

УДК 631.171

UDC 631.171

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

05.20.01 - Agricultural mechanization technologies and tools (technical sciences)

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ РАЗРУШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ХРАНЕНИИ**

**PREVENTION OF AGRICULTURAL EQUIPMENT DAMAGE WHEN STORING**

Терентьев Вячеслав Викторович  
кандидат технических наук  
SPIN-код: 5987-4868  
E-mail: vvt62ryazan@yandex.ru

Terentyev Vyacheslav Viktorovich  
Candidate of Technical Sciences  
RSCI SPIN-code: 5987-4868  
E-mail: vvt62ryazan@yandex.ru

Андреев Константин Петрович  
кандидат технических наук  
SPIN-код: 1287-9070  
E-mail: kosta066@yandex.ru

Andreev Konstantin Petrovich  
Candidate of Technical Sciences  
RSCI SPIN-code: 1287-9070  
E-mail: kosta066@yandex.ru

Аникин Николай Викторович  
кандидат технических наук  
SPIN-код: 3288-4202  
E-mail: anikin81@yandex.ru

Anikin Nikolay Viktorovich  
Candidate of Technical Sciences  
RSCI SPIN-code: 3288-4202  
E-mail: anikin81@yandex.ru

Шемякин Александр Владимирович  
доктор технических наук  
SPIN-код: 4403-7671  
E-mail: shem.alex62@yandex.ru

Shemyakin Alexander Vladimirovich  
Doctor of Technical Sciences  
RSCI SPIN-code: 4403-7671  
E-mail: shem.alex62@yandex.ru

Шпак Артем Андреевич  
аспирант  
SPIN-код:  
E-mail: kosta066@yandex.ru  
*ФГБОУ ВО РГАТУ им П.А. Костычева, Рязань, Россия*

Shpak Artem Andreevich  
graduate student  
RSCI SPIN-code  
E-mail: kosta066@yandex.ru  
*Kostychev State Agrotechnological University, Rязan, Russia*

Терентьев Алексей Сергеевич  
кандидат технических наук  
SPIN-код: 4407-4557  
E-mail: [asterentev.78@mail.ru](mailto:asterentev.78@mail.ru)  
*ФКОУ ВО «Академия ФСИН России», г. Рязань, Россия*

Terentyev Alexey Sergeevich  
Candidate of Technical Sciences  
RSCI SPIN-code: 4407-4557  
E-mail: [asterentev.78@mail.ru](mailto:asterentev.78@mail.ru)  
*FSEI HE Academy of the Federal Penitentiary Service of Russia, Rязan, Russia*

Потери металла конструктивных элементов сельскохозяйственных машин из-за коррозионного разрушения являются одним из факторов, оказывающих негативное влияние на прочностные характеристики техники в процессе эксплуатации. Причинами возникновения очагов коррозии на металлических поверхностях машин и оборудования являются не только конструктивные недостатки, но и отсутствие надлежащего технического обслуживания в период эксплуатации, а также при подготовке техники к длительному хранению. Немаловажную роль в протекании коррозионного процесса играют условия хранения машин в межсезонный период. При хранении машин на открытых площадках дополнительно негативное воздействие на технику оказывают агрессивные факторы окружающей

The metal loss of structural elements of agricultural machinery due to corrosion destruction is one of the factors that have some negative impact on strength characteristics of equipment during operation. The causes of corrosion foci on metal surfaces of machinery and equipment are not only design drawbacks, but the lack of proper maintenance during operation, as well as when preparing equipment for long-term storage. An important role in the course of the corrosion process is played by the storage conditions of machines in the off-season. When storing machines in open areas, aggressive environmental factors negatively affect the equipment. The purpose of the study is to improve the efficiency of anticorrosive protection of agricultural machinery. The article provides an overview of modern methods of preventing corrosion destruction of structural

среды. Цель исследования – повышение эффективности противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники. В статье представлен обзор современных способов предотвращения коррозионного разрушения конструктивных элементов машин. Проведенный аналитический анализ показал, что рассматриваемые способы защиты от коррозии имеют ряд преимуществ, но и не лишены недостатков. Для предупреждения развития очагов коррозионного разрушения предлагается использовать экспериментальную защитную смазку, состоящую из отработанного моторного масла, фосфатидного концентрата и порошка цинка. Экспериментальная часть исследования заключалась в сравнительном анализе защитных свойств разработанной смазки с аналогами, используемыми в сельском хозяйстве. Как показали исследования суммарные потери металла при защите смазкой за весь период эксперимента составили 0,0096 г/дм<sup>2</sup>, что значительно ниже, чем аналогичный показатель самого эффективного из сравниваемых противокоррозионных материалов. Применение экспериментальной многокомпонентной защитной смазки позволит обеспечить высокую степень защиты металлических поверхностей сельскохозяйственной техники при хранении в условиях открытой атмосферы, что создаст предпосылки для повышения эксплуатационной надежности машин

Ключевые слова: ХРАНЕНИЕ, ЗАЩИТА, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА, РАЗРУШЕНИЕ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

elements of machines. The performed analytical analysis showed that the considered methods of corrosion protection have a number of advantages, but they are not without disadvantages either. To prevent the development of foci of corrosion damage, it is proposed to use an experimental protective lubricant consisting of used engine oil, phosphatide concentrate and zinc powder. The experimental part of the study consisted in a comparative analysis of protective properties of the developed lubricant with analogs used in agriculture. As studies have shown, the total loss of metal when protection with a lubricant over the entire period of the experiment was 0.0096 g/dm<sup>2</sup>, that is significantly lower than the same indicator of the most effective of the compared anti-corrosion materials. The use of an experimental multicomponent protective lubricant will provide a high degree of protection for metal surfaces of agricultural machinery during storage in an open air, which will create prerequisites for increasing the reliability of machines

Keywords: STORAGE, PROTECTION, AGRICULTURAL MACHINERY, DESTRUCTION, EFFICIENCY

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-168-001>

## **Введение.**

Процесс поддержания сельскохозяйственных машин в технически исправном состоянии в течение всего срока эксплуатации, в том числе и в процессе хранения, является сложной инженерной задачей, успешное решение которой позволяет обеспечить длительный срок эффективного использования техники. Как показывает практика в течение всего периода эксплуатации в конструкции машины происходят разрушающие процессы различного характера. Причины возникновения этих процессов могут быть обусловлены изменениями геометрии кузова машин и других конструктивных элементов, разрушением резьбовых и сварных

соединений деталей, воздействием атмосферной коррозии на металлические поверхности машин. Характерной особенностью эксплуатации технологических машин сельскохозяйственного назначения является цикличность их применения, когда в течение непродолжительного периода происходит их использование с высокой степенью нагрузки, а в остальное время они хранятся в закрытых помещениях или на специально оборудованных площадках. Закрытый способ хранения сельскохозяйственной техники более эффективен, чем открытый, но он предполагает высокие материальные затраты [1] на строительство гаражей и ангаров, а также эксплуатационные издержки по поддержанию их в надлежащем состоянии. По этой причине производители сельскохозяйственной продукции вынуждены использовать для межсезонного хранения техники открытые площадки с твердым покрытием, но в этом случае необходимо дополнительно проводить комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на предупреждение негативного воздействия окружающей среды на конструктивные элементы машин. Следовательно, существует необходимость в разработке современной технологии противокоррозионной защиты сельскохозяйственных машин в межсезонный период.

### **Обзор существующих решений.**

В работе [1] авторы предлагают для хранения техники использовать весь объем закрытого помещения. С этой целью оборудование предлагается размещать на трех уровнях. На первом нижнем уровне целесообразно расположить силовое оборудование. Второй уровень включает малогабаритную сельскохозяйственную технику - культиваторы, сеялки, машины для защиты растений. Данный образует с помощью Г-образных платформ, управляемых четырехзвенными механизмами, прикрепленными к фасадной стене и осуществляющими подъем

сельскохозяйственных машин, закрепленных на платформах. На третьем уровне с помощью кронштейнов подвешиваются контейнеры с запасными частями для машин. Данное решение применимо для хранения технологических машин и оборудования небольших размеров и массы, в то время как размещение в гараже, например, зерноуборочного комбайна, не позволит установить над ним дополнительных уровней.

Как уже отмечалось выше в большинстве случаев машины сельскохозяйственного назначения, как в прочем и в других сферах производственной деятельности, хранятся на открытых площадках где подвергаются разрушительному воздействию атмосферных факторов [2]. В процессе такого хранения на поверхностях машин нередко образуется тонкая пленка влаги, вызванная перепадами температур в течение дня или атмосферными осадками. Наличие влаги на металлических элементах конструкции машин приводит к возникновению очагов коррозионного разрушения особенно в тех местах где лакокрасочное покрытие имеет дефекты. Также активно процессы атмосферной коррозии протекают в различных видах соединений металлических деталей машин (резьбовых, сварных и т.д.), т.к. капли воды легко проникают между сопрягаемыми элементами машин, а их удаление или высыхание занимает более продолжительное время, чем на открытых поверхностях.

Коррозионное разрушение металла при открытом способе хранения техники авторы [3] предлагают предупреждать путем использования консервационных материалов на масляной основе, которые показали высокую эффективность по защите металлических поверхностей. Ингибиторы коррозии, рассматриваемые в работе [4] также обеспечивают надежную защиту от атмосферной коррозии. Летучий ингибитор коррозии Ифхан-114 эффективно подавляет локальную коррозию углеродистой стали в атмосферных условиях при высоком уровне содержания вредных веществ в атмосфере [5]. Возможность использования ингибиторов

коррозии для защиты черных и цветных металлов рассматриваются также в работах [6, 7].

Для нанесения консервационных покрытий на обрабатываемую поверхность сельскохозяйственной техники используется как ручной способ, так и нанесения противокоррозионного материала механизированным способом с помощью специального оборудования [8]. В настоящее время промышленностью выпускается широкий спектр такого оборудования, отличающегося в основном функциональным оснащением. В работе [9] авторы рассматривают конструкцию установки для приготовления и нанесения защитного материала на обрабатываемую поверхность, которая включает систему косвенного нагрева смазочного материала индукционным нагревателем через теплоноситель. Применение данной установки позволит снизить удельные энергозатраты при приготовлении защитных композиционных материалов.

Анализ литературных источников показал, что для снижения коррозионных потерь металлических элементов конструкции машин различного назначения при хранении широко используются консервационные материалы. Однако такой способ защиты требует проведения работ по расконсервации машин, т.к. в противном случае химические компоненты защитных составов при смывании дождевой водой попадают в почву и загрязняют окружающую среду. Следовательно, возрастают и материальные затраты на проведение антикоррозионных мероприятий.

В нашей работе предлагается рассмотреть возможность применения экспериментальной защитной смазки, предназначенной для предупреждения коррозионного разрушения технологического оборудования.

### **Объекты и методы.**

Характерной особенностью эксплуатации техники, занятой в сельскохозяйственном производстве, является непродолжительное повторяющееся и интенсивное ее применение с предстоящим длительным хранением [10]. Все время длительного хранения машина фактически находится под воздействием преобладающих для данной местности метеорологических условий (солнечная радиация, температура и влажность воздуха, ветер, осадки) [11]. Воздействие таких условий существенно снижает эксплуатационные характеристики конструкционных материалов.

Окружающая атмосфера является постоянно действующим носителем агрессивных коррозионных реагентов. В общем случае она включает в себя атмосферный воздух, состоящий из атомов кислорода, водорода, углекислого и инертных газов, паров воды, а также аэрозоли морских солей, промышленные газы и твердые частицы (пыль). Почти все компоненты атмосферы оказывают свое влияние на протекание коррозионных процессов. Газовый состав воздуха у поверхности земли сравнительно постоянен. Содержание в нем влаги и различных примесей может изменяться в широких пределах. Не все примеси в атмосфере одинаково коррозионно-агрессивны, но они могут усиливать действия друг друга. Наибольшее влияние на протекание процессов коррозии оказывают вода и кислород.

В сухом воздухе химическая коррозия возникает вследствие окисления металлов кислородом и этот процесс протекает медленно. Увеличение относительной влажности приводит к возникновению атмосферной (электрохимической) коррозии. Ее развитие начинается при относительной влажности более 60 %, так как только в этом случае при резких колебаниях температуры воздуха происходит выпадение росы на поверхность детали (образование электролита).

На протекание атмосферной коррозии существенное влияние оказывает кислород. Его концентрация в электролите и условия диффузии становятся важнейшими факторами, определяющими скорость атмосферной коррозии. Кроме того, надо иметь в виду, что на участках металла, к которым затруднен доступ кислорода, наблюдается разрушение в первую очередь. Именно поэтому коррозия возникает под грязью, на участках плохо выполненных сварных швов и т.д.

Интенсивность коррозии возрастает, если поверхность детали покрыта пылью. Твердые частицы пыли, оседая на металлических поверхностях, способствуют образованию пленки влаги, вследствие чего скорость протекания коррозионного процесса увеличивается.

Скорость атмосферной коррозии также зависит от температуры. При низкой температуре коррозия практически прекращается, а с повышением температуры возрастает на 1-3 % на каждый градус. В процессе хранения машин кроме воздействия на черные металлы атмосфера оказывает также неблагоприятное влияние на неметаллические материалы. В наибольшей степени изменяют свои свойства резиновые изделия. Старение резины происходит в результате окисления. Скорость старения резинотехнических изделий в значительной степени зависят от воздействия температуры и солнечной радиации [12].

Основным видом разрушения металлических деталей является электрохимическая коррозия. Для ее протекания необходимы электролит, который может образоваться на поверхности деталей в виде мельчайших капелек атмосферной влаги, а также анодные и катодные участки. Анодные и катодные участки на поверхности детали возникают не только за счет соприкосновения разных материалов, но и неодинаковой степени обработки поверхностей одной и той же детали, различного допуска кислорода к поверхностям. Другими словами микрогальванические пары возникают практически везде, где на металле имеются капельки воды.

Как показывает практика эксплуатации сельскохозяйственных машин причинами отказов в работе и различных неисправностей не всегда являются конструктивные недостатки или высокие нагрузки. Нередко этому способствуют и такие, на первый взгляд незначительные факторы, как низкое качество подготовки машин к хранению и, как следствие, резкое возрастание негативного воздействия климата и его составляющих. Климат характеризуется солнечной радиацией, температурой и влажностью воздуха, ветром, осадками. Каждый из этих факторов климата оценивается годовым и суточным ходом показателей в отдельном или комплексном виде, а также вероятностью повторения тех или иных случаев погоды за определенный период. Наиболее опасными факторами климата, воздействующими на надежность, деталей и узлов объектов машин, являются солнечная радиация, осадки и выпадение росы. Если хранение в закрытом помещении, под навесом или защитным чехлом полностью или частично могут защитить машину от воздействия на нее солнечной радиации или осадков, то от выпадения росы на поверхности машины такие способы укрытия защитить не смогут.

В лаборатории Рязанского государственного агротехнологического университета разработан и запатентован состав экспериментальной защитной смазки, позволяющей повысить эффективность противокоррозионной защиты соединений металлических элементов конструкции [15]. Смазка представляет собой многокомпонентный состав, включающий отработанное моторное масло (88 % состава), эмульгатор (10 %) и наполнитель (2 %), в качестве эмульгатора применяется фосфатидный концентрат, в качестве наполнителя - порошок цинка [13]. В экспериментальной части статьи представлены результаты натурального исследования защитных свойств рассматриваемой смазки в сравнении с известными противокоррозионными составами.

### **Экспериментальная часть.**

Экспериментальная оценка защитных свойств разработанного композиционного состава осуществлялась непосредственно на сельскохозяйственной технике, используемой в ряде агропромышленных предприятий Рязанской области. Сущность экспериментального исследования заключалась в сравнительной оценке защитных свойств различных по компонентному составу противокоррозионных материалов. Для проведения эксперимента в условиях открытого хранения машин их металлические конструктивные элементы одновременно обрабатывались следующими защитными составами [14]:

- отработанным моторным маслом (состав № 1);
- маслом консервационным НГ-204 (состав № 2);
- отработанным моторным маслом, с добавлением омыленного таллового пека, серной кислоты и воды (состав № 3);
- отработанным моторным маслом, с добавлением омыленного таллового пека, щавелевой кислоты и воды (состав № 4);
- отработанным моторным маслом, с добавлением фосфатидного концентрата и порошка цинка (экспериментальная - состав № 5).

В целях проведения сравнительных испытаний противокоррозионных свойств представленных выше составов, обработанные ими контрольные металлические образцы, выдерживались в реальных условиях негативного воздействия агрессивных факторов окружающей среды (солнечная радиация, осадки и т.д.) в период с сентября по май с последующей количественной оценкой потерь металла. Выбор именно этого временного промежутка объясняется тем, что техника при производстве растениеводческой продукции в подавляющем большинстве случаев используется кратковременно и именно на осенне-весенний период машины находятся на хранении. В ходе проведения исследования на металлические поверхности машин и оборудования наносились

противокоррозионные составы и рядом с машинами устанавливались обработанные этими материалами контрольные образцы стыковых соединений, выполненные из пластин, изготовленных из стали Ст3. Периодичность снятия контрольных образцов составляла один раз в квартал осенью, зимой и весной соответственно. После снятия образцов выполнялась оценка потерь металла и результаты фиксировались в журнале. Определение потерь металлов на контрольных образцах за 1, 2 и 3 периоды проводилось согласно следующей методики. Для определения потерь металла в первом (осеннем) квартале 1 декабря была снята первая контрольная партия образцов. Данные образцы механическим способом очищались от коррозии и по разнице в весе образцов до начала эксперимента и после первого этапа исследований были определены потери металла по каждому из исследуемых вариантов защиты. 1 марта (после завершения зимнего этапа эксперимента) мы сняли вторую контрольную партию образцов и определили потери металла по каждому из исследуемых вариантов защиты. С той целью были механически очищены от следов коррозии контрольные образцы и по разнице в весе образцов до начала эксперимента и после второго этапа исследований были определены потери металла образцов. Для определения потерь металла за второй период из полученного результата вычли коррозионные потери за первый период. В начале июня по аналогичной методике были получены потери металла контрольных образцов за весенний период хранения, а чтобы оценить потери за данный период из полученного результата вычли суммарные потери металла за первый и второй периоды. Суммировав потери металла за 3 квартала мы смогли определить такой показатель как средний коррозионный износ за весь период хранения. Полученные экспериментальные данные представлены в таблице [14].

Эксперимент показал, что наименьшие потери металла по всем защитным составам произошли в осенний период хранения. Коррозионные

потери составили от 0,005 до 0,346 г/дм<sup>2</sup>. Эти потери связаны с низкой способностью защитных составов проникать в узкие щели, которые образуются в соединениях конструктивных элементов машин. В результате этого под слоем нанесенного консерванта возникают пустоты, в которых скапливается влага и, как следствие, создаются благоприятные условия возникновения очагов коррозии.

Таблица 1 – Потери металла, вызванные коррозионными процессами, при проведении эксперимента

Защитный состав	Коррозионные потери, г/дм <sup>2</sup>			Средние коррозионные потери, г/дм <sup>2</sup>
	1 квартал (осень)	2 квартал (зима)	3 квартал (весна)	
Состав № 1	0,346	0,891	0,649	0,6286
Состав № 2	0,101	0,324	0,216	0,2136
Состав № 3	0,027	0,034	0,48	0,0363
Состав № 4	0,006	0,012	0,019	0,0123
Состав № 5	0,005	0,01	0,014	0,0096

В зимний период (декабрь-февраль) зафиксировано ускоренное развитие коррозионного процесса у всех контрольных образцов. Потери металла возросли в среднем в 2-2,5 раза и составили от 0,01 до 0,891 г/дм<sup>2</sup> за 3 месяца. Активному развитию коррозии способствует резкие изменениями атмосферных условий в данный период. Температурные перепады в течение короткого времени могут составлять до 10-15<sup>0</sup>С, а влажность воздуха достигать 90-100 % в период оттепели или выпадения мокрого снега. все эти негативные факторы приводят к разрушению целостности защитного слоя покрытия и проникновению влаги на обработанную металлическую поверхность.

В весенний период (март-май) зафиксированы максимальные потери металла по всем контрольным группам, которые составили до 0,014-0,649 г/дм<sup>2</sup>. В этот период визуально отмечалось значительное разрушение

защитного покрытия на всех образцах, что способствовало проникновению большого количества влаги к защищаемым металлическим поверхностям.

### ***Выводы.***

Обеспечение высокой степени сохранности сельскохозяйственных машин в межсезонный период позволяет повысить эксплуатационную надежность техники и создает предпосылки для повышения наработки на отказ. К сожалению, экономические трудности, с которыми сталкиваются производители сельскохозяйственной продукции не позволяют им в полной мере обеспечить весь комплекс надлежащих мероприятий по созданию оптимальных условий хранения машин. В большинстве хозяйств значительная часть техники хранится на открытых площадках, что способствует негативному воздействию разрушающих факторов окружающей среды и развитию коррозионных процессов на металлических элементах конструкции. Одним из путей предупреждения преждевременного выхода машин из строя является снижение коррозионного разрушения за счет применения современных многокомпонентных составов.

Представленные в работе экспериментальные исследования эффективности противокоррозионной защиты металлических поверхностей различными консервационными материалами позволяют сделать вывод о том, что в начальный период хранения практически все исследуемые составы обеспечивают высокую степень защиты, но минимальные потери металла достигаются при обработке экспериментальной смазкой. В дальнейшем зафиксировано значительное снижение эффективности защиты у всех без исключения контрольных групп. В весенний период также отмечены высокие коррозионные потери у образцов, обработанных по стандартной технологии, а у образцов, покрытых экспериментальной смазкой наблюдалось снижение данного показателя.

Сравнение суммарных потерь металла при использовании различных противокоррозионных составов за весь период эксперимента позволяет сделать вывод о том, что при применении экспериментальной смазки потери на 28% ниже, чем у других защитных композиций, и составили  $0,0096 \text{ г/дм}^2$  за 9 месяцев.

Основываясь на результатах эксперимента можно констатировать, что применение разработанной защитной смазки позволит обеспечить высокую степень защиты металлических поверхностей сельскохозяйственной техники при хранении в условиях открытой атмосферы.

### Список литературы

1. Development of constructive-technological scheme of parking for agricultural machinery / N. Skuryatin, A. Novitsky, A. Zhiltsov, E. Soloviev // Engineering for Rural Development 18. Ser. "18th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings. 2019. N369. pp. 239-246. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N369
2. Защитная эффективность водорастворимых ингибиторов коррозии / С.М. Гайдар, Р.К. Назимов, М.И. Голубев, И.Г. Голубев // Вестник Мордовского университета. 2018. Т. 28. № 3. С. 429–444. DOI: 10.15507/0236-2910.028.201803.429-444
3. Oil-based presentive materials for protection of Copper against corrosion in atmospheres containing  $\text{SO}_2$  / V.I. Vigdorovich, N.V. Shel, L.E. Tsygankova, P.N. Bernatsky // International Journal of Corrosion and Scale Inhibition 2015. Vol. 4 No 3. pp. 210-220 DOI: 10.17675/2305-6894-2015-4-3-210-220
4. Peculiarities of protective efficiency of nitrogen containing inhibitors of steel corrosion / L.E. Tsygankova, V.I. Vigdorovich, N.V. Shel, E.V. Dubinskaya // International Journal of Corrosion and Scale Inhibition. 2013. Vol 2. No 4. pp. 304-310 DOI: 10.17675/2305-6894-2013-2-4-304-310
5. Suppression of local corrosion of steel, brass and copper with IFKhAN-114 volatile inhibitor / V.I. Vigdorovich, L.E. Tsygankova, L.G. Knyazeva, A.V. Dorokhov, A.N. Dorokhova, M.V. Vigdorowitsch // International Journal of Corrosion and Scale Inhibition. 2019. Vol 8. No 1. pp. 42-49 DOI: 10.17675/2305-6894-2019-8-1-4
6. Kumar, H. Study of vapour phase corrosion inhibitors for mild steel under different atmospheric conditions / H. Kumar, V. Saini, V. Yadav // International Journal of Engineering and Innovative Technology. 2013. Vol 3. No 3. pp. 206–211.
7. Новые ингибиторы коррозии для защиты сельскохозяйственной техники / И.А. Успенский, И.В. Фадеев, Л.Ш. Пестряева, Ш.В. Садетдинов, А.С. Казарин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование – 2020 – № 3 (59) – С. 365-376.
8. Быков, В.В. Защита лесохозяйственных машин от коррозии консервационными составами на основе отходов производства с учетом параметров окружающей среды /

В.В. Быков, М.И. Голубев // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2019. – № 4. – С. 30-33. DOI: 10.31044/1684-2561-2019-0-30-33

9. Устройство для приготовления защитных составов при консервации сельскохозяйственной техники / Е.Б. Миронов, Е.А. Лисунов, А.Е. Крупин, Е.М. Тарукин // Вестник Мордовского университета. 2016. Т. 26. № 4. С. 490–498 DOI: 10.15507/0236-2910.026.201604.490-498

10. Андреев, К.П. Подготовка сельскохозяйственной техники к хранению / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 9. – С. 36-39 DOI: 10.31044/1684-2561-2018-0-9-36-39

11. Комаров, В.А. Исследование процесса постановки на хранение комбайновой и самоходной техники в региональном агропромышленном комплексе / В.А. Комаров, Е.А.Нуянзин, М.И. Курашкин // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 5. – С. 32-36. DOI: 10.33267/2072-9642-2019-5-32-36

12. Повышение сохранности резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев // Сельский механизатор – 2018. – № 2. – С. 36-38.

13. Патент № 2534985 Российская Федерация, МПК С10М 173/00. Защитная смазка для стыковых и сварных соединений деталей сельскохозяйственных машин: № 2534985; заявл. 08.10.2013; опубл. 10.12.2014 бюл. № 34 / Латышёнок М.Б., Шемякин А.В., Терентьев В.В., Подъяблонский А.В. - 6 с.

14. Шемякин, А.В. Повышение эффективности противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственных машин консервационными материалами / А.В. Шемякин, М.Б. Латышенок, В.В. Терентьев [и др.]. // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2016. – № 2. – С. 87–91.

## References

1. Development of constructive-technological scheme of parking for agricultural machinery / N. Skuryatin, A. Novitsky, A. Zhiltsov, E. Soloviev // Engineering for Rural Development 18. Ser. "18th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings. 2019. N369. pp. 239-246. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N369

2. Zashhitnaja jeffektivnost' vodorastvorimyh ingibitorov korrozii / S.M. Gajdar, R.K. Nazimov, M.I. Golubev, I.G. Golubev // Vestnik Mordovskogo universiteta. 2018. Т. 28. № 3. S. 429–444. DOI: 10.15507/0236-2910.028.201803.429-444

3. Oil-based presentive materials for protection of Copper against corrosion in atmospheres containing SO<sub>2</sub> / V.I. Vigdorovich, N.V. Shel, L.E. Tsygankova, P.N. Bernatsky // International Journal of Corrosion and Scale Inhibition 2015. Vol. 4 No 3. pp. 210-220 DOI: 10.17675/2305-6894-2015-4-3-210-220

4. Peculiarities of protective efficiency of nitrogen containing inhibitors of steel corrosion / L.E. Tsygankova, V.I. Vigdorovich, N.V. Shel, E.V. Dubinskaya // International Journal of Corrosion and Scale Inhibition. 2013. Vol 2. No 4. pp. 304-310 DOI: 10.17675/2305-6894-2013-2-4-304-310

5. Suppression of local corrosion of steel, brass and copper with IFKhAN-114 volatile inhibitor / V.I. Vigdorovich, L.E. Tsygankova, L.G. Knyazeva, A.V. Dorokhov, A.N. Dorokhova, M.V. Vigdorowitsch // International Journal of Corrosion and Scale Inhibition. 2019. Vol 8. No 1. pp. 42-49 DOI: 10.17675/2305-6894-2019-8-1-4

6. Kumar, H. Study of vapour phase corrosion inhibitors for mild steel under different atmospheric conditions / H. Kumar, V. Saini, V. Yadav // International Journal of Engineering and Innovative Technology. 2013. Vol 3. No 3. pp. 206–211.

7. Novye ingibitory korrozii dlja zashhity sel'skhozajstvennoj tehniky / I.A. Uspenskij, I.V. Fadeev, L.Sh. Pestrjaeva, Sh.V. Sadetdinov, A.S. Kazarin // Izvestija Nizhnevolzhskogo

agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie – 2020 – № 3 (59) – S. 365-376.

8. Bykov, V.V. Zashhita lesohozhajstvennyh mashin ot korrozii konservacionnymi sostavami na osnove othodov proizvodstva s uchetom parametrov okruzhajushhej sredy / V.V. Bykov, M.I. Golubev // Remont. Vosstanovlenie. Modernizacija. – 2019. – № 4. – S. 30-33. DOI: 10.31044/1684-2561-2019-0-30-33

9. Ustrojstvo dlja prigotovlenija zashhitnyh sostavov pri konservacii sel'skohozhajstvennoj tehniki / E.B. Mironov, E.A. Lisunov, A.E. Krupin, E.M. Tarukin // Vestnik Mordovskogo universiteta. 2016. T. 26. № 4. S. 490–498 DOI: 10.15507/0236-2910.026.201604.490-498

10. Andreev, K.P. Podgotovka sel'skohozhajstvennoj tehniki k hraneniju / K.P. Andreev, V.V. Terent'ev, A.V. Shemjakin // Remont. Vosstanovlenie. Modernizacija. – 2018. – № 9. – S. 36-39 DOI: 10.31044/1684-2561-2018-0-9-36-39

11. Komarov, V.A. Issledovanie processa postanovki na hranenie kombajnovoj i samohodnoj tehniki v regional'nom agropromyshlennom komplekse / V.A. Komarov, E.A. Nujanin, M.I. Kurashkin // Tehnika i oborudovanie dlja sela. – 2019. – № 5. – S. 32-36. DOI: 10.33267/2072-9642-2019-5-32-36

12. Povyshenie sohrannosti rezinotekhnicheskikh izdelij sel'skohozhajstvennoj tehniki / T.V. Mel'kumova, V.V. Terent'ev, A.V. Shemjakin, K.P. Andreev // Sel'skij mehanizator – 2018. – № 2. – S. 36-38.

13. Patent № 2534985 Rossijskaja Federacija, MPK S10M 173/00. Zashhitnaja smazka dlja stykovyh i svarnyh soedinenij detalej sel'skohozhajstvennyh mashin: № 2534985; zajavl. 08.10.2013; opubl. 10.12.2014 bjul. № 34 / Latyshjonok M.B., Shemjakin A.V., Terent'ev V.V., Pod#jablonskij A.V. - 6 s.

14. Shemjakin, A.V. Povyshenie jeffektivnosti protivokorrozionnoj zashhity stykovyh i svarnyh soedinenij sel'skohozhajstvennyh mashin konservacionnymi materialami / A.V. Shemjakin, M.B. Latyshenok, V.V. Terent'ev [i dr.]. // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. – 2016. – № 2. – S. 87–91.