

2025 г. – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2025. – Kn. 1. – S. 136-138.

17. Aulov V.F. Razrabotka i issledovanie novogo materiala dlia uprochneniia rabochikh organov selskokhoziaistvennykh mashin induktsionnoi naplavkoi / V.F. Aulov, V.V. Ivanaiskii, A.V. Ishkov [i dr.] // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – No. 6 (200). – S. 106-111.

18. Rozenbaum A.B., Merkulov B.M., Tendenbaum M.M. Povysenie nadezhnosti molotkov

kormodrobilok. Povysenie nadezhnosti i dolgovechnosti selskokhoziaistvennykh mashin: materialy 2-i Vsesoiuznoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii. – Moskva, 1968. – S. 408–414.

19. Vinogradov, V.N. Iznashivanie pri udare / V.N. Vinogradov, G.M. Sorokin, A.Iu. Albagachiev. – Moskva: Mashinostroenie, 1982. – 192 s.; il.

20. Syrovatka, V.I. Mekhanizatsiia prigotovleniia kormov: spravochnik / pod obshch. red. V.I. Syrovatka. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 368 s., il.



УДК 631.3.004.6:636

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-248-6-81-89

С.Ю. Журавлев
S.Yu. Zhuravlev

СПЕЦИФИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

PARTICULARITIES OF TECHNICAL SERVICE OF MODERN MEANS OF ANIMAL HUSBANDRY MECHANIZATION

Ключевые слова: средства механизации животноводства, технологический процесс, технический сервис, работоспособность, эффективность.

Приведен анализ результатов исследований по совершенствованию производственно-технологической деятельности инженерно-технических служб в области совершенствования организации и технологии технического сервиса (ТС) оборудования животноводческих ферм и комплексов сельскохозяйственных предприятий. Объектом исследований является современное состояние материально-технической базы ТС оборудования механизации животноводства, а также пути её модернизации. Материалы исследований – публикации научно-технических работников, представителей производственной сферы по проблеме совершенствования методов и форм осуществления ТС современных машин и оборудования отрасли животноводства. Механизация технологических процессов в сфере животноводства приводит к использованию более современных и производительных машин и оборудования, увеличению объемов механизированных работ при производстве продукции животноводства и, следовательно, к увеличению интенсивности использования техники. Высокий уровень механизации предполагает наличие материально-технической базы для осуществления технического обслуживания, ремонта и диагностики машин. Восстановление и модернизация такой важнейшей отрасли сельскохозяйственного производства, как животноводство, должны опираться на разработку, производство и внедрение в АПК современных, высокотехнологич-

ных машин, а также на реконструкцию материально-технической базы ТС этой сложной в эксплуатации техники. Созданные на основе применения новейших технологий производства и технического сервиса средства механизации животноводства будут соответствовать современным требованиям к показателям надёжности данного сложного в применении и обслуживании оборудования. Организация ТС в сфере животноводства, соответствующая современным требованиям и технологиям, позволит ИТР сервисных предприятий и предприятий АПК своевременно и качественно проводить все установленные в документации операции по обслуживанию и ремонту машин и оборудования животноводческих комплексов, что значительно уменьшит число простоев за счёт снижения количества внезапных отказов различных групп сложности.

Keywords: means of animal husbandry mechanization, technological process, technical service, operational capability, efficiency.

This paper discusses the research findings on improving the production and technological activities of engineering and technical services in the field of improving the organization and technology of technical service of equipment of livestock farms and complexes. The research target is the current state of the material and technical base of technical service of livestock mechanization equipment and the ways to modernize it. The research materials include the publications of scientific and technical workers involved in the production sector on the

problem of improving methods and forms of technical service implementation of modern machinery and equipment of the livestock industry. Mechanization of technological processes in animal husbandry leads to the use of more advanced and productive machines and equipment, an increase in the volume of mechanized work in livestock production and, therefore, increasing intensity of equipment use. A high level of mechanization implies the availability of a material and technical base for the maintenance, repair and diagnosis of machines. The restoration and modernization of such an important agricultural industry as animal husbandry should also be based on the reconstruction of the material and technical base of technical service of complex machinery and equipment. Ani-

mal husbandry mechanization equipment created on the basis of the use of the latest production technologies and technical service will meet modern requirements for reliability equipment which is difficult to use and maintain. The organization of technical service in animal husbandry which meets modern requirements and technologies will allow engineering and technical staff of service enterprises and agricultural enterprises to timely and efficiently carry out all operations established in the documentation for the maintenance and repair of machinery and equipment which will significantly reduce the number of downtime due to decreasing number of sudden failures of various complexity groups.

Журавлев Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: sergeig1961@mail.ru.

Zhuravlev Sergey Yurevich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: sergeig1961@mail.ru.

Введение

Применение современных технологий и соответствующего им оборудования при производстве продукции животноводства привело в последние годы к оснащению отрасли современными компьютеризированными роботизированными машинами, что позволило резко снизить трудоёмкость производства продукции. В то же время использование такого сложного по конструкции оборудования приводит к увеличению эксплуатационных затрат на его содержание, что влияет на себестоимость продукции предприятия АПК. Важнейшим средством снижения затратности эксплуатации средств механизации при производстве продукции животноводства является следование рекомендациям по производственной эксплуатации оборудования, а также своевременное техническое обслуживание и ремонт.

Кроме того, организация соответствующего требованиям нормативно-технической документации технического сервиса (ТС) данного класса машин напрямую влияет на количество и качество продукции, трудозатраты, а также на охрану окружающей среды. Совершенствование технологий и средств технического сервиса машин и оборудования механизации животноводческих ферм (МЖФ) один из определяющих факторов повышения эффективности этой отрасли сельского хозяйства [1, 2].

Объект, предмет и материал исследований

Объектом исследований является современное состояние материально-технической

базы технического сервиса (ТС) оборудования для механизации животноводства, а также пути её модернизации.

Материалы исследований – публикации научно-технических работников, представителей производственной сферы по проблеме совершенствования методов и форм осуществления ТС современных машин и оборудования животноводческих ферм и комплексов.

Цель исследований – определение современных подходов, тенденций и объективных трансформаций в структуре и организации ТС МЖФ.

Анализ результатов

Обеспечение бесперебойного функционирования средств механизации животноводства опирается, как правило, на организацию проведения в установленные графиком сроки всех мероприятий планово-предупредительной системы (ППС) ТС оборудования животноводческих ферм. Следование рекомендациям ППС, как известно, влияет на показатели надежности машин, в том числе на увеличение наработки на отказ, на увеличение ресурса и срока службы. Минимизация затрат труда и денежных средств на проведение плановых ТО и ремонта обеспечивается за счёт своевременного предупреждения и устранения причин возникновения отказов и повреждений деталей машин, а также за счёт снижения интенсивности изнашивания рабочих поверхностей деталей. Оценочным показателем качества ТС средств механизации животноводства является высокий уровень агротехнических и зоотехнических показателей производства продукции [3].

Основные факторы, влияющие на процесс изнашивания деталей оборудования МЖФ: агрессивное воздействие факторов окружающей среды (влажность, перепады температуры, наличие в воздухе различных агрессивных примесей, запыленность); постоянные механические воздействия в результате высокой загруженности оборудования; воздействие агрессивной среды, интенсивная коррозия металлических частей машин и пр. Так, коррозионное изнашивание, как отмечено авторами в [4], является причиной снижения работоспособности до 50-55% машин и оборудования в животноводстве.

Ещё одним фактором выхода из строя оборудования на фермах является недостаточная износостойкость различных сопряжений, работающих в условиях трения (подшипниковые узлы валов, сальниковые уплотнения, детали цепных передач и пр.). Согласно собственному производственному опыту автора, на ремонт оборудования в животноводстве, устранение последствий его отказов приходится около 60-65% из структуры всех затрат на обеспечение его работоспособного состояния в Краснодарском крае.

Постоянный рост цен на сельскохозяйственную технику, низкая платежеспособность сельхозпроизводителей, в том числе по причине невысокой рентабельности отрасли животноводства, отрицательно влияют на процесс технического переоснащения животноводческих ферм. Для решения этой проблемы необходима эффективная государственная поддержка сельхозпроизводителей в виде целевых дотаций, субсидий, льготного кредитования, так как без подобной господдержки сектора агропроизводства невозможно обеспечить продовольственную безопасность государства, а также улучшить социально-экономическую обстановку на селе [5].

В последние годы различные госорганы разрабатывают и осуществляют мероприятия по импортозамещению продукции машиностроения. Стимулируется возможность приобретения предприятиями АПК современного оборудования для различных отраслей (растениеводство, животноводство, кормопроизводство) путём льготного финансирования из средств федерального бюджета как производителей техники, так и самих сельхозпроизводителей.

Необходимо отметить, что в РФ в свое время специализированные предприятия по производству машин и оборудования животноводства практически полностью прекратили существование, была уничтожена база для ремонта этого оборудования. Животноводческая отрасль по-прежнему во многом зависит от продукции иностранных производителей оборудования.

Например, на современных животноводческих фермах молочного направления применяются машины и оборудование отечественного и зарубежного производства. Такой смешанный состав средств производства требует соответствующего уровня специализации работников, отвечающих за технический сервис. Большая часть оборудования отечественного производства имеет малый остаточный ресурс и требует большого объёма ремонтных воздействий с применением необходимого оборудования и технологий, знание которых требует наличия специалистов соответствующей квалификации. Сложное по эксплуатации и обслуживанию роботизированное оборудование иностранного производства для доения и приготовления различного типа кормов на фермах нуждается требует, в свою очередь, в инженерно-технических работниках и специалистах среднего звена, умеющих качественно обслуживать и при необходимости ремонтировать современные средства автоматизации, приборные, компьютерные и роботизированные системы дорогостоящих средств механизации [6].

Можно отметить, что разномарочный состав средств механизации сектора животноводства в АПК влияет на увеличение рисков появления случайных отказов и незапланированных простоев оборудования по этой причине. Негативные последствия различных неисправностей и технологических сбоев в работе оборудования, напрямую влияющих на количество и качество продукции животноводства, можно максимально устранить, применяя такую организацию работы ИТР, отвечающих за ТС машин, при которой оценочные критерии результата их деятельности будут зависеть от результата работы самих производственных подразделений животноводства. Данная форма организации работы сервисных структур предполагает тщательное планирование видов и объемов работ по обслуживанию и ремонту оборудования, оснащение современным технологическим

оборудованием для выполнения различных операций, входящих в состав плановых видов ТО и ремонта, а также рациональных форм стимулирования качественной работы персонала сервисных служб [7].

В последние годы процесс цифровизации сферы животноводства АПК Российской Федерации входит в масштабный проект МСХ РФ – «Цифровое сельское хозяйство». Внедрение в отрасль животноводства оборудования, работающего на основе цифровых технологий, предусматривает приобретение современной техники, постройку новых и реконструкцию имеющихся помещений, в которых будут осуществляться производственные процессы получения продукции с массовым использованием роботизированного оборудования [8]. Эти нововведения позволяют более эффективно содержать поголовье различных сельскохозяйственных животных, увеличить количество и качество животноводческой продукции. Для более успешной модернизации отрасли также необходимо оценивать её готовность к предстоящей реконструкции ещё и с точки зрения наличия специализированных сервисных структур.

Интенсивность процесса цифровизации различных отраслей сельскохозяйственного производства зависит от уровня квалификации сельхозпроизводителей (наличие молодых и подготовленных в области использования цифровых технологий кадров), от наличия необходимой инфраструктуры и механизма финансирования процесса с достаточной господдержкой [9].

Современные формы и методы осуществления технического сервиса учитывают мнение о перспективности замены затратной планово-предупредительной системы ТС на более оперативную и менее затратную систему обслуживания и ремонта техники по фактическому состоянию, установленному в результате проведения ресурсной диагностики всех составных частей машин. Переход к использованию концепции ТС машин и оборудования в животноводстве при оценке его фактического состояния (ОФС) будет возможен только при наличии технологий, средств и специалистов в области технической диагностики оборудования МЖФ, т.е. организация ТС машин на основе ОФС потребует применения различных методов ресурсной диагностики для определения факти-

ческого состояния машины и установления объёма работ по ТО и ремонту с использованием целого спектра специального цифрового диагностического оборудования.

Несмотря на отмеченную перспективность системы ОФС, по результатам многолетних научных исследований и практического опыта установлено, что для машин и оборудования животноводства наиболее эффективной является планово-предупредительная система организации ТС. В рамках данной системы разработаны и совершенствуются с учётом современных реалий технологии обслуживания и ремонта, учитывающие специфику работы средств механизации в условиях животноводческих ферм. Данная система позволяет более эффективно использовать возможности ремонтно-обслуживающей базы предприятий АПК при наличии квалифицированных сотрудников.

Большинство машин и оборудования в животноводстве используются круглогодично, так как различную продукцию животноводческой отрасли предприятия АПК производят в режиме непрерывного цикла по заранее разработанным планам и графикам выполнения технологических процессов. Нарушение ритмичности работы системы машин в результате неправильной и несвоевременной отладки и регулировки механизмов машин и оборудования неизбежно приводит к снижению количества и качества продукции [10].

Средства механизации животноводства работают, как правило, в составе машинных комплексов кормоцехов, линий раздачи кормов, доения молочного стада и первичной обработки молока. В результате внезапный отказ хотя бы одной машины в линии может привести к простоя всей технологической цепочки и к применению ручного труда с одновременной переналадкой путём установки резервного оборудования при его наличии. Всё это приводит к увеличению затрат труда и денежных средств.

Опыт применения на фермах современного автоматизированного и роботизированного оборудования показывает, что это приводит к росту эксплуатационных затрат на ТС данной сложной техники для обеспечения её надёжности и интенсификации производства продукции животноводства. Все эти особенности эксплуатации новых машин в животноводстве, как отмечалось ранее, ведут к необходимости со-

вершенствования системы их технического сервиса.

С учётом отмеченных выше особенностей эксплуатации оборудования животноводства планово-предупредительная система ТС в животноводстве направлена на обеспечение высоких показателей надежности машин, сокращения потерь продукции, улучшения её качества за счёт совершенствования технологии и организации технического обслуживания и ремонта.

Система опирается на свои особые виды ТО и ремонта, в состав которых входят различные технологичные операции. Все виды ремонтно-обслуживающих воздействий имеют установленную заводом-производителем периодичность и трудоемкость выполнения, особенности планирования ремонтно-обслуживающих воздействий, затрат труда и материальных средств. Кроме того, организация ТС средств механизации животноводства предполагает свою структуру сервисных служб, оснащение ремонтно-обслуживающей базы [10].

В соответствии с госстандартами (ГОСТ 18322-78, ГОСТ 24466-80) для оборудования животноводства предусмотрен следующий состав системы ТС: периодический техосмотр; ежедневное, ежесменное обслуживание (ЕТО); периодические ТО-1 и, для отдельных видов машин, ТО-2; технологическое и техническое обслуживание в процессе длительного хранения; текущий и капитальный ремонты (ТР, КР).

Операции ЕТО выполняют слесари и другие работники ферм, а более сложные виды периодических ТО – соответствующие сервисные службы специализированных предприятий ТС и самих предприятий АПК.

ЕТО содержит операции очистки и мойки оборудования, проверки уровня масла в агрегатах, проверки затяжки резьбовых соединений и креплений, смазки различных деталей и узлов пластическими видами смазки, устраняются при наличии течи топлива, смазки, воды, прочих технологических жидкостей. В процессе ЕТО выполняется проверка рабочих органов машин, промываются составные части доильных аппаратов и установок.

В перечень обязательных технологических операций плановых ТО-1 входят операции ЕТО, а также более сложные операции по диагностике с целью установления технического состояния машин и оборудования, затем, при необхо-

димости, выполняются работы по текущему ремонту с целью устранения неисправностей, выявленных в ходе ТО-1.

Трудоёмкое и сложное ТО-2, как и ТО-1, выполняется с учётом периодичности, рекомендованной заводом-производителем, и включает в себя все операции ТО-1. Кроме того, в операции ТО-2 входят полномасштабная очистка и мойка оборудования. Устанавливается необходимый объём ремонта с целью замены изношенных узлов и деталей, после чего в соответствии с картой смазки выполняются операции смазки узлов и сочленений машин, а также работы по антикоррозионной защите.

При подготовке к хранению оборудования животноводческих ферм выполняются технологическое обслуживание при постановке на хранение, ТО в процессе хранения и технологическое обслуживание при снятии с хранения. Эти виды обслуживания включают при подготовке к хранению очистку и мойку, окраску, работы по консервации подверженных коррозии и старению частей машин; в процессе хранения – контроль состояния антикоррозионных покрытий и регламентные операции ТО; при снятии с хранения – операции по расконсервации и настройке перед дальнейшим использованием. Постановка оборудования МЖФ на хранение с использованием рекомендованных видов обслуживания выполняется, как и для других сельскохозяйственных машин, с целью обеспечения защиты от агрессивных воздействий окружающей среды.

Технические осмотры животноводческого оборудования проводятся с периодичностью до двух раз в год в зависимости от интенсивности и условий эксплуатации машин, исходя из требований нормативно-конструкторской документации. Техосмотр включает операции по контролю технического состояния оборудования с установлением остаточного ресурса их сборочных единиц с применением диагностических средств в соответствии с методологией ресурсной диагностики.

Требования к ремонту машин животноводства предусматривают выполнение различных технологических операций, которые по общему содержанию соответствуют рекомендациям по ремонту сельскохозяйственной техники и оборудования предприятий АПК. Ремонтные работы проводятся в соответствии с нормированными межремонтными наработками, а их объём

ёмы и содержание определяются по результатам осмотра и диагностики [10].

Регламентные работы по ТР проводятся для восстановления работоспособного состояния тех узлов и агрегатов машин, которые в результате износа нуждаются в этом, а также с целью профилактики и предупреждения появления случайных отказов.

Плановые КР оборудования животноводства содержат технологические операции по полному восстановлению работоспособного состояния машин с применением технологий ремонта и восстановления всех составных частей.

Содержание ТО современной доильной установки рассмотрим на примере мобильной доильной установки (MMU) Bosio компании DeLaval [11]. Выписка из руководства по ТОиР:

«...Каждый день – чистка фильтра пульсатора AP22. Вакуумный блок – один раз в неделю. Смазочное устройство – 2000 часов или ежегодно (что наступит раньше). Подвесная часть MC11: перед каждым доением проверяйте сосковую резину и трубы пульсации на отсутствие трещин и проколов. Проверяйте воздухопровод, чтобы убедиться, что он не засорен и что внутри коллектора отсутствует грязь. Один раз в неделю: открутите и снимите прозрачный корпус, закрывающий подвесную часть сверху; проверьте наличие остатков молока на внутренних стенках прозрачной и непрозрачной части корпуса и на клапане сброса вакуума; если необходимо, промойте эти детали вручную; проверьте все прокладки на предмет наличия повреждений и замените их в случае необходимости. Доение 2500 коров или каждые 6 месяцев (что наступит раньше). Заменяйте сосковую резину. Каждые 4000 часов: вызов специалиста технической службы "DeLaval" следует проводить каждые 4000 часов. Каждые 2 года: в случае повреждения мембраны замените её или заменяйте мембрану каждые два года. Вакуумная установка. Перед доением с помощью вакуумметра проверьте уровень вакуума. Один раз в месяц: отметьте положение верхней части регулятора (убедитесь в правильности уровня вакуума). Один раз в год: проверяйте уплотнения вакуумной установки...».

При эксплуатации доильной установки типа Кравта УДМ М предусмотрено выполнять следующие виды технического обслуживания [12]: периодическое техническое обслуживание, вы-

полняемое: один раз в неделю, трудоемкостью 0,6 чел-ч (ТО-1); один раз в месяц, трудоемкостью 1,2 чел-ч (ТО-2); два раза в год, трудоемкостью 4,4 чел-ч (ТО-3).

Таким образом, приняты три основные формы организации технического сервиса оборудования МЖФ, характерные для всех типов машин АПК.

1. Обслуживание и ремонт оборудования животноводства с использованием базы ТС самих предприятий АПК. В данном случае сельхозпроизводители отказываются либо полностью, либо от большей части услуг по ТС своего животноводческого оборудования, которые оказывают различные специализированные предприятия. Все работы по ТО и ремонту машин в животноводстве выполняют работники ферм, которым при необходимости помогают специалисты ремонтно-обслуживающей базы предприятия АПК.

2. Выполнение основных ответственных работ по ТС машин и оборудования животноводства силами специализированных ремонтно-обслуживающих предприятий. В этом случае специалисты сторонней сервисной организации выполняют, прежде всего, работы по наиболее ответственным видам ТО и ремонта по договору с сельхозпроизводителем: ТО-1, ТО-2, регламентные и мелкосрочные работы по текущему ремонту, а также осуществляют сложный, полнокомплектный ремонт оборудования животноводческих ферм и комплексов. ЕТО и менее ответственные виды ремонтных работ проводят сами работники сельхозпредприятия. Одной из положительных сторон такой формы организации ТС является то, что сервисные предприятия опираются на поставки запасных частей и материалов производителями и могут обслуживать поставленное сельхозпроизводителем оборудование МЖФ различными поставщиками.

3. Технический сервис оборудования МЖФ специалистами дилерской сети заводов-производителей данного типа машин достаточно распространен в РФ и имеет дальнейшую перспективу развития. Дилерские предприятия осуществляют поставку оборудования и комплектующих к нему непосредственно по договору с заводом-производителем и осуществляют сервисное обслуживание, согласно политики производителя. Это важное преимущество дилерских предприятий основывается на том, что

фирма-изготовитель машин животноводства сама при посредстве дилера принимает участие в организации ТС своей продукции и осуществляет контроль за его качеством [13].

Однако проблемы совершенствования организации и технологии технического сервиса оборудования животноводческих ферм в настоящее время становятся более актуальными потому, что, как отмечалось ранее, предприятия АПК во всё большем объёме применяют в сфере животноводства высокоавтоматизированную и роботизированную технику, которая более эффективно решает задачи интенсификации различных технологических процессов.

Разработка и внедрение российскими специалистами современных технологий и новейших средств механизации в животноводство должны предполагать создание по настоящему функциональной структуры ТС, имеющей современное материально-техническое оснащение и специалистов в области применения цифровых технологий. Успешное решение этих задач будет способствовать реализации на практике инновационных разработок, влиять на снижение производственных издержек [14]. К примеру, коллектив сотрудников ГОСНИТИ разработал и предложил к использованию сервисными службами передвижные установки, приборы и приспособления для технического обслуживания и ремонта оборудования животноводства.

Материально-техническая база ТС оборудования МЖФ может включать: сервисные службы предприятий АПК, которые используют, прежде всего, оборудование, выпускаемое российскими производителями; мобильные сервисные центры по обслуживанию машин и оборудования; дилерские центры по ТС оборудования российского производства и производства зарубежных производителей; районные предприятия ТС оборудования животноводческих ферм, имеющие обменный фонд запасных частей и агрегатов, а также инженерно-технические службы; предприятия регионального значения с участками, оборудованием и специалистами по ремонту и восстановлению наиболее ответственных изношенных деталей машин и оборудования животноводческих ферм и комплексов [14].

Выводы

1. Механизация современных животноводческих ферм (МЖФ) должна опираться на разработку, производство и внедрение в этой отрасли АПК современных, высокотехнологичных машин, а также на реконструкцию и модернизацию материально-технической базы ТС этой техники и оборудования.

2. Новые разрабатываемые технологии ТС средств механизации животноводства требуют изменения подходов к выбору и составу контролируемых показателей их надёжности.

3. Модернизация ТС в сфере МЖФ требует от ИТР сервисных предприятий и предприятий АПК не только своевременного и качественного проведения всех установленных в документации операций ТОиР машин и оборудования, но и наличия у работников новых «цифровых» компетенций.

Библиографический список

1. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года / В.И. Фисинин [и др.]. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 80 с. – Текст: непосредственный.
2. Брусенков, А. В. Техническое диагностирование машин и оборудования в животноводстве / А. В. Брусенков, В. П. Капустин. – Текст: непосредственный // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2017. – № 2 (26). – С. 211-214.
3. Татаринцев, Н. Ю. Тенденции развития технического сервиса в животноводческой отрасли / Н. Ю. Татаринцев, А. В. Брусенков. – Текст: непосредственный // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования: материалы XIII Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию кафедры надежности и ремонта машин ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ / Новосиб. гос. аграр. ун-т. инженер. ин-т. – Новосибирск, 2021. – С. 79-82.
4. Чепурина, Е. Л. Совершенствование системы технического сервиса машин и оборудования в молочном животноводстве: 05.20.03: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Чепурина

Екатерина Леонидовна; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева. – Москва, 2021. – 43 с. – Текст: непосредственный.

5. Брусенков, А. В. Анализ состояния технического обеспечения животноводческих ферм и комплексов / А. В. Брусенков, В. П. Капустин. – Текст: непосредственный // Наука в Центральной России. – 2017. – № 3 (27). – С. 5-10.

6. Кушнарев, Л. И. Методика обоснования параметров модернизации ремонтно-технической базы предприятий, эксплуатирующих сельхозтехнику / Л. И. Кушнарев. – Текст: непосредственный // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 7. – С. 49-51.

7. Чепурина, Е. Л. Обеспечение исправности машин и оборудования животноводства / Е. Л. Чепурина. – Текст: непосредственный // Наука без границ. – 2017. – № 10 (15). – С. 19-25.

8. Amirova E.F., Petrova L.I., Ziuzya E.V., et al. Import substitution as an economic incentive mechanism for Russian commodity producers (2019). *International Journal of Civil Engineering and Technology*. Vol. 10. No. 2. Pp. 926-931.

9. Эдер А. В. Анализ развития отрасли животноводства в условиях цифровой экономики / А. В. Эдер. – Текст: непосредственный // Бизнес. Образование. Право. – 2023. – № 4 (65). – С. 109-116.

10. Ковалёв, Л. И. Анализ систем технического обслуживания и ремонта в животноводстве / Л. И. Ковалев. – Текст: непосредственный // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. – 2015. – № 4 (40). – С. 29-37.

11. Инструкция по эксплуатации. Мобильная доильная установка (MMU) Bosio компании De Laval. – URL: primfermer.com. – Текст: электронный.

12. КРАВТА УДМ М. Инструкция по эксплуатации. – URL: https://agrotehimport.ru/catalog/modulnaya_doilnaya_ustanovka_s_molokoprovodom/kravta_udm_m_instrukciya/?ysclid=mb4k272rmn990577709. – Текст: электронный.

13. Рекомендации по техническому сервису доильного оборудования / подгот.: С.К. Карпович [и др.]; под общей редакцией С. К. Карповича; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск: БГАТУ, 2015. – 124 с. – Текст: непосредственный.

14. Соловьев, С. А. Стратегия развития системы технического сервиса машин в животноводстве / С. А. Соловьев. – Текст: непосредственный // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2015. – № 2 (18). – С. 102-104.

References

1. Strategiiia mashinno-tehnologicheskoi modernizatsii selskogo khoziaistva Rossii na period do 2020 goda / V.I. Fisinin i dr. – Moskva: FGNU «Rosinformagrotekh», 2009. – 80 s.

2. Brusenkov A.V. Tekhnicheskoe diagnostirovanie mashin i oborudovaniia v zhivotnovodstve / A.V. Brusenkov, V.P. Kapustin. – Nauka v Tsentralnoi Rossii. – 2017. – No. 2 (26). – S. 211-214.

3. Tatarintsev N.Iu, Brusenkov A.V. Tendentsii razvitiia tekhnicheskogo servisa v zhivotnovodcheskoi otrasli / N.Iu. Tatarintsev, A.V. Brusenkov / Sostoianie i innovatsii tekhnicheskogo servisa mashin i oborudovaniia: materialy XIII mezhdunarodnoi nauchno-tekhnikheskoi konferentsii, posviashchennoi 70-letiiu kafedry nadezhnosti i remonta mashin FGBOU VO Novosibirskogo GAU / Novosib. gos. agrar. un-t. Inzhener. in-t. – Novosibirsk, 2021. – S. 79-82.

4. Chepurina E.L. Sovershenstvovanie sistemy tekhnicheskogo servisa mashin i oborudovaniia v molochnom zhivotnovodstve: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni doktora tekhnicheskikh nauk / Rossiiskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet – MSKhA imeni K.A. Timiriazeva. – Moskva, 2021. – S. 43.

5. Brusenkov A.V., Kapustin V.P. Analiz sostoiianiia tekhnicheskogo obespecheniia zhivotnovodcheskikh ferm i kompleksov / A.V. Brusenkov, V.P. Kapustin // Nauka v Tsentralnoi Rossii. – 2017. – No. 3 (27). – S. 5-10.

6. Kushnarev L.I. Metodika obosnovaniia parametrov modernizatsii remontno-tekhnikheskoi bazy predpriatii, ekspluatiruiushchikh selkhoz-tekhniku / L.I. Kushnarev // Traktory i selkhoz-mashiny. – 2015. – No. 7. – S. 49-51.

7. Chepurina E.L. Obespechenie ispravnosti mashin i oborudovaniia zhivotnovodstva // Nauka bez granits. – 2017. – No. 10 (15). – S. 19-25.

8. Amirova E.F., Petrova L.I., Ziuzya E.V., et al. Import substitution as an economic incentive mechanism for Russian commodity producers (2019). *International Journal of Civil Engineering and Technology*. Vol. 10. No. 2. Pp. 926-931.

9. Eder A.V. Analiz razvitiia otrasli zhivotnovodstva v usloviakh tsifrovoi ekonomiki / A.V. Eder // *Biznes. Obrazovanie. Pravo.* – 2023. – No. 4 (65). – S. 109-116.

10. Kovalev L.I. Analiz sistem tekhnicheskogo obsluzhivaniia i remonta v zhivotnovodstve / L.I. Kovalev // *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences.* – 2015. – No. 4 (40). – S. 29-37.

11. Instruksiia po ekspluatatsii. Mobilnaia doilnaia ustanovka (MMU) Bosio kompanii DeLaval.

12. KRAVTA UDM M. Instruksiia po ekspluatatsii.

13. Rekomendatsii po tekhnicheskomu servisu doilnogo oborudovaniia / Ministerstvo selskogo khoziaistva i prodovolstviia Respubliki Belarus, RUP «NPTs NAN Belarusi po mekhanizatsii selskogo khoziaistva»; podgot.: S.K. Karpovich [i dr.]; pod obshch.red. S.K. Karpovicha. – Minsk: BGATU, 2015. – 124 s.

14. Solovev S.A. Strategiiia razvitiia sistemy tekhnicheskogo servisa mashin v zhivotnovodstve / S.A. Solovev // *Vestnik VNIIMZh.* – 2015. – No. 2 (18). – S. 102-104.



УДК 631.171:681.3

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-248-6-89-96

С.П. Псюкало, Н.Н. Грачева,
Н.Б. Руденко, С.С. Псюкало
S.P. Psyukalo, N.N. Gracheva,
N.B. Rudenko, S.S. Psyukalo

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВАРИАЦИОННОГО РЯДА ДАННЫХ ПО ЛИНЕЙНОМУ ИЗНОСУ ДЕТАЛЕЙ ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

DEVELOPMENT AND USE OF SPECIALIZED SOFTWARE FOR DETERMINATION OF PARAMETERS OF VARIATION SERIES OF DATA ON LINEAR WEAR OF SPLINE JOINT PARTS

Ключевые слова: износное состояние, шлицевое соединение, компьютерная программа, статистический ряд, алгоритм обработки данных.

Для типовых сопрягаемых элементов машин (гладких цилиндрических сопряжений, шлицевых сопряжений, сопряжений с зубчатыми колесами и пр.), находящихся в эксплуатации, может быть выбран параметр, значение которого характеризует техническое состояние элемента и для контроля которого имеются обоснованный метод и средства измерения. Таким параметром часто является износ деталей (линейный или весовой). Изложены результаты исследования технического состояния деталей типового шлицевого соединения по параметру ширины его канавки и установлены параметры его распределения в статистически значимой выборке. Для упрощения и автоматизации мониторинга технического состояния была разработана программа (на языке Python), позволяющая по массиву входных данных по износу шлицев валиков масляного насоса тракторов типа «Кировец» (K-700A, K-701) по толщине составлять статистический ряд и прогнозировать наиболее вероятное значение указанного параметра. Износ деталей шлицевого соединения происходит ввиду наличия погрешностей изготовления элементов и сборки самого шлицевого сопряжения, погрешностей

профиля по расположению его элементов в пространстве, а также в результате неравномерного воздействия на шлицы динамических знакопеременных нагрузок. Для быстрого и качественного осуществления диагностики деталей, решения задач прогнозирования технического состояния элементов машины, определения оптимальных контрольных наработок, допустимых значений параметра износа, расчета расхода запасных частей и пр. необходимо знать наиболее вероятные значения указанных параметров, при этом наиболее целесообразно использование методов компьютерного моделирования.

Keywords: wear state, spline joint, software application, statistical series, data processing algorithm.

For typical mating elements of machines (smooth cylindrical mating, spline mating, mating with gear wheels, etc.) which are in operation, a parameter may be selected which value characterizes the technical condition of the element, and for its control there are reasonable method and means of measurement. Such parameter is often the wear of parts (linear or weight wear). This paper discusses the results of studying the technical condition of the parts of a typical spline joint regarding the parameter of the width of its groove and set the parameters of its distribu-