

практической конференции, Пенза, 27 июля 2024 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024. – С. 95-99. – EDN ZEVSYN.

5. Маркина, Д. С. Использование мхов в ландшафтном дизайне / Д. С. Маркина // Современные научные исследования и инновации. – 2024. – № 10(162). – EDN AXNFTS.

6. Немировская, Т. М. Использование мха в ландшафтной архитектуре / Т. М. Немировская, О. В. Корякина // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2022. – № 29. – С. 53-57. – EDN VNTIИИ.

7. Чернолуцкая, М. В. Использование мха в ландшафтном дизайне / М. В. Чернолуцкая // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 8. – С. 130-132. – EDN SEJRIN.

УДК 631.33.024

ЭПИТАКСИАЛЬНЫЕ БИОПОЛЕМЕРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Ломанова Евгения Петровна, студент 2 курса технологического колледжа ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, lomanova8b@mail.ru

Научный руководитель: Андреев Владимир Николаевич, преподаватель технологического колледжа ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, v.andreev@rgau-msha.ru

***Аннотация:** В статье рассмотрена проблема коррозии металлических деталей сельскохозяйственной техники и предложен инновационный метод их защиты с помощью эпитаксиальных биополимерных покрытий. Исследованы преимущества данного подхода, заключающиеся в формировании монокристаллического слоя на поверхности металла, обеспечивающего высочайшую адгезию и барьерные свойства. Проанализированы потенциальные биополимеры для применения в агропромышленном комплексе, такие как хитозан и альгинат, и механизмы их взаимодействия с металлической*

подложкой. Показано, что использование таких покрытий позволяет значительно повысить коррозионную и механическую стойкость рабочих органов, что ведет к увеличению межремонтных периодов и снижению эксплуатационных затрат.

Ключевые слова: *эпитаксия, биополимеры, защитные покрытия, коррозионная стойкость, сельскохозяйственная техника, адгезия.*

Условия эксплуатации в АПК предъявляют повышенные критерии к эксплуатационной стабильности и износостойкости стальных компонентов и механизмов. Агропромышленный комплекс, как ни одна другая отрасль, характеризуется совокупностью экстремально агрессивных сред, в которых приходится функционировать технике и оборудованию. Постоянный контакт с почвой, которая сама по себе является сложнейшим многокомпонентным абразивом, усугубляется воздействием почвенных растворов, содержащих целый спектр химически активных веществ - от природных солей и кислот до высококонцентрированных минеральных удобрений и пестицидов. Это создает уникальный по своей разрушительной силе симбиоз химической и электрохимической коррозии с интенсивным механическим износом. Рабочие органы почвообрабатывающих машин, такие как лемеха плугов, диски борон и культиваторов, испытывают колоссальные нагрузки на срез и истирание, буквально «пропуская» через себя тонны абразивной почвы за каждый рабочий цикл. Аналогичным испытаниям подвергаются детали посевных комплексов, высевальные аппараты и сошники, которые должны обеспечивать точность посева даже в условиях повышенного абразивного износа. Не менее сурова эксплуатация элементов зерноуборочных комбайнов, где к воздействию почвы добавляется трение о растительные массы, содержащие кремниевые соединения, обладающие исключительной твердостью. Системы орошения, включающие в себя трубопроводы, клапаны и распылители, постоянно находятся под

воздействием влаги, часто с растворенными в ней химикатами, что провоцирует интенсивную коррозию, ведущую к протечкам и выходу из строя дорогостоящего оборудования. Таким образом, стальные компоненты и механизмы неизменно находятся под комплексным воздействием почвенной влаги, химически активных удобрений, абразивных частиц и значительных динамических нагрузок. Это комплексное, синергетическое воздействие провоцирует ускоренное развитие как поверхностной, так и межкристаллитной коррозии, питтингового разрушения и механической деградации материалов, что в конечном итоге приводит к сокращению срока службы, частым простоям на ремонт и существенному росту эксплуатационных расходов. Эффективным и перспективным подходом к нивелированию данных негативных факторов представляется применение инновационных методов защиты, в числе которых – использование эпитаксиальных биополимерных покрытий, способных создать принципиально новый уровень защиты поверхности [2].

Суть эпитаксии заключается в направленном наращивании одного кристаллического материала на поверхности другого (основы), при котором формируемый пласт точно воспроизводит атомную решетку субстрата. Это фундаментальное физическое явление, известное в материаловедении и полупроводниковой промышленности, находит новое, революционное применение в области защиты металлов. В отличие от традиционных покрытий, которые просто механически или за счет слабых физико-химических связей «сидят» на поверхности, эпитаксиальный слой буквально «вырастает» из нее, наследуя ее кристаллографическую ориентацию. В контексте защиты металлов это открывает возможность создания не просто изолирующего, а структурно-интегрированного с базовым материалом слоя, который становится его неотъемлемой частью. Такой подход кардинально меняет саму философию защиты: это не «пластырь» на ране, а «регенерация» и «усиление» поверхности на атомарном уровне. Ключевым достоинством подобных покрытий для агросферы является синергетический эффект, выражающийся в одновременном росте адгезионной прочности, механических характеристик и сопротивления

коррозии. Адгезия в данном случае достигает значений, сопоставимых с прочностью самого основного материала, поскольку граница раздела «основа-покрытие» фактически исчезает, уступая место единой кристаллической структуре. Это решает одну из главных проблем традиционных методов. В отличие от классических лакокрасочных и полимерных материалов, склонных к отслоению, скалыванию и образованию пузырей под воздействием перепадов температур и механических напряжений, эпитаксиальный пласт формирует с металлом единую монолитную систему, что кардинально повышает рабочий ресурс компонентов, позволяя им выдерживать многократные циклы ударных и абразивных нагрузок без потери защитных свойств [1].

Для обработки деталей сельхозоборудования сложной геометрии наиболее адекватной методикой считается гетероэпитаксия. Этот подвид эпитаксиального роста, при котором наращиваемый материал отличается от материала подложки, является наиболее гибким и технологичным для промышленного применения. Его принципиальное преимущество - способность к формированию высокоупорядоченных кристаллических структур даже на поверхностях со сложным рельефом, включая внутренние полости, острые кромки и зоны с переменной толщиной сечения. Это достигается за счет прецизионного контроля параметров процесса нанесения - температуры, давления, химического состава реакционной среды. В результате создается консолидированный, однородный по толщине и свойствам слой с исключительной силой сцепления по всей площади контакта, независимо от геометрических нюансов детали. Это свойство является определяющим для таких интенсивно нагруженных узлов, как дисковые сошники или плужные лемеха, подверженных значительному абразивному износу. Именно на режущих кромках и рабочих поверхностях этих деталей традиционные покрытия изнашиваются в первую очередь, открывая путь для коррозии и дальнейшего разрушения. Гетероэпитаксиальный же биополимерный слой, будучи структурно единым с основой, изнашивается равномерно и предсказуемо, сохраняя защитные свойства даже при частичном

истирании, так как обнажается не «голый» металл, а нижележащие слои того же композитного материала, продолжающие выполнять барьерную функцию.

С целью интенсификации защитных характеристик в биополимерную основу интегрируются функциональные добавки, которые позволяют целенаправленно модифицировать свойства покрытия под конкретные эксплуатационные задачи. Создается, по сути, композиционный материал на молекулярном уровне, где биополимерная матрица обеспечивает эпитаксиальный рост и адгезию, а диспергированные в ней добавки придают покрытию специализированные свойства. Комплекс таких добавок можно структурировать следующим образом: Наноразмерные частицы оксидных и карбидных соединений - для придания материалу повышенной твердости и стойкости к истиранию. Введение, например, наночастиц карбида кремния (SiC) или оксида алюминия (Al_2O_3) создает в теле полимера армирующий каркас, который многократно увеличивает его сопротивление абразивному воздействию почвенных частиц. Эти наночастицы, равномерно распределенные в эпитаксиальном слое, работают как микроскопические щиты, принимая на себя основную нагрузку при трении, тем самым защищая и полимерную матрицу. Это позволяет в разы увеличить стойкость деталей, работающих в прямом контакте с грунтом [3].

Металлические пигменты - для реализации принципа катодной защиты, что становится особенно востребованным для стальных конструкций элеваторов и тепличных комплексов, находящихся в условиях постоянной влажности. Частицы более электроотрицательных металлов (например, цинка) в составе покрытия работают как протекторный анод, целенаправленно корродируя и «перетягивая» на себя разрушительные электрохимические процессы, тем самым сохраняя стальную основу. В отличие от традиционного цинкования, которое может повреждаться механически, в эпитаксиальном композите эти частицы распределены по всему объему слоя, что обеспечивает долговременную и самовосстанавливающуюся защиту даже при локальных повреждениях поверхности покрытия.

Технологический цикл нанесения данного покрытия отличается оперативностью и может быть реализован в условиях типовой ремонтной базы предприятия, что является одним из ключевых факторов его потенциального широкого внедрения. Процесс не требует сложного вакуумного или высокотемпературного оборудования, характерного для классических эпитаксиальных методов в микроэлектронике, и адаптирован для использования в сельскохозяйственных условиях. Цикл включает в себя следующие последовательные этапы, каждый из которых критически важен для достижения конечного результата:

1. Предварительная очистка и обезжиривание поверхности. Это фундаментальный этап, от качества выполнения которого зависит успех всего процесса. Поверхность металла должна быть очищена не только от масел, грязи и технологических смазок, но и от окисных пленок. Используются методы пескоструйной обработки, химического травления или ультразвуковой очистки в специальных растворах для достижения идеально чистой и химически активной поверхности, готовой к эпитаксиальному росту;

2. Нанесение адгезионного грунта, модифицированного ингибиторами коррозии (для пассивации поверхностей с признаками окисления). Грунтовочный слой служит промежуточным звеном, которое инициирует и катализирует процесс эпитаксиального роста. Он содержит активные центры, упорядочивающие осаждение биополимера в соответствии с кристаллической решеткой металла. Ингибиторы коррозии в его составе обеспечивают пассивацию поверхности, предотвращая ее окисление в промежутке между очисткой и нанесением основного покрытия, что особенно актуально для ремонта уже бывших в эксплуатации деталей;

3. Аппликация состава методами напыления или погружения. На этом этапе на подготовленную поверхность наносится основной состав, содержащий биополимерный прекурсор, функциональные добавки и инициаторы полимеризации. Метод напыления (пневматического или безвоздушного) эффективен для крупногабаритных деталей сложной формы, тогда метод

погружения (окунация) обеспечивает идеально равномерное покрытие на небольших деталях и в труднодоступных местах;

4. Термическая обработка при температурах 60-80°C для завершения процессов полимеризации и формирования прочных межатомных связей. Это финальная стадия, в ходе которой происходит собственно эпитаксиальный рост и структурирование покрытия. При данной, относительно низкой температуре, активируются инициаторы полимеризации, биополимерные цепи сшиваются в единую сетку, а функциональные добавки фиксируются в ее узлах. Одновременно с этим происходит направленная ориентация растущего полимерного слоя на атомарной решетке металла, что и приводит к формированию того самого монолитного, структурно-интегрированного покрытия с уникальными свойствами.

Внедрение эпитаксиальных биополимерных покрытий создает новые перспективы для увеличения межремонтного периода дорогостоящей агротехники и металлоизделий. В условиях растущей конкуренции и необходимости оптимизации издержек агропромышленные предприятия остро нуждаются в решениях, позволяющих повысить надежность и долговечность своего парка техники. Исключительная адгезия, устойчивость к коррозии и механическим воздействиям, наряду с технологичностью нанесения, обуславливают высокий потенциал данной разработки для агропромышленного сектора. Такие покрытия позволяют не только защитить новые детали, но и эффективно регенерировать бывшие в употреблении, восстанавливая их геометрию и придавая им новые, улучшенные эксплуатационные свойства. Использование подобных инноваций способствует минимизации расходов на техническое обслуживание, сокращению простоев в критически важные периоды посевной и уборочной кампаний, и, как следствие, повышению общей надежности производственных операций и рентабельности агробизнеса в долгосрочной перспективе [4].

Библиографический список

1. Современная кристаллография / Б. К. Вайнштейн. — Москва: Наука, 1979. - Т. 3: Образование кристаллов. - 424 с.
2. Наноструктурные покрытия / В. Н. Бабаев, В. С. Комлев, Е. П. Пчелинцев. - Москва: Физматлит, 2011. - 228 с.
3. Хитозан и его производные: фундаментальные и прикладные аспекты / В. П. Варламов, С. В. Немцев, Е. И. Куницына. - Пушкино: ПНЦ РАН, 2013. - 475 с.
4. Тихонов, Н.А. Химия и технология биополимеров / Н.А. Тихонов. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 268 с.

УДК 528.44

ИЗМЕНЕНИЕ ВИДА РАЗРЕШЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ – ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИЯМИ

Москалева Анастасия Олеговна, студентка 3 курса, Технологического колледжа РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, moskalevaanastasia70@gmail.com

Научный руководитель: Климахина Мрина Владимировна, преподаватель Технологического колледжа РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева

Аннотация. Изменение правового режима землепользования подразумевает выявление и классификацию заранее определенных территорий в соответствии с нуждами и требованиями конкретных законов.

Ключевые слова: изменение вида использования, земельные участки, градостроительство, земельные отношения, разрешенное использование.