. Курапин, кандидат технических наук, доцент

З.Х. Харсов, соискатель

К.В. Лукшин, магистрант

V.M. Slavutsky, A.V. Kurapin, Z.H. Kharsov, K.V. Lukshin

Волгоградский государственный технический университет

Volgograd State Agrarian University

Дата поступления в редакцию 15.02.2019

Дата принятия к печати 31.05.2019

Received 15.02.2019

Submitted 31.05.2019

Установка на тракторах двигателей постоянной мощности (ДПМ) обеспечивает не только улучшение их тягово-экономических показателей, но и более широкое их внедрение в с-х производство. Идея улучшения тяговых свойств двигателя заключается в следующем: используется связь между мощностью двигателя, крутящим моментом и частотой вращения коленвала. При по-

стоянной мощности двигателя уменьшение частоты вращения коленвала, связанное с повышением нагрузки, приводит к увеличению крутящего момента на валу двигателя. Трудность реализации этой идеи заключается в формировании определённого закона подачи топлива для стабилизации мощности на режимах корректорной ветви скоростной характеристики (режимы перегрузки). Авторами предпринята попытка сформировать определённый закон подачи топлива в дизель путём изменения начального давления в нагнетательной магистрали топливной системы. При удвоении скорости вращения вала топливного насоса дополнительное впрыскивание топлива предлагается использовать для заполнения нагнетательной магистрали в межцикловой период. Регулирование начального давления в нагнетательной магистрали производилось путём перепуска части топлива в полость низкого давления системы. Такой способ требует применения электронной системы для управления перепускным клапаном. Это заметно усложняет систему топливоподачи дизеля. Изучение особенностей механизма подачи топлива при скоростном форсировании топливного насоса в дизеле позволило авторам запатентовать ещё один метод формирования характеристики впрыскивания топлива. Метод заключается в управлении нагнетательным клапаном топливной системы. Раннее или позднее закрытие нагнетательного клапана изменяет количество топлива в нагнетательной магистрали перед впрыскиванием топлива. Это заметно изменяет цикловую подачу топлива. Реализация этого метода также требует применения сложной электронной системы. Проведенные исследования позволили доказать возможность получения высоких величин коэффициента приспособляемости дизеля ($k = 1,45$), работающего на режиме постоянной мощности. В настоящее время больше наработан опыт создания двигателей постоянной мощности на базе дизелей без наддува. Вариант реализации режима постоянной мощности в двигателе без наддува гораздо проще в исполнении, доступнее и дешевле.

Installation on tractors of constant power engines (PDM) provides not only the improvement of their traction and economic indicators, but also their wider introduction into production. The idea of improving the engine traction is as follows: the relationship between engine power, torque on the engine shaft, and crankshaft rotation speed is used. With a constant engine power, the reduction in crankshaft speed, which is associated with an increase in load, respectively, increases the torque on the engine shaft. The difficulty of implementing this idea lies in the formation of a certain law of fuel supply to stabilize power on the modes of the correcting branch of the speed characteristic (overload modes). The authors attempted to form a certain law of fuel supply in a diesel engine by changing the initial pressure in the injection line of the fuel system. When doubling the rotational speed of the fuel pump shaft, additional fuel injection is proposed to be used to fill the discharge line during the interframe period. The regulation of the initial pressure in the discharge line was carried out by bypassing part of the fuel into the low-pressure cavity of the system. This method requires the use of an electronic system to control the bypass valve. This significantly complicates the diesel fuel injection system. The study of the features of the fuel supply mechanism for high-speed forcing of the fuel pump in a diesel engine allowed the authors to patent another method of forming the fuel injection characteristics. The method is to control the injection valve of the fuel system. Early or late closing of the discharge valve changes the amount of fuel in the discharge line before the injection of fuel. This significantly changes the cycle fuel supply. The implementation of this method also requires the use of a complex electronic system. As a result of the research, the possibility of obtaining high values of the diesel engine adaptability coefficient ($k = 1.45$), operating on a constant power mode, was proved. Currently, more experience has been gained in creating engines of constant power based on diesel engines without supercharging. The option of realizing the constant power mode in a naturally aspirated engine is much easier to perform, more affordable and cheaper.

Ключевые слова: режимы перегрузок, коэффициент избытка воздуха, положительная коррекция, коэффициент приспособляемости, дефорсирование, постоянная мощность, свободный впуск, номинальный режим, внешняя скоростная характеристика, степень дефорсирования.

Keywords: overload modes, positive correction, coefficient of adaptability, coefficient of excess air, constant power, deformation, free admission, nominal mode, external speed response, degree of deformance.

Цитирование. Славуцкий В.М., Курапин А.В., Харсов З.Х. Лукшин К.В. Регулирование режима постоянной мощности в тракторном дизеле. *Известия НВ АУК*. 2019. 2(54). 330-338. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-02-39.

Citation. Slavutsky V.M., Kurapin A.V., Kharsov Z.Kh., Lukshin K.V. Regulation of the mode of constant power in the tractor diesel. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2019. 2(54). 330-338. (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2019-02-39.

Введение. Из-за сложности согласования оптимального режима работы тракторного дизеля с условиями работы трактора не всегда реализуются высокие тяговые свойства современных тракторов. Установка на тракторах двигателей постоянной мощности (ДПМ) обеспечивает не только улучшение их тягово-экономических показателей, но и более широкое их (тракторов) внедрение в с.-х. производство. ДПМ отличается от обычного двигателя большим запасом крутящего момента, что обеспечивает постоянную мощность для широкого диапазона скоростных режимов двигателя. При этом больше используются его экономичные режимы работы.

Материалы и методы. Моторно-трансмиссионные установки (МТУ) тракторов призваны обеспечивать набор тяговых усилий для перекрытия всего диапазона изменения сопротивлений движению. Способность двигателя преодолевать возрастающее сопротивление движению характеризуется коэффициентом приспособляемости. Коэффициент косвенно определяет устойчивость работы двигателя [6]. Только при равенстве коэффициента приспособляемости некоторому его значению, соответствующему диапазону вариации сопротивления перемещению, двигательная установка обеспечивает автоматическое приспособление к меняющимся условиям работы.

Коэффициент приспособляемости дизелей - (1,06...1,18) [5, 6, 10]. С этим связана необходимость устанавливать на тракторе многоступенчатую коробку перемены передач (КПП). В этом случае приспособляемость трактора к изменяющимся условиям эксплуатации полностью обеспечивается свойствами (вариабельностью) трансмиссии. Управление многоступенчатой КПП возможно только с применением сложных автоматических систем. Это значительно усложняет трактор и повышает его стоимость [1].

Специалистами России и зарубежных стран предложено функцию автоматических систем, обеспечивающих реализацию свойств сложной трансмиссии, перенести на двигатель. При этом коэффициент приспособляемости двигателя следует увеличить до 1,5...1,6 [1, 5]. Для этого двигатель со свободным впуском (без наддува) дефорсируют по среднему эффективному давлению (P_e) в номинальном режиме посредством снижения цикловой подачи. Меньшее количество топлива, сжигаемого на номинальном режиме, означает недоиспользование воздушного заряда в цилиндре. Этот запас воздуха используется для сжигания топлива, подаваемого в цилиндр для поддержания мощности постоянной на корректорной ветви скоростной характеристики. Специальной настройкой топливной аппаратуры добиваются подачи определённой порции топлива в диапазоне рабочих частот вращения коленчатого вала – от номинальной до частоты при максимальном крутящем моменте [3, 4, 9]. Таким образом, идея улучшения тяговых свойств двигателя заключается в следующем. Используется связь между мощностью двигателя, крутящим моментом на валу двигателя и частотой вращения коленчатого вала (мощность равна частоте вращения коленчатого вала, умноженной на крутящий момент на коленчатом валу двигателя). При постоянной мощности двигателя уменьшение угловой скорости вращения коленвала, что связано с повышением нагрузки соответственно, приводит к увеличению крутящего момента на валу двигателя. Трудность реализации этой идеи заключается в формировании определённого закона подачи топлива для стабилизации мощности на режимах корректорной ветви скоростной характеристики (режимы перегрузки). Подобным образом реализуется режим постоянной мощности и в двигателе с искровым зажиганием [9].

Авторами предпринята попытка сформировать определённый закон подачи топлива в дизеле путём изменения начального давления в нагнетательной магистрали топливной системы. Влияние начального давления на цикловую подачу топлива общеизвестно [2, 10]. При удвоении скорости вращения вала топливного насоса дополнительное впрыскивание топлива предлагается использовать для заполнения нагнетательной магистрали в межцикловый период. Регулирование начального давления в нагнетательной магистрали производилось путём перепуска части топлива в полость низкого давления системы [2]. Такой способ требует применения электронной системы для управления перепускным клапаном. Это заметно усложняет систему топливоподачи дизеля [12]. Изучение закономерностей процесса подачи топлива в случае скоростного форсирования насоса дало авторам основание предложить новый метод, формирующий характеристику впрыскивания топлива. Метод заключается в управлении нагнетательным клапаном топливной системы. Раннее или позднее закрытие нагнетательного клапана изменяет количество топлива в нагнетательной магистрали перед впрыскиванием топлива [7]. Это заметно изменяет цикловую подачу топлива. Реализация этого метода также требует применения сложной электронной системы [12].

В представленной работе метод, формирующий закон подачи топлива для режимов перегрузки, основан на свойстве топливной системы с удвоенной скоростью вращения вала насоса высокого давления. При скоростном форсировании топливного насоса характеристика подачи топлива – с положительной коррекцией (с уменьшением частоты вращения вала насоса цикловая подача топлива увеличивается) [4, 8].

Ниже изложены результаты исследований тракторного дизеля Д-144, работающего на режиме постоянной мощности. Исследовано 3 варианта двигателя. Двигатель заводской комплектации. Два варианта опытных двигателей различаются степенью их дефорсирования при работе в режиме постоянной мощности.

Результаты и обсуждение. На рисунке 1 показано изменение цикловой подачи топлива Q_c в функции частоты вращения коленчатого вала для двигателя заводской комплектации (штатный вариант) и двух вариантов опытного двигателя (двигатель дефорсирован, дополнительное дефорсирование двигателя). При снижении частоты вращения коленчатого вала цикловая подача топлива увеличивается. Это связано с повышением нагрузки двигателя.

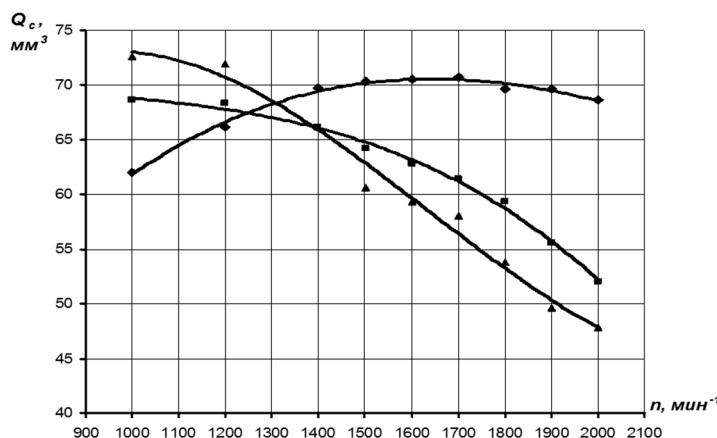


Рисунок 1 – Цикловая подача топлива Q_c в зависимости от частоты вращения коленвала n :

- 1 – серийный вариант двигателя; 2 – дефорсированный вариант;
- 3 – дополнительно дефорсированный вариант

На рисунке 2 показана зависимость коэффициента избытка воздуха α от частоты вращения коленчатого вала. Увеличение α от 1,33 до 1,43 (для штатного варианта двигателя) соответствует изменению цикловой подачи топлива от 69 до 62 мм^3 . Это соответствует изменению частоты вращения коленчатого вала от 2000 мин^{-1} до 1000 мин^{-1} (рисунок 1). В случае дефорсирования двигателя и таком же изменении частоты вращения коленчатого вала цикловая подача топлива увеличивается от 52 до 69 мм^3 (рисунок 1). Коэффициент избытка воздуха α изменяется от 1,8 до 1,28 (рисунок 2). Уменьшение мощности при этом составляет 25 % (рисунок 3). Коэффициент приспособляемости для штатного варианта двигателя 1,03, а для опытного – 1,28 (рисунок 4).

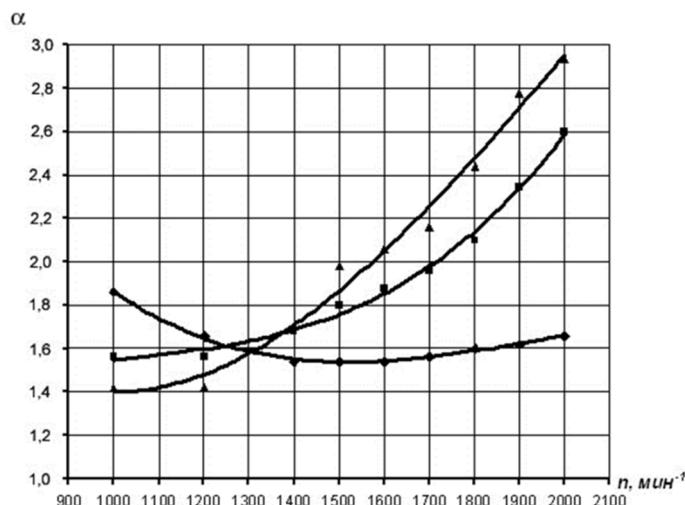


Рисунок 2 – Коэффициент избытка воздуха α в зависимости от частоты вращения коленвала n :

1 – серийный вариант двигателя; 2 – дефорсированный вариант; 3 – дополнительно дефорсированный вариант

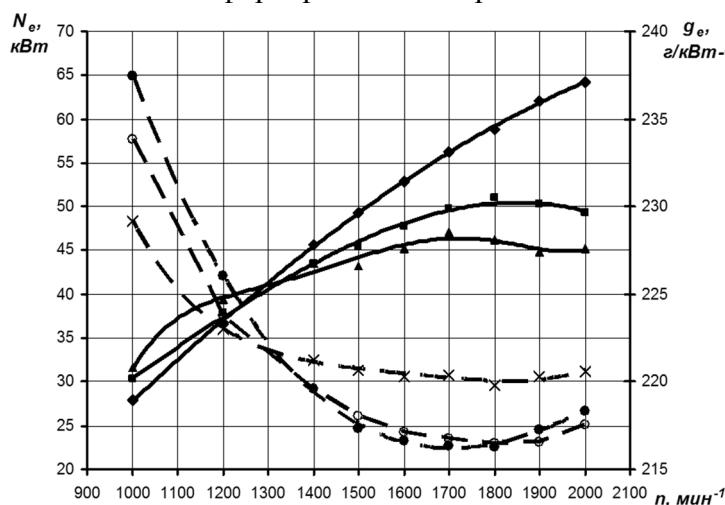


Рисунок 3 – Мощность N_e и удельный расход топлива g_e в зависимости от частоты вращения коленвала дизеля n :

— N_e — g_e
 1 – серийный вариант двигателя; 2 – дефорсированный вариант;
 3 – дополнительно дефорсированный вариант

Для опытного двигателя постоянство мощности сохраняется в диапазоне изменения частоты вращения коленчатого вала от 2000 мин⁻¹ до 1700 мин⁻¹ (рисунок 3). При дополнительного дефорсирования дизеля до мощности 45,2 кВт (уменьшение цикловой подачи топлива до 47,8 мм³, рисунок 1) участок постоянной мощности был продлён до 1500 мин⁻¹. В этом случае коэффициент приспособляемости дизеля k составляет 1,45 (рисунок 4).

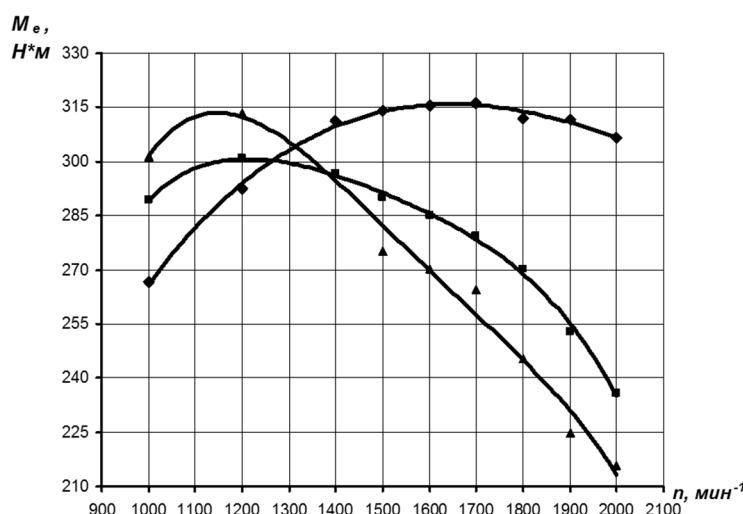


Рисунок 4 – Крутящий момент M_e в зависимости от частоты вращения коленвала n :

- 1 – серийный вариант двигателя; 2 – дефорсированный вариант;
- 3 – дополнительно дефорсированный вариант

С повышением степени дефорсирования двигателя увеличивается не только коэффициент приспособляемости, но и расширяется диапазон рабочих частот вращения вала ($n_h - n_{max}$). В двигателе штатного варианта максимальный крутящий момент при $n = 1700$ мин⁻¹, в дефорсированном двигателе – при 1200 мин⁻¹, в случае же дополнительного дефорсирования – при 1150 мин⁻¹ (рисунок 4).

Удельный расход топлива в опытных двигателях на 1,5...1,7 % меньше, чем в штатном двигателе (диапазон рабочих частот 2000...1500 мин⁻¹) (рисунок 3). При частоте вращения коленчатого вала 1300 мин⁻¹ удельный расход топлива в опытных двигателях равен расходу в штатном двигателе. При частоте вращения коленчатого вала, меньшей 1300 мин⁻¹, в опытных двигателях расход топлива несколько больше, чем в штатном (рисунок 3). Это объясняется уменьшением коэффициента избытка воздуха на режимах максимального крутящего момента, когда достигнут предел дымления (рисунки 2, 4).

Для изменения степени дефорсирования опытных вариантов двигателя (изменение цикловой подачи) на номинальном режиме изменялся лишь рабочий ход плунжера. Для получения скоростной характеристики топливоподачи с положительной коррекцией использовались свойства топливной системы с удвоенной скоростью вала ТНВД [3].

Исследование внутренних процессов в топливной системе позволило разработать методы формирования закона подачи топлива на корректорной ветви скоростной характеристики, основанные на изменении конструктивных и регулировочных параметров топливной системы [2, 3, 5].

В результате численных и экспериментальных исследований доказана возможность формировать закон подачи топлива путем изменения конструктивных и регулировочных параметров топливной системы. Определены значения эффективной мощности N_e и крутящего момента M_e при различных настройках топливной системы и работе дизеля на режимах корректорной ветви скоростной характеристики.

Наибольшее значение коэффициента приспособляемости дизеля $k = 1,64$ получено при объеме штуцера насоса $V_h = 6,7 \cdot 10^3$ мм³ и давлении открытия нагнетательного клапана $P_{ко} = 0,9$ МПа. Номинальная мощность дизеля уменьшена при дефорсировании его до 36,5 кВт. Удельный эффективный расход топлива при максимальном крутящем моменте не превышает 232,8 г/(кВт·ч). Минимальный удельный расход топлива – 217,86 г/(кВт·ч).

Заключение. Проведенные исследования позволили доказать возможность получения высоких величин коэффициента приспособляемости дизеля ($k = 1,45$), работающего на режиме постоянной мощности (двигатель со свободным впуском Д-144). На режимах перегрузки (корректорная ветвь внешней скоростной характеристики) в двигателе штатной комплектации невозможно достигнуть больших величин коэффициента приспособляемости. Только увеличение коэффициента избытка воздуха на номинальном режиме позволяет сжигать топливо в широком диапазоне рабочих частот вращения коленчатого вала на режимах перегрузки (корректорная ветвь внешней скоростной характеристики). На этом и основана, по нашему мнению, весьма удачная идея увеличения коэффициента избытка воздуха в результате дефорсирования дизеля по среднему эффективному давлению на номинальном режиме путём уменьшения цикловой подачи топлива. Зная характер изменения мощности дизеля на режимах перегрузки, вполне логичным было идею дефорсирования дополнить стабилизацией мощности на определённом уровне. В настоящее время больше наработан опыт создания двигателей постоянной мощности на базе дизелей без наддува. Вариант реализации режима постоянной мощности в двигателе без наддува гораздо проще в исполнении, доступнее и дешевле.

Библиографический список

1. Интенсификация процесса подачи топлива как метод улучшения тяговых свойств тракторного дизеля [Текст] / В.М. Славуцкий, З.Х. Харсов, О.Л. Хуранов, Е.А. Салыкин // Известия ВолгГТУ. Серия «Процессы преобразования энергии и энергетические установки». – 2012. – Вып. 3. – № 8. – С. 79-81.
2. К модернизации систем топливоподачи дизелей [Текст]/ В.М. Славуцкий, Е.А. Салыкин, В.И. Липилин, А.А. Скоробогатов // Известия ВолгГТУ. Серия «Процессы преобразования энергии и энергетические установки». – 2013. – № 12 (115). - С. 75-78.
3. Об изменении свойств модернизированной топливной системы дизеля [Текст]/ В.М. Славуцкий, Е.А. Салыкин, А.А. Скоробогатов, З.Х. Харсов, О.Л. Хуранов // Автомобильная промышленность. - 2014. - № 9. – С. 9-12.
4. О процессах в топливной системе дизелей при скоростном форсировании насоса высокого давления [Текст]/ В.М. Славуцкий, Е.А. Салыкин, В.И. Липилин, А.А. Скоробогатов // Справочник. Инженерный Журнал. – 2014.- № 10.- С. 50-53.
5. О подаче топлива на режимах корректорной ветви скоростной характеристики дизеля [Текст]/ В.М. Славуцкий, Е.А. Салыкин, З.Х. Харсов, О.Л. Хуранов // Известия ВолгГТУ. Серия «Процессы преобразования энергии и энергетические установки». Вып.- 2013. - № 12 (115). - С. 72-75.
6. Улучшение показателей тракторного дизеля на режимах перегрузки [Текст]/ В.М. Славуцкий, А.В. Курапин, Е.А. Салыкин, З.Х. Харсов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2014. - № 2. – С. 179-185.

7. Формирование закона подачи топлива в дизеле путём управления нагнетательным клапаном [Текст] / В.М. Славуцкий, Е.А. Салыкин, А.А. Карпов, А.С. Аксенов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и профессиональное образование. – 2018. – № 1 (49). – С. 319-325.

8. Design of Diesel Engine Mathematical Model Oriented to Speed Control [Tekst] / M. E. Belyaev, D. N. Gerasimov, M. R. Rymalis, S. A. Semenov // Journal of Computer and Systems Sciences International. – 2018. – Vol. 57. – No. 4. – P. 626–639.

9. Dorić, J. Constant power spark ignition engine [Tekst] / J. Dorić, N. Nikolić, Ž. Antonić// Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – № 393(1) doi: 10.1088/1757-899X/393/1/012132. Retrieved from www.scopus.com

10. Modernization of the Direct Operation Fuel Feeding System of Diesel Engine [Tekst] / E.А. Салыкин, В.М. Славуцкий, В.И. Липилин, Д.С.Березюков, А.А. Скоробогатов // Journal of KONES Power train and Transport. – 2015. – Vol. 22, No. 1. – P. 273-276.

11. Samoilenko D. Improvement of torque and power characteristics of V-type diesel engine applying new design of Variable geometry turbocharger (VGT) [Tekst] / D. Samoilenko, A. Marchenko, H. M. Cho // Journal of Mechanical Science and Technology. – 2017. – October, Volume 31. – Issue 10. – P. 5021–5027.

12. Zhang, Xiaoxi. Power Control of Diesel Engine-Generator Set Subject to Emission Constraints [Tekst] / Xiaoxi Zhang // Electronic Theses and Dissertations. – 2012. – P. 5357. <https://scholar.uwindsor.ca/etd/5357>

References

1. Intensifikasiya processa podachi topliva kak metod uluchsheniya tyagovyh svojstv traktornogo dizelya [Tekst] / V. M. Slavuckij, Z. H. Harsov, O. L. Huranov, E. A. Salykin // Izvestiya VolgGTU. Seriya «Processy preobrazovaniya jenergii i jenergeticheskie ustanovki». - 2012. - Vol. 3. - № 8. - P. 79-81.

2. K modernizacii sistem toplivopodachi dizelej [Tekst] / V. M. Slavuckij, E. A. Salykin, V. I. Lipilin, A. A. Skorobogatov // Izvestiya VolgGTU. Seriya «Processy preobrazovaniya jenergii i jenergeticheskie ustanovki». - 2013. - № 12 (115). - P. 75-78.

3. Ob izmenenii svojstv modernizirovannoj toplivnoj sistemy dizelya [Tekst] / V. M. Slavuckij, E. A. Salykin, A. A. Skorobogatov, Z. H. Harsov, O. L. Huranov // Avtomobil'naya promyshlennost'. - 2014. - № 9. – P. 9-12.

4. O processah v toplivnoj sisteme dizelej pri skorostnom forsirovaniyu nasosa vysokogo davleniya [Tekst] / V. M. Slavuckij, E. A. Salykin, V. I. Lipilin, A. A. Skorobogatov // Spravochnik. Inzhenernyj Zhurnal. 2014. -- № 10. – P. 50-53.

5. O podache topliva na rezhimah korrektornoj vetyi skorostnoj harakteristiki dizelya [Tekst] / V. M. Slavuckij, E. A. Salykin, Z. H. Harsov, O. L. Huranov // Izvestiya VolgGTU. Seriya «Processy preobrazovaniya jenergii i jenergeticheskie ustanovki». -2013. - № 12 (115). - P. 72-75.

6. Uluchshenie pokazatelej traktornogo dizelya na rezhimah peregruzki [Tekst] / V. M. Slavuckij, A. V. Kurapin, E. A. Salykin, Z. H. Harsov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2014. - № 2. – P. 179-185.

7. Formirovanie zakona podachi topliva v dizele putjom upravleniya nagnetatel'nym klapanom [Tekst] / V. M. Slavuckij, E. A. Salykin, A. A. Karpov, A. S. Aksenov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i professional'noe obrazovanie. - 2018. - № 1 (49). – P. 319-325.

8. Design of Diesel Engine Mathematical Model Oriented to Speed Control [Tekst] / M. E. Belyaev, D. N. Gerasimov, M. R. Rymalis, S. A. Semenov // Journal of Computer and Systems Sciences International. – 2018. – Vol. 57. – No. 4. – P. 626–639.

9. Dorić, J. Constant power spark ignition engine [Tekst] / J. Dorić, N. Nikolić, Ž. Antonić// Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – № 393(1) doi: 10.1088/1757-899X/393/1/012132. Retrieved from www.scopus.com

10. Modernization of the Direct Operation Fuel Feeding System of Diesel Engine [Tekst] / E.А. Салыкин, В.М. Славуцкий, В.И. Липилин, Д.С.Березюков, А.А. Скоробогатов // Journal of KONES Power train and Transport. – 2015. – Vol. 22, No. 1. – P. 273-276.

11. Samoilenko D. Improvement of torque and power characteristics of V-type diesel engine applying new design of Variable geometry turbocharger (VGT) [Tekst] / D. Samoilenko, A. Marchenko, H. M. Cho // Journal of Mechanical Science and Technology. – 2017. – October, Volume 31. – Issue 10. – P. 5021–5027.

12. Zhang, Xiaoxi. Power Control of Diesel Engine-Generator Set Subject to Emission Constraints [Tekst] / Xiaoxi Zhang // Electronic Theses and Dissertations. – 2012. – P. 5357. <https://scholar.uwindsor.ca/etd/5357>

Информация об авторах

Славуцкий Виктор Михайлович, профессор кафедры «Транспортные машины и двигатели» Волгоградского государственного технического университета (РФ, 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28), доктор технических наук, профессор.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1044-4353>. E-mail: vadims65@mail.ru.

Курапин Алексей Викторович, доцент кафедры «Транспортные машины и двигатели» Волгоградского государственного технического университета (РФ, 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28). E-mail: vann@mail.ru

Харсов Заур Хаджисмелович, соискатель кафедры «Транспортные машины и двигатели» Волгоградского государственного технического университета (РФ, 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28).

Лукшин Кирилл Владимирович, магистрант кафедры «Транспортные машины и двигатели» Волгоградского государственного технического университета (РФ, 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.362.3

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-02-40

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АБСОЛЮТНОЙ СКОРОСТИ СЕМЕНИ МЕЛКОСЕМЯННЫХ КУЛЬТУР ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ ВОРОХА НА РОТОРНОМ СЕПАРАТОРЕ

ANALYTICAL DETERMINATION OF THE ABSOLUTE VELOCITY OF THE SEED OF SMALL-SEED CROPS UNDER THE SPLITTING SPARK ON A ROTARY SEPARATOR

А.Н. Цепляев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

А.Е. Габидуллина, аспирант

А.В. Харлашин, кандидат технических наук, доцент

С.И. Богданов, кандидат технических наук, доцент

A.N. Tseplyaev, A.E. Gabidulina, A.V. Kharlashin, S.I. Bogdanov

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Дата поступления в редакцию 14.03.2019

Дата принятия к печати 31.05.2019

Received 14.03.2019

Submitted 31.05.2019

Повышение урожайности мелкосемянных культур, борьба с распространением сорняков, а также снижение затрат на хранение и рациональное использование полезной вместимости складов обеспечивается высококачественной очисткой семян. Научно обоснованный выбор рациональной схемы технологического процесса очистки должен обеспечивать выделение из основного вороха семян культурных и сорных растений минеральные, органические включения, а также легковесные примеси. В статье рассмотрены особенности очистки мелкосемянных культур (могар, чумиза, горчица и другие) на роторном сепараторе. В его конструкцию входят: решето, ограничительные боковины, перфорированный воздухопровод, аспирационный канал, вентилятор и т.д. Основу техно-