

МАШИНОСТРОЕНИЕ

МРНТИ 55.22, 53.01.97, 81.33

*Д.А. Абзалова¹, Д.С. Мырзалиев¹, Х.А. Абшенов¹,
О.Б. Сейдуллаева¹, К.Е. Ергали¹, Ж.С. Бахрам¹*

¹Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
г. Шымкент, Казахстан

РОЛЬ МОДИФИКАТОРА РЖАВЧИНЫ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ГИДРОЛИЗНОЙ И МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТЕХНИКИ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения надежности и долговечности техники, оборудования и металлоконструкций промышленности. В настоящее время большое значение имеют разработки, направленные на увеличение срока службы действующих объектов: промышленной и производственной техники, строительных металлоконструкций, трубопроводов, технологического оборудования и прочих. Одним из таких направлений является разработка модификатора ржавчины на основе промышленных отходов регионов Казахстана. Проведение научно-исследовательских работ в направлении расширения ассортимента является актуальной, практической задачей. Лигниновый модификатор ржавчины может быть использован для подготовки поверхности изделий, техники и металлоконструкций под окраску с целью преобразования продуктов коррозии до химически-стойких водонерастворимых соединений, прочно связанных с поверхностью металла.

Ключевые слова: агрессивная среда, защитные свойства, ржавчина, модификатор ржавчины, покрытия.

...

Түйіндеме. Мақалада техникалардың, жабдықтардың сенімділігі мен ұзақ уақытқа жарамдылығы және металл өнеркәсібі туралы мәселелер қарастырылған. Қазіргі уақытта жұмыс істеп тұрған объектілердің: өнеркәсіптік және өндірістік техниканың, құрылыс металл конструкцияларының, құбырлардың, технологиялық жабдықтардың және басқалардың қызмет ету мерзімін ұлғайтуға бағытталған өзіндік маңызы зор. Мұндай бағыттардың бірі – Қазақстан өңірлерінің өнеркәсіптік қалдықтары негізінде тот модификаторын әзірлеу. Ассортиментті кеңейту бағытында ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу өзекті, практикалық міндет болып табылады. Лигнинді модификатор тотығу өнімдерін химиялық-тұрақты су еритін қосылыстарға дейін металл бетіне берік байланысқан коррозия өнімдерін түрлендіру мақсатында бұйымдардың, техниканың және металл конструкцияларының бетін бояуға дайындау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Түйінді сөздер: агрессивті орта, қорғаныс қасиеттері, тот, тот модификаторы, жабынды.

Abstract. The article deals with the problem of increasing the reliability and durability of machinery, equipment and metal structures in the industry. Currently, developments aimed at increasing the service life of existing facilities: industrial and production equipment, construction metal structures, pipelines, process equipment, and others are of great importance. One of these areas is the development of a rust modifier based on industrial waste from the regions of Kazakhstan. Conducting research in the direction of expanding the range is currently important, practical task. Lignin rust modifier can be used to treat the surface of products, equipment and metal structures before painting in order to convert corrosion products to chemically resistant water-insoluble compounds that are firmly adhere to the metal surface.

Keywords: aggressive environment, protective properties, rust, rust modifier, coatings.

Введение. Долговечность изделий, покрытых различными лакокрасочными покрытиями, в большой степени обусловлена коррозионной активностью технологических сред, в которых они находятся. Поэтому, в промышленном производстве очень часто причиной преждевременного выхода машин из строя является коррозия. В последние годы большое внимание стали уделять разработке способов подготовки поверхности под окраску без удаления продуктов коррозии, особенно для ремонтной окраски металлоконструкций, резервуаров и других сооружений. Как правило, подготовка поверхности сводится к нанесению специальных (пропитывающих или стабилизирующих) лакокрасочных материалов - «модификаторов ржавчины». Довольно широкое применение при окраске без удаления окислов получили как в нашей стране, так и за рубежом «модификаторы ржавчины». В основу действия этих составов положено превращение продуктов коррозии в безвредный защитный слой, на который затем наносятся лакокрасочные материалы.

Согласно литературным данным, достигнуты практические успехи при обработке продуктов коррозии различными комплексобразующими соединениями на основе ароматических оксикарбоновых кислот. В качестве «модификаторов ржавчины» исследовались различные экстракты танина, метилendisалициловая кислота, продукты конденсации сланцевых фенолов с формальдегидом и др. Преобразование ржавчины в безвредные нерастворимые соединения может быть осуществлено органическими комплексобразователями. Применение лигнина обусловлено его способностью пассивировать поверхность металла и в значительной степени тормозить развитие процесса коррозии. При взаимодействии лигнин с окислами железа образуются хелатные комплексы, прочно связывающие частицы

ржавчины между собой и с металлом подложки, что обеспечивает временную защиту металла в условиях повышенной влажности в течение нескольких недель. Для обработки ржавых поверхностей используются водные, водноспиртовые с добавками фосфорной кислоты растворы лигнина. Содержание лигнина в таких модификаторах колеблется от 10 до 25%. При применении водных и водноспиртовых растворов хорошие результаты получены при обработке тонких и средних слоев продуктов коррозии. Анализ показал, что коррозионные повреждения деталей и узлов техники являются результатом агрессивного воздействия атмосферы, конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов. Классифицированы основные виды и характерные разрушения лакокрасочных покрытий на поверхностях эксплуатируемой техники и крупногабаритных металлических конструкций. Для повышения уровня надежности и снижения затрат на поддержание этого уровня при эксплуатации и ремонте различной техники перспективным направлением является применение способа окраски машин по корродированной поверхности, в частности, окраска модификаторами ржавчин, преобразующими ржавчину. Их использование позволяет в ряде случаев упростить технологию окрашивания, снизить трудоёмкость, улучшить условия труда, предотвратить загрязнения окружающей среды, повысить долговечность лакокрасочных покрытий, уменьшить расход лакокрасочных материалов.

Методы исследования. Использованы различные методы исследования защитных свойств лигнинового преобразователя ржавчины в соответствии с ГОСТ, а именно [1]:

- определение вязкости по ВЗ-4 по ГОСТ 22524-84Е;
- определение времени высыхания модификатора ржавчины по ГОСТ 8832-90;
- определение адгезии лакокрасочных покрытий по ГОСТ 411-91;
- физико-механические свойства покрытий.

Результаты исследования. Защитные свойства и долговечность комплексных систем лакокрасочных покрытий в значительной степени определяется качеством подготовки поверхности металла перед окрашиванием. Одним из возможных способов такой подготовки является использование модификатора ржавчины. Применение модификатора ржавчины позволяет в 1,5-3,0 раза повысить срок службы лакокрасочных покрытий по сравнению с очисткой ручным способом и окрашиванием непосредственно по ржавой поверхности, на 25-30%

снизить трудоемкость и улучшить санитарно-гигиенические условия работ по подготовке поверхности.

Целесообразность применения модификаторов ржавчины признано во всем мире. Об этом свидетельствуют многочисленные литературные и патентные данные таких стран, как Швейцария, Германия, Великобритания, США, Япония, Болгария и т.д. Согласно современным представлениям, модификаторы ржавчины должны обеспечить стабильность фазового состава ржавчины под лакокрасочным покрытием, стабильность адгезии и когезии слоя ржавчины и обуславливать торможение коррозионного процесса, повышать защитные свойства лакокрасочной системы в целом. Как ранее было отмечено, одним из перспективных видов сырья для разработки преобразователя ржавчины является гидролизный лигнин, являющийся крупнотоннажным отходом гидролизной и масложировой промышленности. Теоретической базой создания модификатора ржавчины на основе гидролизного лигнина является его способность образовывать комплексные соединения с металлами и, в частности, с оксидами железа и его соединениями. Использование гидролизного лигнина в качестве исходного компонента модификатора ржавчины представляет интерес, поскольку многофункциональность макромолекулы гидролизного лигнина и ее трехмерная сетчатая и неупорядочная структура образует внутренние комплексные соли-хелатные соединения. Кроме того, гидролизный лигнин сравнительно дешев и доступен, так как производится из растительных материалов в виде хлопковой шелухи, рисовой и подсолнечной лузги, кукурузных кочерыжек, запасы которых ввиду ежегодной возобновляемости неисчерпаемы [2,5]. Важным свойством модификатора ржавчины, содержащих в своем составе лигнин, является их способность взаимодействовать с окалиной. В состав разработанного лигнинового модификатора ржавчины (ЛМР) входят гидролизный лигнин, ортофосфорная кислота, soapсток, графит, оксалат кадмия и вода.

зольность, %	0,5 - 10,9
кислотность в пересчете на серную кислоту	0,6 - 1,3
редуцирующие вещества, %	0,1 - 9,6
вещества, экстрагируемые спирто-бензольной смесью, %	5,4 - 8,3
полисахариды, %	3,1 - 45,2
метоксиллол, %	18,7
<u>содержание:</u>	
общих гидроксидов	9,5
карбоксильных групп	4,0
собственно лигнин, %	38,9 - 87,5

Приведены свойства лигнина (содержание в пересчете на абсолютно сухое вещество).

Лигнин предварительно высушивают при 80°C до 60% влажности (исходный лигнин имеет влажность 80-85%) в течение 1-1,5 ч. с целью улучшения помола и тщательно измельчают в шаровой мельнице до необходимой дисперсности (0,2 мкм). При этом гидролизный лигнин не претерпевает никаких химических изменений. Соапсток - отстой, который образуется при щелочной рафинации растительных масел. Соапсток – отход масложиркомбината, содержит водный раствор мыл, масло, соединения фосфора, красящие вещества, механические примеси, значительное количество нейтрального жира. Соапсток, полученный при нейтрализации масла концентрированными растворами щелочи (130-200 г/л), содержит 40% омыленного и нейтрального жира, обладает высокой вязкостью и малоподвижен, а при нейтрализации щелочью (30-60 г/л) содержит до 10% мыла и жира, легко подвижен и транспортабелен. Модификаторы ржавчины, содержащие в своем составе ортофосфорную кислоту, могут совмещаться с лакокрасочными материалами кислотного или аминного типа отверждения; при этом преобразованные окислы металла входят в состав покрытия в качестве пигментов. Разработанный лигниновый модификатор ржавчины представляет собой однокомпонентную, маслянистую массу темно-коричневого цвета.

Модификатор ржавчины применяют для обработки поверхностей, покрытых сплошным слоем ржавчины толщиной до 80±120 мкм. Процесс преобразования при нормальной температуре происходит в течение 10-16 ч., при температуре 100-110°C в течение 10-15 мин. По истечении указанного времени на поверхность модифицированной ржавчины можно наносить защитное лакокрасочное покрытие. Модификатор ржавчины не рекомендуется наносить на чистый металл, не имеющий ржавчины, а также на ржавую поверхность с участками окалина или чистого металла, образовавшимися в результате механической зачистки ржавчины. Применение модификатора ржавчины в различных отраслях народного хозяйства упрощает технологию подготовки поверхности металла под окраску, увеличивает срок службы металлоконструкции, сокращает трудозатраты и расход лакокрасочного материала [2-4]. Техническая характеристика свойств разработанного лигнинового модификатора ржавчины в сравнении с известными ПРЛ-сх и их физико-механические свойства приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Технические свойства лигнинового модификатора ржавчины

№	Наименование показателей	Нормы	
		ЛМР	ПРЛ-сх
1	Цвет	маслянистая жидкость темно-коричневого цвета	маслянистая жидкость темно-коричневого цвета
2	Внешний вид	после высыхания пленка должна быть ровной, однородной, от светлого до темно-коричневого цвета	от светлого до темно-коричневого цвета
3	Условная вязкость при (20±0,5)°С по вискозиметру ВЗ-4, с, не менее	12	25
4	Массовая доля нелетучих веществ, %, не менее	18-25	20-25
5	Плотность при (20±2)°С, г/см ³	1,98	-
6	Массовая доля ортофосфорной кислоты, % не более	7-14	8-14
7	Степень перетира, мкм, не более	30	30
8	Время высыхания до степени 3 при (20±2)°С с, не более	50-60	-
9	Преобразующая способность (толщина преобразовавшегося слоя) мкм в пределах	80÷120	80÷100

Таблица 2- Основные физико-механические свойства грунта лигнинового модификатора ржавчины и ПРЛ-сх

N	Показатели	виды грунта			
		ЛМР		ПРЛ-сх	
		очищенная поверхность	ржавая поверхность	очищенная поверхность	ржавая поверхность
1	Количество ржавчины на поверхности образца, г/дм ²	0,05	0,50	0,05	0,50
2	Прочность сцепления, кПа	1280	2360	1400	2150
3	Внутренние напряжения при оптимальной толщине, кПа	1700	1200	1800	1400
4	Время отверждения при 18-20°С, ч.	2,0-3,0	4,5-6,0	2,5-4,0	4,5-12,0
5	Эластичность, %	12-14	≥ 27	14-15	≥ 27
6	Прочность на удар, Н	500	440	500	500

Испытания модификатора ржавчин в лабораторных условиях на химическую стойкость проводилось в соответствии с ГОСТ 3.403-91 методом полного погружения образцов в растворы серной 10 и 20%-й концентрации, в 10-20%-й раствор NaOH, и 3%-й раствор NaCl. Обобщенная оценка состояния покрытий проводилось

в соответствии с ГОСТ 3.407-84. В качестве примера представлены данные по сохранению защитных свойств системы покрытия ХС-068 с лигниновым модификатором ржавчины (ЛМР и ПРЛ-сх) и без них. Из экспериментальных данных видно, что указанная система ЛМР+ ХС-068 сохраняет защитные свойства без изменения в течение 120-200 суток. Результаты испытаний системы: ЛМР+ ХС-068 и ПРЛ-сх + ХС-068 имеют аналогичный характер. Испытания в 20% растворе NaOH показали, что покрытие модификатор ржавчины высокоэффективны. Системы покрытий с лигниновым модификатором ржавчины остаются почти без изменений при испытаниях в течение 300 и более суток. В тоже время на образцах с ХС-068 (без модификатора ржавчины), нанесенными непосредственно по ржавой поверхности, признаки разрушения покрытий отмечены уже после 70-75 суток испытаний. Результаты визуальных наблюдений за состоянием покрытий с модификаторов ржавчины хорошо коррелирует с данными о защитных свойствах комплексных систем покрытий [6,7]. Данные свидетельствуют о том, что наряду с защитными свойствами модификатора ржавчины исследованы и физико-механические свойства покрытий. Эти показатели очень высоки, что указывает на хорошие эксплуатационные качества в условиях случайных ударов. По качественным и эксплуатационным характеристикам модификаторов ржавчины в комплексе с лакокрасочными покрытиями не уступают, а по некоторым показателям превосходят промышленные преобразователи ржавчины, так лигниновый модификатор ржавчины обладает высокой сцепляемостью как с ржавой до 2360 кПа, так и с очищенной поверхностью до 1280 кПа. По физико-механическим свойствам разработанный лигниновый модификатор ржавчины не уступает сравнимым им грунтом, но даже превосходит его практически по многим показателям. Например, время отверждения составляет 2- 6 ч., прочность на удар 440-500 Н.

В соответствии с этим разработанной новый модификатор ржавчины продуктов коррозии может быть использован для подготовки под окраску стальных поверхностей с целью преобразования продуктов коррозии до химически стойких водонерастворимых соединений, прочно связанных с поверхностью металла.

Выводы. С целью расширения ассортимента модификаторов ржавчины и решения вопросов замены их дефицитных составляющих разработан новый модификатор ржавчины на основе продук-

тов и промышленных отходов местных производств. Композиция разработана на основе дешёвых, не дефицитных компонентов, проста по технологии изготовления и нанесения. Исследование химической стойкости, физико-механических свойств покрытий на основе разработанной композиции лигнинового модификатора ржавчины производилось в соответствии с ГОСТ. Физико-механические и защитные свойства лигнинового модификатора ржавчины в комплексе с лакокрасочными материалами не уступают показателям промышленных модификаторов ржавчины и в соответствии с этим разработанный модификатор ржавчины может быть использован для подготовки под окраску стальных поверхностей с целью преобразования продуктов коррозии до химически стойких водонерастворимых соединений, прочно связанных с поверхностью металла. Проведенные испытания показали, что разработанный состав лигнинового модификатора ржавчины обладают положительными свойствами.

Список литературы

- 1 Яковлев А.Д. Хитмическая технология лакокрасочных покрытий. Л.:Химическая промышленность, 2011.-312с.
- 2 Абзалова Д., Мырзалиев Д.С.- Грунтовка-модификатор ржавчины- Инновационный патент N28605, Комитет по правам интеллектуальной собственности министерства юстиции РК, 14.11.2017 г.
- 3 Клинов И.Я. Коррозия химической аппаратуры и коррозионно-стойкие материалы.-М.: Машгиз, 2010. – 512с.
- 4 Красноярский В.В. Коррозия и защита металлов-М.: Металлургия, 2013, 176с
- 5 Абзалова Д.А., Мырзалиев Д.С., Туранов А.А., Ибрагимова З.А., Молдагалиев А.Б., Сейдуллаева О.Б., Баймухан Е.А.- «Исследование защитных свойств покрытий на основе эпоксидно-новолачного блоксополимера ксилитана холодного режима отверждения, применяемых в текстильной промышленности»- научно-технический журнал «Технология текстильной промышленности», Известия высших учебных заведений, Издание Ивановского государственного политехнического университета. – 2019г. №1 (379), – с.289-293
- 6 Abzalova D.A., Myrzaliev D.S., Abshenov Kh.A., Turanov A.A., Almuhanov M.A.- «Polymeric coatings and the prospects for its use for corrosion protection in machine engineering»- Proceedings VI international annual conference «Industrial technologies and

engineering», ISITE-2019, volume I, Shymkent, Kazakhstan, October 24-25, 2019, p.162-166

7 *Абзалова Д.А., Мырзалиев Д.С., Абшенов Х.А., Туранов А.А., М.А.Альмуханов* - Защита металлов от коррозии лигниновыми модификаторами ржавчин/Международный научный журнал «Наука и мир», №11 (75). – 2019г.

Абзалова Д.А. - кандидат технических наук, доцент,
e-mail: dilya0158@mail.ru

Мырзалиев Д.С. - кандидат технических наук, доцент,
e-mail: darkhan-m7@mail.ru

Абшенов Х.А. - кандидат технических наук, доцент,
e-mail: hasen8585@mail.ru

Сейдуллаева О.Б. - магистрант, e-mail: orynkul_s@mail.ru

Ергали Қ.Е. - магистрант, e-mail: kuralaiergali@mail.ru

Бахрам Ж.С. - магистрант