

**СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ РАЗЛИЧНОЙ ТЕХНИКИ
И ОБОРУДОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ОТ КОРРОЗИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ХРАНЕНИИ**

**METHODS OF VARIOUS TEXTILE MACHINERY
AND EQUIPMENT PROTECTION
AGAINST CORROSION DURING OPERATION AND STORAGE**

*Д.А. АБЗАЛОВА, Х.А. АБШЕНОВ, Д.С. МЫРЗАЛИЕВ,
А.Б. МОЛДАГАЛИЕВ, О.Б. СЕЙДУЛЛАЕВА, Т. СЕИЛХАНОВ*

*D.A. ABZALOVA, KH. ABSHENOV, D.S. MYRZALIYEV,
A.B. MOLDAGALIEV, O.B. SEIDULLAYEVA, T. SEILKHANOV*

(Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан)

(South Kazakhstan State University named after M.Auezov, Republic of Kazakhstan)

E-mail: dilya0158@mail.ru

На сегодняшний день проблема защиты металла от коррозии является одной из самых важных. Одной из основных задач в текстильной промышленности является увеличение срока службы деталей машин и оборудования. Коренная организационная и техническая реорганизация народного хозяйства требует интенсификации использования техники и машин текстильного комплекса. Долговечность машины зависит от ресурса ее составных элементов. Повышение качества, надежности, экономичности и производительности машин, снижение их удельной материалоемкости как при производстве, так и при ремонте машин достигается прежде всего применением материалов и современных технологий, позволяющих повысить прочность, износостойкость, коррозионную стойкость деталей и эксплуатационных характеристик машин. Снижение удельной материалоемкости и стоимости изделий возможно путем замены дорогих и дефицитных цветных металлов более легкими и дешевыми полимерными материалами. Полимерные материалы характеризуются высокими технологическими свойствами, коррозионной стойкостью, хорошей сцепляемостью к различным по своей природе материалам, хорошей обрабатываемостью. Поэтому они находят более широкое применение как в различных отраслях промышленности, так и в ремонтном производстве. Для защиты металлоконструкций от коррозии в основном применяются лакокрасочные покрытия. Несмотря на длительный срок применения лакокрасочных покрытий, долговечность их достаточно надежно может быть определена только исходя из длительных натурных испытаний в конкретных условиях эксплуатации. При эксплуатации в агрессивных условиях лакокрасочные покрытия подвергаются попеременному воздействию различных факторов. Целью исследований данной работы является разработка состава и исследование защитных свойств лакокрасочного покрытия на основе эпоксидно-новолачного блоксополимера ксилитана, модифицированного уретановым каучуком марки СКУ-8ТБ_к.

Nowadays, the problem of protecting metal from corrosion is one of the most important one. One of the main tasks in the textile industry is to increase the service life of machine and equipment parts. The fundamental organizational and

technical reorganization of the national economy requires an intensification of the textile equipment and machines use. The longevity of a machine depends on the resource of its component elements. Improving the quality, reliability, economy and productivity of machines, reducing their specific material capacity, both in the production and repair of machines, is achieved, first of all, by using materials and modern technologies that increase the strength, wear resistance, corrosion parts resistance and machines operational characteristics. Reducing the specific material capacity and cost of products is possible by replacing expensive and scarce non-ferrous metals with lighter and cheaper polymer materials. Polymer materials are characterized by high technological properties, corrosion resistance, good adhesion to materials of different nature, good workability. Therefore, they are more widely used both in various industries and in their repair production. To protect steel structures from corrosion, paint coatings are mainly used. Despite the long-term application of paint coatings, their durability can be reliably determined only based on long-term field tests in specific operating conditions. During operation under aggressive conditions, paint coatings are subjected to alternating effects of various factors. The purpose of the research of this work is to develop the composition and study the protective properties of the paint coating based on the xylitane epoxy-novolac block copolymer, modified with urethane rubber of the SKU-8TBk brand.

Ключевые слова: покрытия, лаки, смола, агрессивная среда, композиция, свойства, отверждение.

Keywords: covering, varnishes, pitch, hostile environment, composition, properties, solidification.

Борьба с коррозией – одна из важнейших проблем в стране, так как острота этой проблемы возрастает, поскольку темп роста коррозионных потерь значительно превышает темпы роста производства металлов. Защита металлов лакокрасочными покрытиями – наиболее старый и один из самых распространенных способов борьбы с коррозией. Основными достоинствами лакокрасочных покрытий являются: сравнительная дешевизна; относительная простота нанесения; легкость восстановления разрушенного покрытия; сочетаемость с другими способами защиты и др. При соответствующем подборе материалов и способа нанесения эти покрытия обеспечивают достаточно надежную защиту металлоконструкций и оборудования производств от коррозии в атмосфере и ряде коррозионных сред. Соблюдение технологического процесса окраски различной техники и оборудования играет существенную роль в повышении долговечности лакокрасочных покрытий. Правильная последовательность нанесения покрытий в

технологическом процессе производства и ремонта машин достигается окраской деталей перед сборкой [1]. Типовой технологией ремонта машин и оборудования рекомендуется производить окраску только после сборки, обкатки и испытания агрегатов и машин в целом. Огромным резервом повышения производительности труда и снижения затрат являются механизация и автоматизация процессов нанесения антикоррозионных покрытий. Широко распространенными средствами защиты деталей и узлов машин от коррозии, как показали исследования, являются герметики и защитные лакокрасочные покрытия. По теоретическим представлениям эффективное стабилизирующее действие лакокрасочного материала может быть достигнуто при соблюдении следующих требований: в составе лакокрасочного материала должны находиться активные пигменты, обеспечивающие быстрое образование эффективных комплексов ингибиторов и высокое защитное действие в самой начальной стадии, а также пигменты и органические ве-

щества, способствующие образованию нерастворимых соединений типа магнетита; лакокрасочный материал должен обладать высокой химической и атмосферостойкостью, не разрушаться до завершения реакций стабилизации продуктов коррозии металла. Долговечность лакокрасочных покрытий оборудования текстильной промышленности в настоящее время определяется визуальными наблюдениями за поведением их в естественных условиях эксплуатации в различных климатических зонах и в аппаратах искусственного старения [2], [3]. Накопление фактического материала, его систематизация и обобщение позволили установить основные типы разрушений, определяющие срок службы покрытий в тех или иных условиях их эксплуатации: потеря блеска, меление, отслаивание, растрескивание, грязеудержание, образование пузырей, потеря цвета, коррозия металла. Все виды разрушения полимерных и лакокрасочных покрытий по физико-химическим процессам, лежащим в их основе, методам исследования можно разделить на три группы: изменение блеска, изменение цвета, меление; коррозия металла; растрескивание, отслаивание, образование пузырей [4], [5]. Долговечность изделий, покрытых различными лакокрасочными покрытиями, в большой степени обусловлена коррозионной активностью технологических сред, в которых они находятся. Поэтому в производстве очень часто причиной преждевременного выхода оборудования и машин из строя является коррозия. В настоящее время разработаны ряд способов защиты машин и оборудования от действия различных химически активных сред эмалями, стеклом, полимерами, резиной и т.д. Однако многие из суще-

ствующих методов защиты обладают существенными недостатками: сложной технологией нанесения покрытия, неэффективностью покрытия во многих средах, высокой стоимостью покрытия и др.

В нашу задачу входила разработка покрытия на основе эпоксидно-новолачного блоксополимера ксилитана (ЭНБС_к), модифицированного уретановыми каучуками марки СКУ-8ТБ_к, который обладает высокими защитными и физико-механическими свойствами. Исходным продуктом для получения СКУ-8ТБ_к является полиэтиленбутиленадипинат на основе ксилитана (ПЭБА_к). Изучение реакционной способности полиэфира (ПЭБА_к) показало, что активность его при взаимодействии с диизоцианатом значительно выше, чем у полиэтиленпропиленадипинатов. Определение активности полиэфиров проводилось при соотношении компонентов, равном 1:2, при интенсивном перемешивании и температуре 80°С. Как показывают приведенные данные, наименее реакционно способным полиэфиром является полипропиленадипинат ксилитана из-за наличия вторичных гидроксильных групп и наиболее – полибутиленадипинат ксилитана [6]. В связи с выбором оптимального состава полиэтиленбутиленадипинат ксилитана были получены полиуретаны на основе полиэфиров с различным содержанием бутиленовых звеньев. Синтез полимеров осуществлялся одностадийным способом в присутствии катализатора при 70°С. Полученные каучуки вулканизировали органической перекисью. Результаты приведены в табл. 1 (физико-механические свойства СКУ-8ТБ_к на основе полибутиленадипинат ксилитана с различным содержанием бутиленовых звеньев).

Т а б л и ц а 1

Показатели	Расчетное содержание 1,4-бутандиола, % (масс.)							
	17	27	32	38	40	45	50	53
Напряжение при удлинении, МПа								
100%	1,5	1,8	3,8	3,5	3,2	4,3	4,3	4,3
300%	10,0	9,0	13,0	15,5	15,0	15,3	14,5	14,5
Сопротивление разрыву, МПа	21,0	24,0	20,0	27,5	28,9	28,1	32,5	32,5
Относительное удлинение, %	31,0	32,0	42,5	43,2	44,8	35,0	33,0	32,8
Остаточное удлинение, %	8,0	8,0	8,0	9,0	8,8	6,9	6,9	6,3
Твердость по ТИ-2	65,0	65,0	77,0	78,0	79,0	72,0	71,0	75,0
Температура стеклования, °С	-33	-35	-42	-46	-48	-45	-45	-46

Как показывают полученные исследования, оптимальное содержание бутиленовых звеньев в полиэфире, обеспечивающее получение некристаллизующегося каучука с высокой эластичностью и температурой стеклования в пределах -45 и -48°C , составляют 32...40% масс. Как показывают приведенные данные, вулканизаты на основе нового предельного каучука СКУ-8ТБ_к выгодно отличаются от резин, полученных из уретановых каучуков СКУ-8А лучшими свойствами. Для характеристики

каучука СКУ-8ТБ_к оценивали его технологические свойства, свойства резин, полученных с использованием различных систем вулканизации, а также стойкость в агрессивных средах.

Сравнительные физико-механические свойства вулканизатов предельных уретановых каучуков на основе различных полиэфиров приведены в табл. 2 (физико-механические свойства предельных полиуретанов, полученных различными полиэфирами).

Т а б л и ц а 2

Показатели	Марка каучука	
	СКУ-8А	СКУ-8ТБ _к
Напряжение при удлинении, МПа		
100%	4,6	4,2
300%	11,8	15,4
Сопротивление разрыву, МПа	25	30
Относительное удлинение, %	36	45
Остаточное удлинение, %	3	5
Сопротивление разрыву, кН/м	40	56
Твердость по ТИ-2, усл.ед.	63	78
Температура стеклования, $^{\circ}\text{C}$	-32	-44

Образцы каучука СКУ-8ТБ_к характеризовали по следующим показателям: растворимость в этилацетате (ГОСТ 8981–96); температура стеклования (ГОСТ 12254–93); вязкость по Муни (ГОСТ 10722–94). Исследованы технологические свойства различных образцов каучука СКУ-8ТБ_к. Полная растворимость большей части образцов каучука в растворителе служит подтверждением его линейного строения и отсутствия поперечных связей. Получение некоторых нерастворимых образцов полимера связано с изменением принятого соотношения исходных компонентов. Температура стеклования каучука СКУ-8ТБ_к колеблется в пределах $40...46^{\circ}\text{C}$. Для технологической оценки каучука использовали показатель вязкости по Муни. Надо отметить, что этот показатель наблюдается в широких пределах в зависимости от температуры синтеза и соотношения исходных компонентов. Следует отметить, что полиуретан СКУ-8ТБ_к в пределах вязкости по Муни от 20 до 150 условных единиц хорошо перерабатывается на холодных вальцах. Одним из перспективных направлений по повышению надежности и эф-

фективности работы оборудования текстильной промышленности является изоляция поверхностей оборудования тонкослойными полимерными покрытиями. В изделиях с полимерным покрытием удачно сочетаются прочность и жесткость, присущие металлам с химической стойкостью, износостойкостью и рядом других специальных свойств, характерных для полимеров. Полимерные покрытия с каждым годом все более широко применяются в промышленности. Это объясняется наличием у них ряда ценных свойств, позволяющих покрытиям выполнять многочисленные функции. Полимерные покрытия защищают поверхности оборудования от коррозионного воздействия эксплуатационных сред, предотвращают образование на них различных отложений, защищают оборудование от гидроабразивного и коррозионно-механического износа, снижают гидравлические потери, повышают герметичность разъемных неподвижных соединений, уменьшают металлоемкость конструкций. Покрытия позволяют снизить трудоемкость ремонта, уменьшить расход запчастей, легированных сталей, цветных

металлов и сплавов. В настоящее время накоплен достаточно большой опыт применения полимерных покрытий в промышленности. При решении вопросов, связанных с практическим использованием полимерных покрытий в промышленности, необходимо знать не только их свойства и область применения, но и технологию нанесения на различные виды оборудования. Это облегчает выбор полимерных покрытий, способствует наиболее эффективному их применению. Одним из направлений научных исследований в области применения лакокрасочных материалов является расширение и пополнение ассортимента лакокрасочной продукции новыми видами и марками с принципиально новыми свойствами. Наиболее приемлемыми для защиты оборудования и металлоконструкций являются материалы на основе эпоксидных смол с различной модификацией. С этой целью нами был разработан состав покрытия на основе эпоксидно-волачного блоксополимера ксилитана (ЭНБС_к), модифицированного каучуком марки СКУ-8ТБ_к. Для достижения этой

цели было необходимо решить следующие задачи: оптимизировать состав эпоксидных модифицированных покрытий, исследовать кинетику отверждения модифицированных эпоксидных покрытий, оценить физико-механические свойства покрытий. Эти материалы и покрытия из них испытаны в лабораторных и промышленных условиях, что подтверждено актами испытаний [7]. Для испытаний систем толстослойных покрытий в производственных условиях применены пластинки из легированной стали размером 150x60 мм и толщиной 0,8 мм. Стальные пластинки очищались шлифовальной шкуркой, после чего промывались растворителем ватным тампоном. После очистки определяли чистоту поверхности. Покрытие наносили методом воздушного распыления. Сушку покрытий проводили в соответствии с требованиями технических условий каждого материала (табл. 3 – система эпоксиксилитанового покрытия, модифицированного каучуком марки СКУ-8ТБ_к для испытаний в производственных условиях).

Т а б л и ц а 3

Покрытие	Количество слоев	Общая толщина Пк, мкм	Количество образцов
ЭНБС _к + СКУ-8ТБ _к	1	130 - 140	30
ЭНБС _к + СКУ-8ТБ _к	1	130 - 150	30
ЭНБС _к + СКУ-8ТБ _к	1	140 - 150	30
ЭНБС _к + СКУ-8ТБ _к	2	200-210	60
ЭНБС _к + СКУ-8ТБ _к	2	220-240	60
ЭНБС _к + СКУ-8ТБ _к	2	180-190	60

После окончательной сушки покрытий на края образцов нанесены окунанием защитные слои из загущенных лакокрасочных материалов. Система покрытий, приведенная в табл. 3, позволяет определить и их защитную способность и долговечность. Наряду с физико-механическими свойствами, стойкость к внешним воздействиям является главным показателем, оп-

ределяющим качество лакокрасочных покрытий [8]. Адгезионная прочность зависит от структурных особенностей и химических свойств полимеров. Полученные данные позволяют утверждать, что коррозионная стойкость покрытий в основном оставалась на высоком уровне (табл. 4 – физико-механические свойства покрытий на основе ЭНБС_к + СКУ-8ТБ_к).

Т а б л и ц а 4

Свойства покрытий	Показатели
Цвет	жидкость от светло - бордового до темно-бордового цвета
Внешний вид	после высыхания пленка должна быть ровной, однородной, цвет от светлого до темного

Прочность пленки при изгибе по шкале ШГ, мм, не более	10
Твердость покрытия по маятниковому прибору типа М-3	0,7...0,9
Прочность пленки при ударе, кгс·см, не менее	50
Удельное объемное сопротивление, Ом·см ²	1·10 ⁴ ...3·10 ⁴
Толщина покрытия, мкм	100...150
Адгезия покрытия по методу решетчатых надрезов в баллах	1...2
Водопоглощение за 24 ч при 20°С, %	0,16
Усадка, %	0,1...0,8
Предел прочности, МПа:	
при сжатии	110...120
при изгибе	80...110
Теплостойкость по Вика, °С	80...100
Условная вязкость при 20°С по вискозиметру ВЗ-4, с, не менее	21...25
Плотность при 20°С, г/см ³	1,78
Время высыхания до степени 3 при 20°С, с, не более	50

ВЫВОДЫ

1. Разработан способ синтеза каучука SKU-8ТБ_к с улучшенными низкотемпературными свойствами. Коэффициент морозостойкости вулканизатов SKU-8ТБ_к выше, чем у резин на основе SKU-8А.

2. Разработан состав покрытия на основе эпоксидно-новолачного блоксополимера ксилитана (ЭНБС_к), модифицированного уретановыми каучуками марки SKU-8ТБ_к.

3. Исследования химической стойкости в агрессивных средах, физико-механических свойств покрытий на основе ЭНБС_к, модифицированного уретановым каучуком марки SKU-8ТБ_к проводились в соответствии с ГОСТ.

4. Физико-механические и защитные свойства покрытия на основе эпоксидно-новолачного блоксополимера ксилитана (ЭНБС_к), модифицированного уретановым каучуком марки SKU-8ТБ_к, обладает положительными показателями и открывает широкие возможности повышения противокоррозионной защиты лакокрасочными покрытиями металлоконструкций и оборудования промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яковлев А.Д. Химическая технология лакокрасочных покрытий. – Л.: Химическая промышленность, 2011.
2. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. – М.: Изд-во "Физматлин", 2010.

3. Ангал Р. Коррозия и защита от коррозии. – М.: Изд-во "Интеллект", 2013.

4. Моисеева Л.С., Кондрова О.В. Защита металлов. – М., 2005.

5. Вигдорович В.И., Макаров А.П. Практика противокоррозионной защиты. – М., 2015.

6. Абзалова Д.А., Сырманова К.К., Мырзалиев Д.С. Композиционное покрытие на основе эпоксидно-новолачного блоксополимера ксилитана - Инновационный патент РК, №5448, 2020.

7. Абзалова Д.А., Абшенов Х.А., Мырзалиев Д.С., Молдагалиев А.Б. Новые антикоррозионные защитные покрытия на основе промышленных отходов производства регионов Казахстана для защиты оборудования текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, №4.

8. Абзалова Д.А., Мырзалиев Д.С., Сейдуллаева О.Б., Сеилханов Т.Б. Методика экспериментальных исследований влияния композиционных покрытий на основе ЭНБС ксилитана на основные параметры долговечности техники // Тр. Междунар. научн-практич. конф.: Ауэзовские чтения-19: 30 лет Независимости Казахстана, т.9. – Шымкент, 2021.

REFERENCES

1. Yakovlev A.D. Khimicheskaya tekhnologiya lakokrasochnykh pokrytiy. – L.: Khimicheskaya promyshlennost', 2011.
2. Semenova I.V., Florianovich G.M., Khoroshilov A.V. Korroziya i zashchita ot korrozii. – M.: Izd-vo "Fizmatlin", 2010.
3. Angal R. Korroziya i zashchita ot korrozii. – M.: Izd-vo "Intellekt", 2013.
4. Moiseeva L.S., Kondrova O.V. Zashchita metallov. – M., 2005.
5. Vigdorovich V.I., Makarov A.P. Praktika protivokorroziionnoy zashchity. – M., 2015.
6. Abzalova D.A., Syrmanova K.K., Myrzaliev D.S. Kompozitsionnoe pokrytie na osnove epoksidno-

novolachnogo bloksopolimera ksilitana - Innovatsionnyy patent RK, №5448, 2020.

7. Abzalova D.A., Abshenov Kh.A., Myrzaliev D.S., Moldagaliev A.B. Novye antikorrozionnye zashchitnye pokrytiya na osnove promyshlennykh otkhodov proizvodstva regionov Kazakhstana dlya zashchity oborudovaniya tekstil'noy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, №4.

8. Abzalova D.A., Myrzaliev D.S., Seydullaeva O.B., Seilkhanov T.B. Metodika eksperimental'nykh

issledovaniy vliyaniya kompozitsionnykh pokrytiy na osnove ENBS ksilitana na osnovnye parametry dolgovechnosti tekhniki // Tr. Mezhdunar. nauchn-praktich. konf.: Auezovskie chteniya-19: 30 let Nezavisimosti Kazakhstana, t.9. – Shymkent, 2021.

Рекомендована Ученым советом. Поступила 13.10.21.