

3. *Alatyrev Aleksey Sergeevich*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29; e-mail: leha.alatyrev@mail.ru, tel. 89050273957.

УДК 631.22.014

DOI: 10.17022/74xp-js50

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА КОРМОПРИГОТОВИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

П.В. Зайцев, Н.П. Зайцева, С.П. Зайцев

*Чувашская государственная сельскохозяйственная академия
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

Аннотация. Важным резервом повышения эффективности производства продукции является использование прогрессивных технологий и обеспечение эффективного использования техники путем ее рационального сервисного обслуживания (технического обслуживания и ремонта). В настоящее время периодичность ТО связывается с календарным временем. Однако при ориентации только на календарное время не учитывается степень износа деталей и узлов кормоприготовительных машин в связи с увеличением срока их службы [1], [2]. Ситуация усугубляется еще и тем, что планирование технического обслуживания в соответствии с определенными периодами времени приводит к тому, что новые машины поступают на обслуживание преждевременно, а машины, поработавшие несколько лет, напротив, обслуживаются с опозданием. Использование общепринятой единой системы периодического технического обслуживания кормоприготовительных машин в соответствии с их категориям иногда приводит к некачественному проведению операций и, как следствие, к преждевременному выходу из строя техники, а, значит, и к увеличению затрат на ее эксплуатацию. В связи с этим невозможно оценить реальное техническое состояние машин. Поэтому система периодического выполнения технических операций при обслуживании машин в соответствии с календарным временем более подходит для кормоприготовительной техники, находящейся на хранении. Анализ данных, представленных в современных научных исследованиях, позволяет сделать вывод о том, что при определении показателя оптимальной периодичности технического обслуживания необходимо более полно и объективно учитывать режимы и объемы выполненных работ, количество расходуемой электроэнергии, материальные и денежные затраты, что позволит с максимальной точностью отразить реальное техническое состояние кормоприготовительных машин. Обобщающим показателем, позволяющим получать достоверную информацию с учетом всех факторов, является уровень энергетических затрат, выраженных единицами расходуемой электроэнергии в кВт-ч. Использование электросчетчиков дает возможность с достаточной точностью проанализировать работу техники, имеющей электропривод, и своевременно выполнить все операции по техническому обслуживанию машин, что позволяет определить уровень долговечности кормоприготовительной техники, произвести своевременную диагностику технического состояния машины. Также необходимо выявлять наиболее распространенные причины отказов в работе техники, характерных для кормоприготовительных машин (дозаторов, измельчителей и смесителей): обрывы, механические повреждения клиновых ремней, исключающие возможность их дальнейшей эксплуатации. По показателям электросчетчика можно определить фактический эксплуатационный ресурс клиновых ремней, который должен составлять не менее 500 часов и обеспечивать надежность работы техники с вероятностью 0,9. При определении оптимальной периодичности технического обслуживания машин было предложено учитывать общие удельные затраты, технологические, транспортные, организационные, а также затраты на содержание пункта ТО.

Ключевые слова: сервисное обслуживание, периодичность, удельные затраты, материальные ресурсы, кормовая смесь, энергозатраты.

Введение. Основным фактором увеличения объемов производства животноводческой продукции и снижения трудоемкости основных производственных процессов является сбалансированный в соответствии с зоотехническими нормами рацион кормления животных, который обеспечивается рациональным использованием кормоприготовительных машин, их качественным обслуживанием (техническим обслуживанием и ремонтом) [2], [3].

На каждом этапе развития технологий при создании новых образцов кормоприготовительной техники возникает проблема в обеспечении надежности современных конструкций, особенно при использовании в животноводческих хозяйствах сложного автоматизированного оборудования, снижающего трудоёмкость технологических процессов при приготовлении кормов и кормовых смесей [4].

Применение новой сложной автоматизированной и роботизированной техники не только повышает вероятность отказа в работе техники, снижая долговечность ее эксплуатации, но и приводит к увеличению стоимости ее технического обслуживания [5], [6]

Цель исследований. При выборе нового типа кормоприготовительных машин необходимо учитывать их эксплуатационные технико-экономические характеристики, которые должны приводить к снижению производственных затрат, что будет выгодно отличать их от предшествующих модификаций оборудования. Они должны иметь низкий уровень морального износа и более привлекательную стоимость. Только в этом случае обеспечивается их конкурентоспособность, не позволяющая использовать большую часть сил и средств на ремонт и обслуживание кормоприготовительной техники. При оценке качества кормоприготовительного оборудования необходимо учитывать не только его технико-экономические характеристики, которые должны обеспечиваться использованием инновационных методов проектирования, современных цифровых технологий и материалов, но и надежность технического обслуживания и ремонтов, их периодичность. От качественного технического обслуживания и ремонта зависит уровень надежности машин и технико-экономические показатели их работы.

Материалы и методы. Теоретические исследования в соответствии с разработанным планом позволяют выбрать оптимальную величину периодичности технического обслуживания и ремонта кормоприготовительной техники, используемой в животноводческих хозяйствах.

Результаты исследований и их обсуждение. Для кормоприготовительных машин, имеющих высокую эксплуатационную надежность, определяют оптимальную периодичность технического обслуживания и ремонта на основе учета расходов энергозатрат в соответствии с технико-экономическими показателями. При этом затраты на техническое обслуживание и ремонт машин в животноводстве должны быть минимальными.

Для оценки периодичности технического обслуживания (ТО) определяют удельные затраты $Z_{\text{ТОуд}}$ на этот вид работ:

$$Z_{\text{ТОуд}} = \frac{Z_{\text{ТО}}}{T}, \frac{\text{руб}}{\text{г}}, \quad (1)$$

где $Z_{\text{ТО}}$ – затраты на ТО, T – время обслуживания (ч.).

Все затраты на ТО и ремонт машин можно разделить на четыре группы и представить как сумму затрат:

а) технологических Z_{T} (заработная плата, стоимость эксплуатационных материалов и запасных частей и др.);

б) транспортных $Z_{\text{Тр}}$, связанных с использованием автопередвижных мастерских;

в) организационных $Z_{\text{О}}$, обусловленных простоем машин при обслуживании;

г) затрат $Z_{\text{К}}$ на содержание пункта ТО.

Затраты Z_{T} и $Z_{\text{К}}$ определяются уровнем организации работ и их механизации по ТО. Эти затраты зависят от общей программы работы H :

$$Z_{\text{T}}, Z_{\text{К}} = aH^b, \quad (2)$$

где a , b – коэффициенты, характеризующие уровень механизации и организации технического обслуживания.

Организационные затраты определяют по формуле:

$$Z_{\text{О}} = \sum_i t_{\text{ни}} * Z_{\text{нpi}} * n_i, \quad (3)$$

где $t_{\text{ни}}$ – продолжительность простоя i -ой машины при обслуживании, ч.

$Z_{\text{нpi}}$ – стоимость одного часа простоя i -й машины, $\frac{\text{руб.}}{\text{ч}}$;

n_i – число i -х машин, шт.

При $Z_{\text{ТО}} = \text{const}$ рост периодичности ТО обуславливает уменьшение удельных затрат по закону равноугонной гиперболы, что приводит к возрастанию затрат на ремонт и описывается уравнением:

$$Z_{\text{руб}} = a^1 T + b^1, \quad (4)$$

где a^1 – коэффициент, характеризующий интенсивность роста удельных затрат на ремонт в связи с увеличением T ($a^1 > 0$);

b^1 – коэффициент, учитывающий величину удельных текущих расходов на ремонт в начальный период эксплуатации оборудования после технического обслуживания.

Тогда в течение периода времени T суммарная удельная стоимость технического обслуживания и ремонтных работ выглядит следующим образом:

$$Z_{\text{уд}} = \frac{Z_{\text{ТО}}}{T} + a^1 T + b^1, \quad (5)$$

Приравняв нулю первую производственную по времени T , получим

$$\frac{dZ_{\text{уд}}}{dT} = -\frac{Z_{\text{ТО}}}{T^2} + a^1 \text{ и найдем значение } T = \sqrt{\frac{Z_{\text{ТО}}}{a^1}}, \quad (6)$$

Используя 1, 4, 5, 6 выражения, построим график оптимальной периодичности технического обслуживания кормоприготовительных машин (рис. 1)

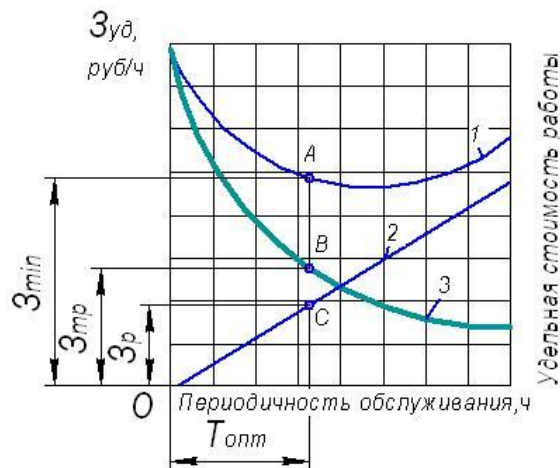


Рис. 1. Оптимальная периодичность технического обслуживания кормоприготовительных машин в животноводстве: 1 – суммарная удельная стоимость технического обслуживания (ТО), 2 – удельные затраты на ремонт машин, 3 – удельные затраты на техническое обслуживание

В соответствии с предложенной схемой поиска оптимальной периодичности обслуживания кормоприготовительных машин можно определить оптимальные удельные расходы Z_{min} , $Z_{ТО}^1$, S_p^1 , проведя горизонтальную прямую через точки А, В, С.

При уточнении оптимальной периодичности технического обслуживания и ремонта стремятся к тому, чтобы в период между ними кормоприготовительная техника работала бесперебойно и при соблюдении правил эксплуатации использовались минимальные затраты на ее ежедневное техническое обслуживание.

Оптимизацию технического обслуживания и ремонта машин по экстремуму технико-экономических показателей желательно проводить для тех из них, отказ в работе которых не создает аварийной ситуации и не приводит к увеличению материального ущерба, соизмеримого с расходами на их ремонт. Если же отказ узлов машин приводит к аварии, то при оптимизации ТО и ремонта машин необходимо учитывать критерий надежности – максимальную безотказность работы в интервалах между планируемыми ТО и ремонтами.

Выводы.

1. Периодичность технического обслуживания, определяемая календарным временем для всех кормоприготовительных машин независимо от сроков их службы, не дает представления о реальном состоянии техники. В результате машина преждевременно выходит из строя, что увеличивает количество трудовых и материальных затрат на ее ремонт и обслуживание.
2. Очевидно, что предлагаемый принцип определения оптимальной периодичности технического обслуживания кормоприготовительных машин (рис. 1) позволяет судить об их реальном техническом состоянии и определять минимальные затраты на восстановление работоспособности техники.
3. Одним из показателей эффективного использования кормоприготовительной техники является наличие материально-технической базы, на основе которой производится технологическое обслуживание и ремонт. Для фермерских хозяйств, имеющих слабую материально-техническую базу, наличие специализированных мастерских позволяет улучшить эффективность технического обслуживания.
4. Кормоприготовительные машины часто выходят из строя из-за низкого качества оборудования по причине несоблюдения требований, предъявляемых к техническому обслуживанию машин, а также в случае его некачественной сборки и монтажа.

Литература

1. Белов, В. В. Информационное обеспечение при исследовании сельскохозяйственных машин / В. В. Белов, Н. Н. Белова // Известия Международной академии аграрного образования. – 2010. – № 10. – С. 38-40.
2. Зайцев, П. В. Оптимизация периодичности технического сервиса кормоприготовительной техники в животноводстве / П. В. Зайцев, С. П. Зайцев, Н. П. Зайцева // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2018. – С. 130-135.
3. Зайцев, П. В. Состояние технологии и оценки методов обновления техники для приготовления кормов / П. В. Зайцев, С. П. Зайцев // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2018. – № 1 (60). – С. 572-574.
4. Нестерова, Н. В. Проблемы и стратегическое развитие комбикормовой промышленности / Н. В. Нестерова, Т. В. Шаронова, Т. Н. Акулова // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Международной научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2018. – С. 535-539.

5. Шаронова, Т. В. Анализ циркуляционных смесителей сыпучих материалов / Т. В. Шаронова, Е. Л. Белов, Т. Н. Акулова // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2019. – С. 234-239.

6. Шаронова, Т. В. Физические факторы в установках для обеззараживания сыпучих кормов / Т. В. Шаронова, Е. Л. Белов, Т. Н. Акулова // Развитие аграрной науки как важнейшее условие эффективного функционирования агропромышленного комплекса страны: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы Чувашской Республики и Российской Федерации, доктора ветеринарных наук, профессора Кириллова Николая Кирилловича. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2018. – С. 438-441.

Сведения об авторах

1. **Зайцев Петр Владимирович**, доктор технических наук, профессор кафедры механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: zarevl@mail.ru, тел. 8-903-066-59-07;

2. **Зайцева Надежда Петровна**, старший преподаватель кафедры экономики, менеджмента и агроконсалтинга, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: nad2094@yandex.ru, тел. 8-960-306-13-00;

3. **Зайцев Сергей Петрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: zaucsevpet@mail.ru, тел. 8-902-327-56-35.

SUBSTANTIATION OF THE NECESSARY PERIODICITY OF TECHNOLOGICAL MAINTENANCE AND REPAIR OF FEEDING TECHNIQUES

P.V. Zaitsev, N.P. Zaitseva, S.P. Zaitsev

*Chuvash State Agricultural Academy
428003, Cheboksary, Russian Federation*

Abstract. *An important reserve for increasing the efficiency of production is the use of advanced technologies and ensuring the efficient use of equipment through its rational service (maintenance and repair). Currently, the frequency of maintenance is associated with calendar time. However, when focusing only on calendar time, the degree of wear of parts and components of feed preparation machines is not taken into account in connection with an increase in their service life [1], [2]. The situation is aggravated by the fact that maintenance planning in accordance with certain periods of time leads to the fact that new machines arrive prematurely, and machines that have worked for several years, on the contrary, are served late. The use of the generally accepted unified system of periodic maintenance of feed preparation machines in accordance with their categories sometimes leads to poor-quality operations and, as a result, to premature failure of equipment, and, consequently, to increase costs for its operation. In this regard, it is impossible to assess the real technical condition of the machines. Therefore, the system of periodic performance of technical operations when servicing machines in accordance with the calendar time is more suitable for feed preparation equipment in storage. Analysis of the data presented in modern scientific studies allows us to conclude that when determining the indicator of the optimal frequency of maintenance, it is necessary to more fully and objectively take into account the modes and volumes of work performed, the amount of consumed electricity, material and money costs, which will allow to reflect with maximum accuracy real technical condition of feed preparation machines. A general indicator that allows to obtain reliable information, taking into account all factors, is the level of energy costs expressed in units of consumed electricity in kW-h. The use of electric meters makes it possible to analyze with sufficient accuracy the operation of equipment with an electric drive, and to perform all the maintenance operations of machines in a timely manner, which makes it possible to determine the durability level of feed preparation equipment and to make timely diagnostics of the technical condition of the machine. It is also necessary to identify the most common causes of equipment failures that are characteristic of feed preparation machines (batchers, choppers and mixers): breaks, mechanical damage to V-belts, which exclude the possibility of their further operation. According to the indicators of the electric meter, you can determine the actual operational life of V-belts, which should be at least 500 hours and ensure the reliability of the equipment with a probability of 0.9. When determining the optimal frequency of technical maintenance of machines, it was proposed to take into account the total unit costs, technological, transport, organizational, as well as the costs of maintaining the maintenance point.*

Key words: *service maintenance, frequency, unit costs, material resources, feed mixture, energy consumption.*

References

1. Belov, V. V. Informacionnoe obespechenie pri issledovanii sel'skohozyajstvennyh mashin / V. V. Belov, N. N. Belova // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. – 2010. – № 10. – S. 38-40.
2. Zajcev, P. V. Optimizaciya periodichnosti tekhnicheskogo servisa kormoprigozovitel'noj tekhniki v zhivotnovodstve / P. V. Zajcev, S. P. Zajcev, N. P. Zajceva // Perspektivy razvitiya tekhnicheskogo servisa v agropromyshlennom komplekse: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – CHEboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2018. – S. 130-135.
3. Zajcev, P. V. Sostoyanie tekhnologii i ocenki metodov obnovleniya tekhniki dlya prigozovleniya kormov / P. V. Zajcev, S. P. Zajcev // Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii. – 2018. – № 1 (60). – S. 572-574.
4. Nesterova, N. V. Problemy i strategicheskoe razvitie kombikormovoj promyshlennosti / N. V. Nesterova, T. V. SHaronova, T. N. Akulova // Nauchno-obrazovatel'nye i prikladnye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – CHEboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2018. – S. 535-539.
5. SHaronova, T. V. Analiz cirkulyacionnyh smesitelej sypuchih materialov / T. V. SHaronova, E. L. Belov, T. N. Akulova // Perspektivy razvitiya mekhanizacii, elektrifikacii i avtomatizacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – CHEboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2019. – S. 234-239.
6. SHaronova, T. V. Fizicheskie faktory v ustanovkah dlya obezrazzhivaniya sypuchih kormov / T. V. SHaronova, E. L. Belov, T. N. Akulova // Razvitie agrarnoj nauki kak vazhnejшее uslovie effektivnogo funkcionirovaniya agropromyshlennogo kompleksa strany: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 70-letiyu so dnya rozhdeniya zaslužennogo rabotnika vysshej shkoly CHuvashskoj Respubliki i Rossijskoj Federacii, doktora veterinarnyh nauk, professora Kirillova Nikolaya Kirillovicha. – CHEboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2018. – S. 438-441.

Information about authors

1. **Zaitsev Petr Vladimirovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Mechanization, Electrification and Automation of Agricultural Production, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx str., 29; e-mail: zapevl@mail.ru, tel. 8-903-066-59-07;
2. **Zaitseva Nadezhda Petrovna**, Senior Lecturer, Department of Economics, Management and Agricultural Consulting, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx str., 29; e-mail: nad2094@yandex.ru, tel. 8-960-306-13-00;
3. **Zaitsev Sergey Petrovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mechanization, Electrification and Automation of Agricultural Production, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx str., 29; e-mail: zaycevp@mail.ru, tel. 8-902-327-56-35.

УДК 621.815

DOI: 10.17022/6fya-1p90

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СВЯЗИ КОНСТРУКТИВНЫХ И РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА

Ю.В. Иванщиков¹⁾, В.Я. Сквородин²⁾, Ю.Н. Доброхотов¹⁾, Н.Н. Пушкаренко¹⁾, В.А. Иванов¹⁾¹⁾Чувашская государственная сельскохозяйственная академия
428003, Чебоксары, Российская Федерация²⁾Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
196601, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. Подшипник качения, находящийся в эксплуатации, является частью определенного механизма. Необходимо осуществить комплексный анализ его работы с учетом всех особенностей конструктивного узла или агрегата, то есть принимать во внимание функциональное назначение подшипникового узла, так как достаточная долговечность отдельных его деталей не гарантирует необходимой надежности всей опоры. Мероприятия по повышению долговечности подшипниковых узлов могут быть эффективными только в том случае, если учитываются причины, снижающие долговечность эксплуатации узла, устанавливается физическая сущность процессов, вызывающих отказ в работе, и выявляются закономерности развития этих процессов. Для выявления причинно-следственных связей между структурными параметрами подшипникового узла и действующими на подшипниковый узел силовыми факторами был проведен корреляционный анализ системы. В статье представлена матрица корреляционного анализа и его результаты в виде таблиц коэффициентов корреляции и показателей связи параметров подшипникового узла со значениями факторов внешнего воздействия.