

pallet, an elastic tray and a flexible apron, pressed against the latter by its own weight and elastic slings. In addition, in it the lower end of the apron is made in a loop-like manner, which additionally makes it possible to dampen the impacts of heads of cabbage on the bottom of the container. The supply of the cabbage harvester with the described device makes it possible to extinguish the kinetic energy of the heads, therefore, the speed of their fall during shipment due to the work of deformation of the elastic tray, flexible apron and friction forces about them when passing through the gap between them, pressing against each other under the action of the straps. The achievement of the described technical result is evidenced by the results of production tests of the device as part of an experimental cabbage harvester designed by the Chuvash State Agrarian University in the Gornomariysky district of the Republic of Mari El. During the tests, the stable performance of the technological process by the device was also established.

Key words: Key words: cabbage harvester, shipment of heads of cabbage into containers, reduction of damage to heads of cabbage.

References

1. GOST R 51809-2001. Kapusta belokochannaya svezhaya, realizuemaya v roznichnoj trgovoj seti. Tekhnicheskie usloviya : izdanie oficial'noe : utverzhden i vveden v dejstvie Postanovleniem Gosstandarta Rossii ot 12 sentyabrya 2001 goda, № 382 - st. : data vvedeniya 01.01.2003. – Moskva : IPK Izdatel'stvo standartov, 2001. – 8 s.
2. Patent № 2692289. Rossiya, MPK V60R1/00, A01D90/00, V62D63/06. Kontejnerovoz: № 2018127801 : zayavl. 27.07.2018 : opubl. 24.06.2019 / Romanovskij N.V. – 11 s.
3. Alatyrev, S. S. Modelirovanie tekhnologii bereznoy mashinnoj uborki kochannoj kapusty /S. S. Alatyrev, A. S. Alatyrev, I. S. Kruchinkina // Agrarnaya nauka. – 2022. – №5. – S. 116-121.
4. Andreev, V. I. K opredeleniyu zhestkosti amortiziruyushchego ustrojstva pricepa / V. I. Andreev, G. K. Mokeev, V. N. Tihonov // Trudy CHuvashskogo SKHI, tom XI, vypusk III. – CHEboksary. – 1995. – S.3-8.
5. Irkov, I. I. Tekhnologiya mekhanizirovannoj uborki kapusty / I. I. Irkov, N. V. Romanovskij, A. V. Sergeev // Kartofel' i ovoshchi. – 2014. – № 4. – S.17-18.
6. Svirin, S. N. Parametry i rezhimy raboty transportera-zagruzchika kontejnerov i transportnyh sredstv na punktah posleuborochnoj obrabotki belokochannoj kapusty: special'nost' 05.20.01 «Tekhnologii i sredstva mekhanizacii sel'skogo hozyajstva» : avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / Svirin Sergej Nikolaevich. – Leningrad-Pushkin, 1986. – 16 s.
7. Tihonov, N. I. Dvuhryadnaya kapustouborochnaya mashina / N. I. Tihonov // Kartofel' i ovoshchi. – 1983. – №7. – S.27-28.
8. Tihonov, N. I. Kontejnernaya tekhnologiya uborki kapusty / N. I. Tihonov // Tekhnologii i agropriemy vyrashchivaniya i hraneniya ovoshchnyh i bahchevyh kul'tur : tezisy dokladov nauchno-metodicheskoy koordinacionnoj konferencii «Resursosberegayushchie i ekologicheski bezopasnye tekhnologii i agropriemy vyrashchivaniya i hraneniya ovoshchnyh i bahchevyh kul'tur» (23-25 marta 1999g.). – Moskva, 1999. – S. 156-157.

Information about authors

1. **Alatyrev Sergey Sergeevich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, st. K. Marks, 29; tel. 89373911350;

2. **Alatyrev Alexey Sergeevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, st. K. Marks, 29; tel. 89050273957;

3. **Kruchinkina Irina Sergeevna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, Physics and Information Technology, Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, st. K. Marks, 29; tel. 89176533438.

4. **Pekunkin Maksim Aleksandrovich**, graduate student of the Department of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, st. K. Marks, 29; tel. 89245701028.

УДК 621.43.038.002.52

DOI:

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИВОДА ПЛУНЖЕРОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ НАСОСОВ

Ю. Н. Доброхотов, Р. В. Андреев, Ю. В. Иванщиков

*Чувашский государственный аграрный университет
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

Аннотация. Топливные насосы распределительного типа НД-22/6 работают в тяжелых условиях по сравнению с рядными топливными насосами, так как в них плунжер, кроме возвратно-поступательного перемещения, совершает и вращательное движение [3]. Конструктивно в насосах данного типа можно выделить две кинематические схемы, возвратно-поступательного и вращательного движения плунжеров. В

процессе работы насоса эти два движения должны быть строго согласованы. Таким образом, насосы данного типа представляют сложное техническое изделие, поэтому организация их ремонта требует тщательного подхода с точки зрения подготовки производства – разработки технологических процессов ремонта, подбора специального ремонтно-технологического оборудования, обеспечения запасными частями. Одним из важных этапов подготовки ремонтного производства является изучение технического состояния топливных насосов, эксплуатирующихся на территории данного региона и поступающих в ремонтное предприятие. Каждый регион имеет свои особенности эксплуатации и насосы, которые эксплуатируются в регионе, характеризуются особенностями технического состояния, например, величиной износа деталей, сопряжений. Поэтому важно изучить техническое состояние поступающих в ремонт топливных насосов, так как знание их особенностей позволяет повысить качество ремонта, уменьшить расход запасных частей и правильно выбрать способы восстановления отдельных деталей, в том числе и прецизионных. В работе приводятся результаты кинематического анализа механизма привода плунжеров распределительных насосов типа НД-22/6, поступивших в одно из ремонтных предприятий, расположенного на территории Чувашской Республики.

Ключевые слова: люфт, механизм вращения, ремонтный комплект, конструктивное усиление.

Введение. Наряду с многоплунжерными насосами в отечественной и зарубежной практике находят применение моноплунжерные насосы распределительного типа. У них значительно уменьшены габаритные размеры и масса. Такие насосы более стабильны в эксплуатации, так как в них значительно уменьшено количество факторов, способствующих возникновению различия в подаче топлива по отдельным линиям нагнетания [6], [7], [9].

Широкое применение топливных насосов распределительного типа в автотракторных дизелях потребовало и правильную организацию их ремонта. Возникла необходимость разработки технологического процесса ремонта, специально приспособленного к ремонту насосов такого типа оборудования и приспособлений, подготовки квалифицированных кадров-ремонтников. Качественный ремонт данных насосов можно осуществить только на специализированных ремонтных предприятиях, так как они представляют собой изделия достаточно сложной конструкции, содержащие прецизионные сопряжения [1], [5].

Цели и задачи исследования. Для осуществления качественного ремонта насосов, поступающих с эксплуатации на ремонт, необходимо знать техническое состояние ремонтного фонда этих насосов, что позволит экономно расходовать запасные части, организовать восстановление деталей, в том числе прецизионных, уменьшить трудоемкость ремонтных работ, правильно назначить технологический процесс ремонта и рационально организовать ремонтное производство.

С этой целью было проведено исследование состояния ремонтного фонда топливных насосов НД-22/6, поступивших в одну из специализированных ремонтных предприятий Чувашской Республики.

Материалы и методы исследования. Техническое состояние топливного насоса высокого давления как одного из агрегатов системы питания дизеля зависит от технического состояния структурных его элементов [8]. С целью установления поэтапного вклада на изменение основных характеристик, конструкция топливного насоса НД-22/6 разбита на отдельные элементы (рис.1).

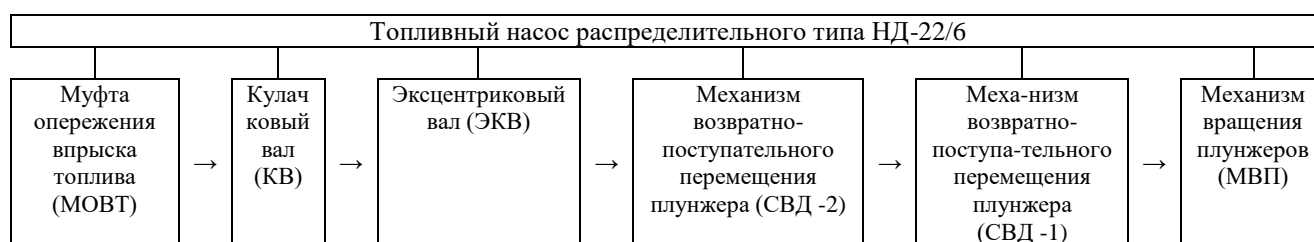


Рис. 1. Структурная схема составляющих элементов топливного насоса НД-22/6: СВД-1 – первая секция высокого давления; СВД-2 – вторая секция высокого давления.

Начальным звеном привода топливного насоса НД-22/6 является муфта опережения впрыска топлива (МОВТ), установленная на передний конец кулачкового вала. От кулачкового вала вращение через соединение в виде плоского паза передается эксцентриковому валу для привода подкачивающей помпы. На передний конец эксцентрикового вала на сегментной шпонке установлена коническая шестерня, шип на тыльной стороне которой входит в паз на заднем конце кулачкового вала [10], [11].

Эксцентриковый вал работает в тяжелых динамических условиях, так как служит для передачи вращения от кулачкового вала насоса через пару I конических шестерен дальше к плунжерам насосных секций (рис.2).

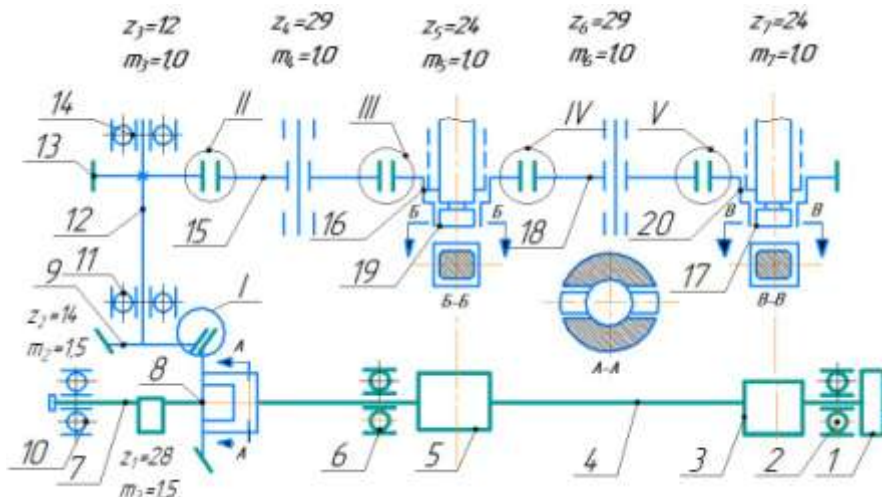


Рис. 2. Кинематическая схема привода плунжеров насосных секций топливного насоса НД-22/6:

1 – муфта опережения впрыска топлива; 2,6 – подшипники; 3,5 – кулачки; 4 – вал кулачковый; 7 – вал эксцентриковый; 8,9 – шестерни конические; 10 – подшипник; 11,14 – подшипники вала регулятора; 12 – вал регулятора; 13 – шестерня цилиндрическая; 15 – шестерня цилиндрическая, промежуточная; 16, 20 – шестерни привода плунжеров; 17 – плунжер первой насосной секции; 18 – шестерня промежуточная; 19 – плунжер второй насосной секции

От эксцентрикового вала получает также привод подкачивающая помпа, которая создает пульсирующую нагрузку на вал. Также от заднего конца эксцентрикового вала получает привод и счетчик мото-часов. Пара конических шестерен I приводит во вращение вал регулятора, на котором с помощью сегментной шпонки установлена цилиндрическая шестерня, которая с промежуточной цилиндрической шестерней образует пару II. Промежуточная цилиндрическая шестерня в свою очередь образует пару III с шестерней привода плунжера второй насосной секции. Шестерня привода второй секции приводит во вращение плунжер второй насосной секции и передает вращение промежуточной шестерне первой насосной секции, образуя пару IV. Промежуточная шестерня первой насосной секции в свою очередь образует пару V с шестерней привода во вращение плунжера первой насосной секции.

Таким образом, кинематическая схема привода первой и второй насосных секций представляет собой многоступенчатый шестеренный механизм, каждая ступень которого в той или иной степени вносит вклад в образование суммарного люфта при вращении плунжера каждой насосной секции.

Кинематическую зависимость между плунжерами первой и второй насосных секций можно представить в следующем виде:

для плунжера первой насосной секции:

$$i_1 = \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} \times \frac{z_4}{z_5} \times \frac{z_5}{z_6} \times \frac{z_6}{z_7} = \frac{28}{14} \times \frac{12}{29} \times \frac{29}{24} \times \frac{24}{29} \times \frac{29}{24} = 1,$$

для плунжера второй насосной секции:

$$i_2 = \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} \times \frac{z_4}{z_5} = \frac{28}{14} \times \frac{12}{29} \times \frac{29}{24} = 1.$$

Из расчетов видно, что плунжеры второй и первой насосных секций вращаются с одинаковой угловой скоростью, равной угловой скорости кулачкового вала.

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе исследования выполнены измерения следующих параметров состояния топливного насоса, оказывающие наибольшее влияние на характеристики топливоподачи – производительности, равномерности подачи топлива по цилиндрам дизеля, а также согласованности угла начала подачи топлива между штуцерами первой и второй насосных секций [2], [4]: люфта плунжера первой насосной секции при вращении, люфта плунжера второй насосной секции при вращении, радиального люфта промежуточной шестерни первой насосной секции, радиального люфта промежуточной шестерни второй насосной секции, осевого люфта кулачкового вала, осевого люфта эксцентрикового вала и осевого люфта вала регулятора.

Полученные результаты указанных параметров технического состояния структурных элементов насоса НД-22/6 представлены в табл.1.

Таблица 1 - Результаты замеров параметров технического состояния ремонтного фонда насосов НД-22/6

№ п/п	Геометрический параметр	Количество насосов	Среднее арифметическое значение	
			Ремфонд	По техническим требованиям
1	Люфт плунжера первой насосной секции при вращении, град	51	9,87	У нового насоса 4,67
2	Люфт плунжера второй насосной секции при вращении, град	51	6,37	У нового насоса 4,05
3	Радиальный люфт промежуточной шестерни первой насосной секции, мм	70	0,18	Допустимое значение – 0,13
				Предельное – 0,26
4	Радиальный люфт промежуточной шестерни второй насосной секции, мм	70	0,16	Допустимое значение – 0,13
				Предельное – 0,26
5	Осевой люфт кулачкового вала, мм	49	0,32	0,01...0,10
6	Осевой люфт эксцентрикового вала, мм	44	0,76	0,01...0,10
7	Осевой люфт вала регулятора, мм	52	0,27	0,01...0,10

Для зрительного оценивания полученных данных о техническом состоянии ремонтного фонда насосов построены гистограммы, которые представлены на рис. 3, где по горизонтальной оси отложены значения осевых люфтов контролируемых валов в миллиметрах, а по вертикальной оси – частоты значений осевого люфта в процентах.

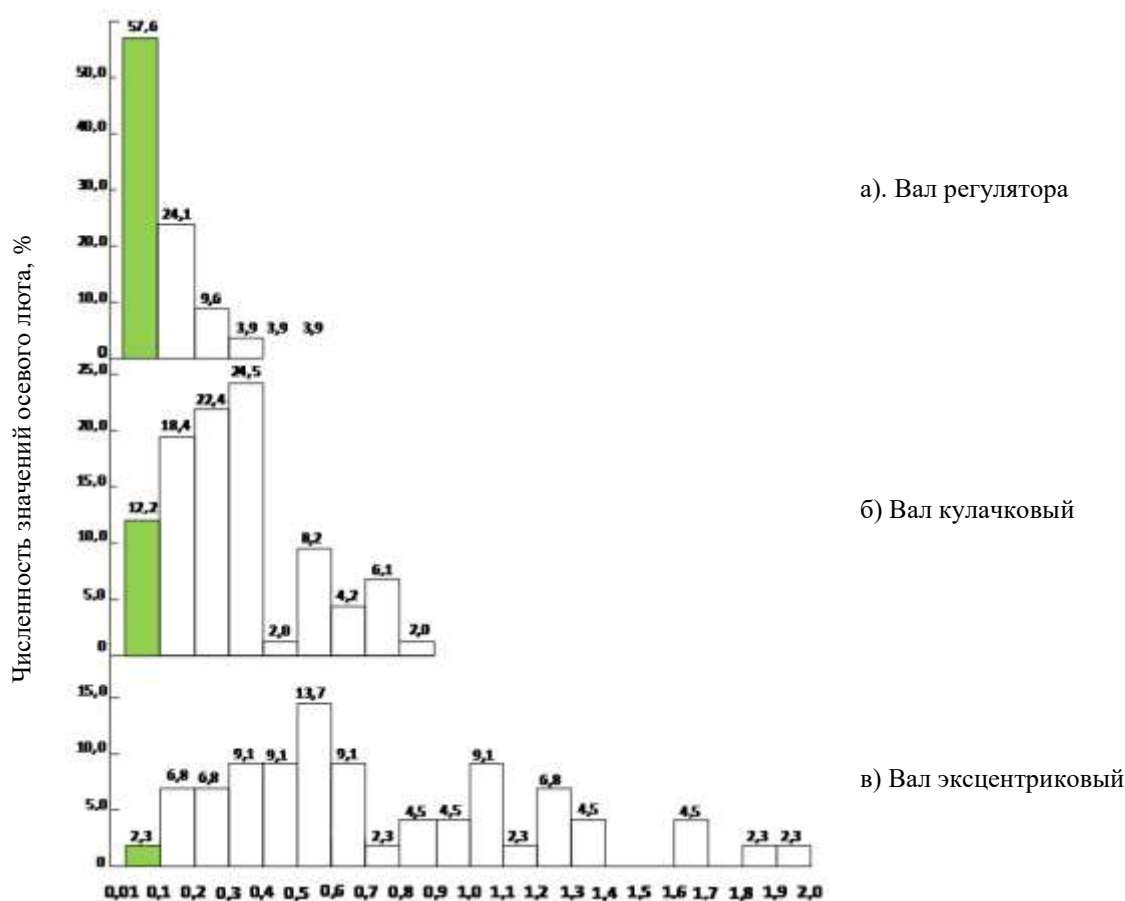


Рис.3. Гистограммы распределения люфта контролируемых валов: а – регулятора, б – кулачкового, в – эксцентрикового.

Гистограммы построены по значениям 52 насосов для вала регулятора, 49 насосов для кулачкового и 44 насосов эксцентрикового валов. Как видно из рисунка, полученные данные осевого люфта в пределах 0,01...0,10 мм (на гистограммах ширина этого поля заштрихована) имеют только 2,3% насосов по эксцентриковому валу, 12,2% насосов по кулачковому валу и 37,6% насосов по валу регулятора. Размах значений осевого люфта составляет: у эксцентрикового вала от 0,09 до 1,96 мм, у кулачкового вала от 0,5 до

0,86 мм и у вала регулятора от 0,01 до 0,55 мм. Результаты математической обработки данных осевого люфта контролируемых валов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты статистического анализа люфта контролируемых валов насосов ремонтного фонда

Вал	Среднее арифметическое значение, мм	Среднее квадратическое отклонение, мм	Коэффициент вариации
Эксцентриковый	0,76	0,48	0,63
Кулачковый	0,32	0,22	0,69
Регулятора	0,27	0,20	0,74

Выводы. 1. Почти 2-х кратное превышение люфта плунжеров, насосных секций способствует образованию интервала, называемого зоной неустойчивости, когда регулятор не реагирует на изменение числа оборотов коленчатого вала двигателя, что чревато нарушением равномерности подачи топлива по цилиндрам.

2. Основную роль в повышении люфта плунжеров насосных секций играет износ деталей механизма их вращения, состоящего из четырех цилиндрических и одной пары конических шестерен.

3. Наименее надежным звеном кинематической цепи привода плунжеров распределительных насосов является звено эксцентрикового вала, которое подвергается циклическому динамическому нагружению, как со стороны кулачкового вала и вала регулятора, так и со стороны подкачивающего насоса и привода счетчика мото-часов.

4. Значительному повышению послеремонтного ресурса отремонтированных распределительных насосов НД-22/6 может способствовать перевод узла промежуточных шестерен в разряд ремонтного комплекта с обязательной его заменой при ремонте и конструктивное усиление узлов качения эксцентрикового вала.

Литература

1. Адигамов, Н. Р. Комплексное решение проблем восстановления топливной аппаратуры дизелей / Н. Р. Адигамов, С. Н. Шарифуллин // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 3. – С. 38-40.
2. Безразборное определение технического состояния механизма привода топливных насосов распределительного типа / Ю. Н. Доброхотов, Ю. В. Иванчиков, Р. В. Андреев, А. О. Васильев // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, Александра Ивановича Кузнецова (1930-2015 г.). (Чебоксары, 16 ноября 2020 г.): в 2 ч. – Ч.2. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – Ч. 2. – С. 218-224.
3. Белявцев, А. В. Топливная аппаратура автотракторных дизелей: Конструктивные особенности и эксплуатация / А. В. Белявцев, А. С. Процеров. – Москва : Росагропромиздат, 1988. – 223 с.
4. Доброхотов, Ю. Н. Регулировка механизма вращения плунжеров насосов распределительного типа при ремонте / Ю. Н. Доброхотов, Ю. В. Иванчиков, А. О. Васильев // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе : материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С.126-130.
5. Кинематическая оценка механизма вращения плунжеров топливных насосов распределительного типа / Ю. Н. Доброхотов, Ю. В. Иванчиков, Р. В. Андреев, А. О. Васильев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: научные труды 1-ой Международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020 – С.123-129.
6. Кривенко, П. М. Ремонт и техническое обслуживание системы питания автотракторных дизелей / П. М. Кривенко, И. М. Федосов. – Москва : Колос, 1980. – 288 с.
7. Лышевский, А. С. Системы питания дизелей: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» / А. С. Лышевский. – Москва : Машиностроение, 1981. – 216 с.
8. Свистула, А. Е. Оценка утечек топлива в прецизионных сопряжениях топливной аппаратуры дизеля / А. Е. Свистула, К. В. Коваленко, Д. А. Щербаков //Альтернативные транспортные технологии. – 2018. – Т.5. – №1 (8). – С.357-361.
9. Файнлейб, Б. Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей: Справочник / Б. Н. Файнлейб. – Ленинград : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990 – 352 с.
10. Чванов, К. Р. Современный подход к оценке технического состояния дизельной топливной аппаратуры / К. Р. Чванов // Управление рисками в АПК. – 2016. – №7. – С.13-19.
11. Brady, R.N. Diesel Fuel System // Reston Publishing Inkorporated. – 1981. – 564 p.

Сведения об авторах

1. **Доброхотов Юрий Николаевич**, доцент, доцент кафедры технического сервиса, Чувашский государственный аграрный университет; 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: Dobrokhотов47@mail.ru, тел. 8-919-674-25-54;

2. **Андреев Роман Викторович**, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, Чувашский государственный аграрный университет; 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail:rv_andreev@mail.ru, тел. 89278586082;

3. **Иванищikov Юрий Васильевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, Чувашский государственный аграрный университет; 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail:iuv53@mail.ru, тел. 8-927-864-00-63.

KINEMATICAL ANALYSIS OF PLUGER DRIVE OF DISTRIBUTION PUMPS

Yu. N. Dobrokhотов, R. V. Andreev, Yu. V. Ivanshchikov

*Chuvash State Agrarian University
428003, Cheboksary, Russian Federation*

Brief abstract. Fuel pumps of the distribution type ND-22/6 operate in difficult conditions compared to in-line fuel pumps, since in them the plunger, in addition to reciprocating movement, also performs rotational movement [2]. Structurally, in pumps of this type, two kinematic schemes can be distinguished, reciprocating and rotary motion of the plungers. During the operation of the pump, these two movements must be strictly coordinated. Thus, pumps of this type are a complex technical product, so the organization of their repair requires a careful approach from the point of view of production preparation - the development of technological repair processes, the selection of special repair and technological equipment, and the provision of spare parts. One of the important stages in the preparation of repair production is the study of the technical condition of fuel pumps operated in the territory of the given region and supplied to the repair enterprise. Each region has its own characteristics of operation and the pumps that are operated in the region are characterized by the features of the technical condition, for example, the amount of wear of parts, interfaces. Therefore, it is important to study the technical condition of fuel pumps coming in for repair, since knowledge of their features allows you to improve the quality of repairs, reduce the consumption of spare parts and choose the right methods for restoring individual parts, including precision ones. The paper presents the results of a kinematic analysis of the mechanism for driving plungers of distribution pumps of the ND-22/6 type, received by one of the repair enterprises located on the territory of the Chuvash Republic.

Key words: backlash, rotation mechanism, repair kit, structural reinforcement.

References

1. Adigamov, N. R. Kompleksnoe reshenie problem vosstanovleniya toplivnoj apparatury dizelej / N. R. Adigamov, S. N. SHarifullin // Traktory i sel'hoz mashiny. – 2009. – № 3. – S. 38-40.
2. Bezrazbornoe opredelenie tekhnicheskogo sostoyaniya mekhanizma privoda toplivnyh nasosov raspredelitel'nogo tipa / YU. N. Dobrohotov, YU. V. Ivanshchikov, R. V. Andreev, A. O. Vasil'ev // Nauchno-obrazovatel'nye i prikladnye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 90-letiyu so dnya rozhdeniya zaslužennogo deyatelya nauki Rossijskoj Federacii, CHuvashskoj ASSR, Pochetnogo rabotnika vysshego professional'nogo obrazovaniya Rossijskoj Federacii, doktora sel'skohozyajstvennyh nauk, professora, Aleksandra Ivanovicha Kuznecova (1930-2015 g.). (CHEboksary, 16 noyabrya 2020 g.): v 2 ch. – CH.2. – CHEboksary : CHuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2020. – CH. 2. – S. 218-224.
3. Belyavcev, A. V. Toplivnaya apparatura avtotraktornyh dizelej: Konstruktivnye osobennosti i ekspluatatsiya / A. V. Belyavcev, A. S. Procerov. – Moskva : Rosagropromizdat, 1988. – 223 s.
4. Dobrohotov, YU. N. Regulirovka mekhanizma vrashcheniya plunzherov nasosov raspredelitel'nogo tipa pri remonte / YU. N. Dobrohotov, YU. V. Ivanshchikov, A. O. Vasil'ev // Perspektivy razvitiya tekhnicheskogo servisa v agropromyshlennom komplekse : materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – CHEboksary : CHuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2018. – S.126-130.
5. Kinematicheskaya ocenka mekhanizma vrashcheniya plunzherov toplivnyh nasosov raspredelitel'nogo tipa / YU. N. Dobrohotov, YU. V. Ivanshchikov, R. V. Andreev, A. O. Vasil'ev // Nauchnoe soprovozhdenie tekhnologij agropromyshlennogo kompleksa: nauchnye trudy 1-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Kazan': Kazanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2020 – S.123-129.
6. Krivenko, P. M. Remont i tekhnicheskoe obsluzhivanie sistemy pitaniya avtotraktornyh dizelej / P. M. Krivenko, I. M. Fedosov. – Moskva : Kolos, 1980. – 288 s.
7. Lyshevskij, A. S. Sistemy pitaniya dizelej: uchebnoe posobie dlya studentov vtuzov, obuchayushchihsya po special'nosti «Dvigateli vnutrennego sgoraniya» / A. S. Lyshevskij. – Moskva : Mashinostroenie, 1981. – 216 s.

8. Svistula, A. E. Ocenka utechek topliva v precizionnyh sopryazheniyah toplivnoj apparatury dizelya / A. E. Svistula, K. V. Kovalenko, D. A. SHCHerbakov // *Альтернативные транспортные технологии*. – 2018. – Т.5. – №1 (8). – S.357-361.
9. Fajnlejb, B. N. Toplivnaya apparatura avtotraktornyh dizelej: Spravochnik / B. N. Fajnlejb. – Leningrad : Mashinostroenie. Leningr. otd-nie, 1990 – 352 s.
10. CHvanov, K. R. Sovremennye podhody k ocenke tekhnicheskogo sostoyaniya dizel'noj toplivnoj apparatury / K. R. CHvanov // *Управление рисками в АПК*. – 2016. – №7. – S.13-19.
11. Brady, R.N. Diesel Fuel System // Reston Publishing Inkorporated. – 1981. – 564 p.

Information about authors

1. **Dobrokhotov Yuri Nikolaevich**, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Service, Chuvash State Agrarian University; 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: Dobrokhotov47@mail.ru, tel. 8-919-674-25-54;
2. **Andreev Roman Viktorovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Chuvash State Agrarian University; 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: rv_andreev@mail.ru, tel. 89278586082;
3. **Ivanshchikov Yuri Vasilevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Chuvash State Agrarian University; 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: iuv53@mail.ru, tel. 8-927-864-00-63.

УДК 636.084.74

DOI:

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ ДОЗАТОРА СТЕБЕЛЬНЫХ КОРМОВ НА ФЕРМАХ КРС

С. П. Зайцев, П. В. Зайцев, С. Н. Мардарьев
Чувашский государственный аграрный университет
 428003, Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. Наиболее эффективными направлениями технического прогресса в механизации животноводства являются: совершенствование выпускаемой сельскохозяйственной техники, повышение технологической надежности конструкций машин и их долговечности. Состояние здоровья и продуктивность животных зависят не только от качественной технологии обработки кормовых материалов, но и своевременной доставки и дозированной выдачи готовой кормовой смеси. Для этой технологии в животноводстве используют мобильные раздатчики и стационарные питатели кормов, имеющие похожую конструкцию, состоящую из бункера, внутри которого находится продольный транспортер с пульсирующей подачей от храпового механизма, кормоотделителя битерного или транспортерного типов и выгрузного транспортера. Важное значение в увеличении производства продуктов животноводства и снижения их себестоимости имеет экономное, разумное расходование кормов в животноводстве. Исследование и практическое наблюдение показали, что дозирующие устройства питателей и раздатчиков кормов распределяются по длине кормления со значительной неравномерностью – 18...22%, вместо нормативных до 10...12% по зоотехническим требованиям. В связи с этим ведутся работы по улучшению дозаторов, позволяющих снизить неравномерность дозирования кормов и энергоемкость технологического процесса до зоотехнических требований. Питатели стебельных кормов можно подразделить: по виду дозируемых кормов, по способу подачи кормов, по роду привода. В качестве кормоотделителя используют различные рабочие органы, при этом наиболее часто применяют битерные, реже – транспортерные. Во всех случаях кормоотделители взаимодействуют с подающим транспортером, установленным на дне бункера. Поэтому расчет рабочих органов питателя следует свести к расчету процесса взаимодействия кормоотделителя и подающего транспортера с кормовой массой, а также следует рассмотреть влияние конструкции бункера на равномерность дозирования кормов.

Ключевые слова: кормоотделитель, дозатор, продольный транспортер, неравномерность дозирования, битер, стебельный корм, бункер, энергоемкость, зоотехнические требования, эксцентрикный механизм.

Введение. Анализ формирования кормового монолита в бункере показал, что на норму выдачи и неравномерность распределения корма при выгрузке существенное влияние оказывают: вид кормовой массы, высота загрузки корма в бункере, скорость перемещения агрегата и способ загрузки кормовой массы. У механизатора возникают большие трудности при установке нормы выдачи корма согласно рациону у мобильных кормораздатчиков и стационарных питателей-дозаторов типа: КТ-6, КТ-10, КТУ-10А, КТУ-20.000, КТ-Ф-12 и РММ-Ф-5А. Отсутствие конкретных рекомендаций приводит к перерасходу или к выдаче корма заведомо заниженной нормы [1, 2, 4].