

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Новосибирский государственный аграрный университет

**Промышленные покрытия.
Актуальные технические решения**

**материалы II Всероссийской научно-практической
конференции**

(г. Новосибирск, 25 мая 2024 г.)

Новосибирск 2024

УДК 667.6 (063)
ББК 35.74, я431
П814

Промышленные покрытия. Актуальные технические решения: материалы II Всероссийской научно-практической конференции (/ Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2024. – 40 с.

Сборник подготовлен по материалам II Всероссийской научно-практической конференции «Промышленные покрытия. Актуальные технические решения». На конференции рассмотрены теоретические и методические вопросы.

Материалы сборника предназначены специалистам технического сервиса, лакокрасочной промышленности, научным сотрудникам, аспирантам, магистрантам, преподавателям и студентам профессиональных образовательных учреждений.

Редакционная коллегия:

А.В. Пчельников, Т.А. Вагина, А.К. Туляганов.

© Новосибирский государственный
аграрный университет, 2024

Входит в РИНЦ®: да

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОКРАШИВАНИЯ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Д.В. Вилисов, преподаватель¹

О.Л. Ходоркин, доцент¹

А.Н. Луняка, кандидат психологических наук¹

А.В. Пчельников, кандидат технических наук, доцент²

¹Новосибирский военный ордена Жукова институт имени генерала армии И.К. Яковлева
войск национальной гвардии Российской Федерации

²Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. В статье авторами рассмотрены вопросы мероприятий технического обеспечения, проводимых в рамках восстановления вооружения, военной и специальной техники, а именно проведения покрасочных работ силами водителей (экипажей) и специалистов ремонтников на специализированных участках в условиях военного вуза

Ключевые слова: водители, экипаж, специалисты, коррозия, восстановление, покрасочные работы, специализированные участки, сезонное обслуживание.

Техническое обеспечение является одним из основных видов всестороннего обеспечения войск национальной гвардии Российской Федерации (Далее - «Войск» или «Войска») целью которого является поддержание боеспособности войск, а также готовности к использованию (применению) вооружения, военной и специальной техники (Далее - «ВВСТ»), обеспечение боеприпасами, горюче-смазочными материалами (Далее - «ГСМ») и военно-техническим имуществом (Далее - «ВТИ»), позволяющими войскам выполнить поставленные им служебно-боевые задачи.

Организацию мероприятий технического обеспечения, обеспечение техникой, имуществом, организацию эксплуатации, ремонта и эвакуации техники в войсках определяет руководство по автотехническому обеспечению войск [8].

Спектр задач, выполняемых сегодня войсками велик, выполнение которых не обходится без применения того или иного вида ВВСТ в зависимости от предназначения подразделений и специфики выполняемых служебных и служебно-боевых задач. В процессе интенсивной эксплуатации образца ВВСТ происходит износ не только механизмов, узлов и агрегатов, но и происходят эксплуатационные повреждения кузова, которые также влияют на безопасность водителя и пассажиров.

Во время эксплуатации ВВСТ кузов воспринимает на себя следующие нагрузки:

- скручивание и изгиб при воздействии знакопеременных нагрузок от неровной дороги;

- вес перевозимого груза;

- вес пассажиров;

- вибрация работающего двигателя и трансмиссии.

Большое разрушающее влияние на кузов оказывает вождение по неровным дорогам на предельно больших скоростях, что сегодня очень актуально в период проведения специальной военной операции, движение как одиночных машин, так и в составе воинской колонны (быстрое прохождение участков пути) с целью сохранения жизни и здоровья военнослужащих войск.

Коррозия, - является основным фактором выхода из строя кузова в процессе эксплуатации транспортного средства, где разрушение происходит по средством взаимодействия металла с окружающей средой.

Труднодоступные места автомобиля такие как конструктивные карманы, зафланцовки, сварные швы, и многие другие являются самой благоприятной средой для развития коррозии. В этих местах постоянно скапливается пыль, влага, солевые растворы реагентов, которые сегодня используются дорожными службами, всё это при длительном нахождении в труднодоступных для очистки местах преобразуют металл в ржавчину (рис. 1).

Процессы коррозии также ускоряются из-за постоянного выброса предприятиями промышленности в атмосферу вредных веществ, посыпкой проезжей части реагентами и солевыми растворами, песком и тому подобное, выхлопами отработавших газов машин, щебня, который летит из-под впереди идущего автомобиля, дождя с кислотными осадками [3].

Внешний вид коррозии разнообразен, бывает, что металл разрушается равномерно, а бывает, что металл разрушается отдельными участками. Последний вид характерен появлением тёмными пятнами, что более опасно, так как металл разрушается в более короткий срок образуя сквозные отверстия [2].



*Рисунок 1. Очаги коррозии на автомобиле Урал-4320-0811-31
2023 года выпуска*

Говоря о вопросах эксплуатации транспорта, а в нашем случае войскового попытаемся разобраться с вопросами окрашивания техники в условиях военного вуза.

Также, как и в гражданских предприятиях, которые эксплуатируют автомобильную и специальную техники в войсках есть территория, которая оборудована для хранения, технического обслуживания, ремонта и приведения в готовность к боевому применению (использованию) ВВСТ. Это территория называется парком [4, с. 2].

Работы по техническому обслуживанию и ремонту штатного ВВСТ выполняются на пункте технического обслуживания и ремонта (Далее — ПТОР) в состав которого входит:

- участки комплексного технического обслуживания и текущего ремонта гусеничных и колёсных ВВСТ;

- ремонтную мастерскую вооружения;
- специализированные участки;
- санитарно-бытовые и вспомогательные помещения;
- аккумуляторную.

Все участки, посты и рабочие места ПТОР оснащаются оборудованием. На каждом участке (посту) ПТОР размещается паспорт (формуляр) поста (рабочего места) (рис. 2).

Паспорт (формуляр) поста (рабочего места) содержит следующую документацию:

- перечень и технические условия (требования) на проводимые работы;
- описание оборудования, имущества с указанием ответственного лица;
- инструкцию по требованиям безопасности при выполнении работ.



Рисунок 2. Паспорт (формуляр) поста (рабочего места).

Специализированные участки ПТОР предназначены для выполнения специализированных работ, необходимость в которых возникает при проведении комплексного технического обслуживания и текущего ремонта ВВСТ.

В ПТОР оборудуются следующие специализированные участки:

- технического обслуживания и ремонта:
 - * электрооборудования;
 - * топливной аппаратуры;
- шиноремонтных и шиномонтажных работ;
- слесарно-механических и электрогазосварочных работ;
- текущего ремонта агрегатов;
- покрасочных работ.

На участке покрасочных работ [4, с. 13], отделенном от других помещений тамбуром, размещаются:

- компрессор передвижной с комплектом шлангов;
- краскораспылители ручные;
- окрасочная камера;
- вытяжной шкаф с ваннами для обезжиривания узлов;
- стеллажи для узлов;
- подставка для сушки окрашенных деталей;
- шкаф для хранения инструментов и материалов;
- полировочная машина;
- набор шпателей;
- респираторы;
- ящики для чистой и использованной ветоши (рис. 3).

В соответствии с требованиями приказа [5] утверждены нормы обеспечения паркогаражным оборудованием и инструментом автомобильной и бронетанковой служб в войсках.

По норме № 4 для организации малярных и окрасочных работ положено:

- компрессор передвижной с комплектом шлангов - 2;
- краскораспылитель ручной - 3;
- подставка для окраски деталей - 2;
- окрасочная камера - 1;
- вытяжной шкаф с ваннами для обезжиривания узлов - 1;
- стеллажи для узлов подлежащих окраске - 1;
- подставка для сушки окрашенных деталей - 1;

- шкаф для хранения инструментов и материалов -2;
- полировочная машина -1;
- набор шпателей -2;
- респиратор -2;
- ящик для чистой и использованной ветоши -2.



Рисунок 3. Участок покрасочных работ

Говоря об организации проведения работ всех видов технического обслуживания и текущего ремонта которые осуществляются на ПТОРе, а именно с использованием специализированных участков остановимся на проведении покрасочных работ.

К покрасочным работам относятся мероприятия проведения ремонтного окрашивания. Что же называется ремонтным окрашиванием?

Ремонтное окрашивание – восстановление лакокрасочного покрытия, потерявшего свои защитные и/или декоративные качества в результате естественного старения, механических, химических воздействий и пр. [9].

Ремонтное окрашивание (в отличие от заводского) имеет свои особенности, на которые необходимо обращать внимание. Основное отличие заключается в том, что окрашивать приходится металл уже бывший в эксплуатации на котором:

- практически всегда присутствуют очаги коррозии, которые необходимо удалять с использованием специальных инструментов и материалов;
- имеются неровности, возникшие в процессе эксплуатации, и требующие применения выравнивающих лакокрасочных материалов (ЛКМ);
- возможно уже присутствует ремонтное лакокрасочное покрытие (в этом случае необходимо оценить качество предыдущих ремонтных работ) [9].

Когда же проводятся мероприятия по окрашиванию военной техники, и кто их выполняет?

Как правило данное мероприятие проводится в рамках проведения работ по сезонному обслуживанию в период перевода техники на летний (с 15 марта по 15 мая) или зимний (с 15 сентября по 15 ноября) режим эксплуатации. Проводится оно силами водителей (экипажей) с привлечением специалистов ремонтного подразделения.

После проведения работ по сезонному обслуживанию, в частности и по окрашиванию техники все полученные материальные средства (запасные части, ГСМ, лакокрасочные материалы) должны быть списаны установленным порядком. Этот вопрос, а именно расчёт списания (лакокрасочных) материалов описан моими коллегами в научной статье «Технология ремонтного окрашивания...» [10].

Ежемесячным планированием мероприятий технического обслуживания и ремонта занимается как правило начальник автобронетанковой службы, который ведёт учёт моторесурса, учёт выполненных и проведённых номерных ТО каждого образца ВВСТ.

Исходными данными для планирования мероприятий сезонного обслуживания для командира подразделения на укомплектовании которого находится ВВСТ являются:

- приказ начальника военного института (командира воинской части) о переводе ВВСТ на зимний (летний) режим эксплуатации;
- план перевода ВВСТ на зимний (летний) режим эксплуатации;
- годовой план эксплуатации и выхода в ремонт ВВСТ военного института (воинской части);
- план-график работ специализированных бригад и постов военного института (воинской части);
- данные учёта работы ВВСТ подразделения;
- обеспеченность ЗИП машин подразделения;
- результаты проверок ВВСТ подразделения должностными лицами (карточки учёта недостатков, книги осмотра ВВСТ, дефектовочные ведомости).

Руководствуясь этими документами, командир подразделения готовит для водителя (экипажа) план-задание и операционную карту на проведение работ, а также заявки на потребное количество запасных частей и ГСМ для организации качественного проведения сезонного обслуживания [1].

Запасные части, лакокрасочные материалы, ГСМ получают командирами подразделений со склада автобронетанкового (автомобильного) имущества [7] и склада горючего и смазочных материалов [6].

Склады предназначены для приёма, хранения и выдачи имущества, используемого при эксплуатации ВВСТ, и размещаются в зоне технического обслуживания и ремонта рядом с пунктом технического обслуживания и ремонта.

Перед началом проведения работ по сезонному обслуживанию проводятся инструкторско-методические занятия с развёртыванием специализированных постов, с привлечением специалистов служб технического обеспечения и личного состава водителей, специалистов ремонтников по организации и проведению ремонтных работ, по соблюдению требований безопасности при проведении работ. Итогом данного занятия служит приём зачёта.

Мы не спроста сделали акцент в названии нашей статьи на вопросы окрашивания военной техники, на данный момент, применительно к условиям нашего вуза их два. Первый вопрос, и, наверное, очень актуальный, это то, что при наличии специализированного участка покрасочных работ, оборудования, согласно штатному расписанию ремонтного подразделения, нет специалиста, а именно – маляра. Второй вопрос, это то, что нет окрасочной камеры. Но несмотря на это, мероприятия касаемые проведения работ по окрашиванию, выполняются и проводятся на должном уровне.

Работы организуются под непосредственным руководством командиров подразделений, ведающих эксплуатацией ВВСТ, в ходе проведения мероприятий сезонного обслуживания осуществляется контроль со стороны как командиров подразделений, так и начальников служб технического обеспечения. Большое внимание уделяется вопросам соблюдения требований безопасности при проведении работ.

Подводя итог вышеизложенному, хочется отметить тот факт, что вопросы, связанные с организацией эксплуатации техники, техническим обслуживанием и ремонтом сегодня очень актуальны. Сегодня, когда части и подразделения войск принимают активное участие в проведении специальной военной операции, знания, умения и навыки каждого специалиста, каждого водителя очень бесценны. Грамотное и быстрое принятие решения водителем (экипажем) по ремонту, эвакуации ВВСТ является залогом успешного выполнения поставленных служебных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилисов, Д. В. О некоторых вопросах проведения практики при вооружении и технике у курсантов военных вузов в условиях образовательной среды / Д. В. Вилисов // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования: Материалы XII региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти доцента М.А. Анфиногенова, Новосибирск, 11 ноября 2020 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2020. – С. 45-46.
2. Ильин, М.С. Кузовные работы: Рихтовка, сварка, покраска, антикоррозийная обработка / М.С. Ильин - «Мельников И.В.
3. Общие вопросы технологии ремонта кузовов. Автомобили ВАЗ. Ремонт кузовов. Часть 1. Тольятти, ОАО НВП «ИТЦ АВТО», 2001 г. Издание первое, под. Редакцией канд. техн. наук Б.В. Прохорова.
4. Приказ Директора Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации - главнокомандующего войсками национальной гвардии Российской Федерации № 30 от 2 февраля 2018 года «О требованиях к оборудованию парков воинских частей и мест хранения (стоянки) транспортных средств войск национальной гвардии Российской Федерации.
5. Приказ Директора Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации - главнокомандующего войсками национальной гвардии Российской Федерации № 202 от 5 июля 2017 года «О порядке и нормах обеспечения парко-гаражным оборудованием и инструментом автомобильной и бронетанковой служб в войсках национальной гвардии Российской Федерации.
6. Приказ Директора Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации - главнокомандующего войсками национальной гвардии Российской Федерации № 74 от 7.03.2018 года «Об утверждении руководства по организации работы складов горючего и смазочных материалов войск национальной гвардии Российской Федерации».
7. Приказ Директора Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации - главнокомандующего войсками национальной гвардии Российской Федерации № 270 от 15.08.2017 года «Об утверждении Порядка хранения автобронетанкового (автомобильного) имущества на складах автобронетанкового (автомобильного) имущества в войсках национальной гвардии Российской Федерации».
8. Приказ Директора Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации от 1.12.2017 года № 512 «Об утверждении Руководства по автотехническому обеспечению войск национальной гвардии Российской Федерации».
9. Ремонтное окрашивание автомобилей: метод. указания к лаб.-практ. работе / Новосиб. гос. аграр. ун-т., Инж. ин-т; сост.: В.Н. Хрянин, А.В. Пчельников. – Новосибирск, 2019. – 28 с.
10. Сидоренко, М. Н. Технология ремонтного окрашивания автомобилей ремонтным подразделением технического обеспечения в войсках национальной гвардии / М. Н. Сидоренко, В. А. Токарев, Р. В. Ильминский // Современные аспекты развития и безаварийной эксплуатации автомобильной техники (бронетанкового вооружения и техники): Сборник материалов конференции, Новосибирск, 25 июня 2020 года. – Новосибирск: Новосибирский военный институт имени генерала армии И.К. Яковлева войск национальной гвардии Российской Федерации, 2020. – С. 42-49.

ЗАЩИТНОЕ ПОКРЫТИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, РЕЗЕРВУАРОВ И ТРУБ ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ

А.И. Галкина, лаборант ОТК¹,
А.К. Туляганов, ст. преподаватель²

¹ООО ЛКЗ «Колорит»

² Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)

Аннотация. В работе рассмотрены особенности применения антикоррозионных покрытий для защиты от коррозии металлических поверхностей, где металл и с покрытием подвергаются совместному химическому и коррозионному воздействию. Разработано технологическое решение производства основы для эпоксидных композиций.

Ключевые слова: антикоррозионные покрытия, эпоксидные композиции, стойкость, коррозия, воздействие, нанесение.

Введение. Коррозия металлических поверхностей приводит к значительным экономическим потерям и ущербу, к снижению прочности и пластичности металла. Преждевременный износ резервуаров и трубопроводов, сокращение сроков эксплуатации оборудования, дополнительные потери продукции — вот лишь некоторые негативные последствия коррозии. Важную роль играет не только качество самого металла, но и качество покрытия. Эффективное покрытие должно быть устойчивым к коррозии, способным выдерживать изменения температуры, иметь гладкую поверхность для снижения турбулентности потока. Важно поддерживать соответствие покрытий современным стандартам, чтобы обеспечить защиту от коррозии и продлить срок службы металлических поверхностей.

В соответствии с актуальностью данной темы мы провели исследования, направленные на получение двухкомпонентных эмалей и грунтовок, на основе высокомолекулярной эпоксидной смолы и аминного отвердителя, а также их систем для защиты покрытий.

Целью данного исследования является разработка технических решений, позволяющих получить систему покрытий на основе высокомолекулярных эпоксидных смол с улучшенными показателями качества за счет оптимизации введения отвердителей и модификации комплексными добавками.

Подбор составляющих для рецептуры эпоксидных композиций был основан на анализе информации из литературных источников и испытаний, в ходе которых определялась укрывистость и смолемкость, пигментов и наполнителя. Также подбирались растворители и их необходимое количество.

В ходе изучения компонентов, в рецептуре было решено использовалось следующее сырье (таблица 1). В их состав входят хроматные и железистоокисные пигменты и фосфатные наполнители, обеспечивающие высокую антикоррозионную защиту пленок покрытия.

Таблица 1

Технические характеристики сырьевых компонентов эпоксидной системы

Пигменты				Наполните ль	Противокоррозионные пигменты		Пленкообразова тель	Составляющие
Алюминиев ая пудра	Голубой фталациани- новый	Красный железоокисн ый	Желтый железоокисн ый	Микроталь к	Стронций хромовокисл ый	Фосфат цинка ZnPO ₃	Эпоксидная смола УН-2836х80	Компоненты
Серебристо -серый порошок	Порошок темно- синего цвета	Красный порошок	Желтый порошок	Порошок белого цвета	Порошок лимонно- желтого цвета	Порошок белого цвета	раствора в кислоте, по платиново- кобальтовой шкале (Хейзена)	Внешний вид и цвет
96,91	99,24	99,80	99,28	87,00	99,34	99,70	80,00	Массовая доля нелетучих веществ, %
0,300	1,610	1,100	0,800	0,350	3,353	3,998	1,130	Плотность при 20°С, г/см ³
199	52	61	124	105	59	59	-	Смолоем-кость, г/100 г
27	7	160	153	120	226	155	-	Укрыви-стость, г/м ²
99,04	97,00	93,50	PbCrO ₄ - 32,60	93,00	Sr – 41, Cr – 26	PO ₄ – 25,80, Zn – 14,63	-	Массовая доля основного компонента, %
30х0,3	15	25	30	5	25	15	-	Диспер-сность, мкм
-	-	-	-	-	-	-	310	Эпоксидный эквивалент г/экв
-	-	-	-	-	-	-	-	Аминное число 3 (мг КОН/г)

	Отвердитель	Растворители		Добавки	
		Этилацетат	Толуол	Диспергатор	Реологическая бентонитов
	Ancamine 2672		Бесцветная прозрачная жидкость	Прозрачная жидкость с оттенком янтарного цвета	Порошок белого цвета
	(по Гарднеру) 1	По платиновой кобальтовой шкале (Хейзена) 10	Испаряется без остатка	50,00	96,5
ГОСТ 31939 - 2022	-	0,001	0,866	1,020	1,700
ГОСТ 31992.1-2012	1,080	0,900			
ГОСТ 21119.8-75	-	-	-	-	209
ГОСТ 8784-75	-	-	-	-	-
	-	98,00	99,98	-	99,6
	-	-	-	-	15
	-	-	-	-	-
	345	-	-	-	-

Рецептура эпоксидных композиций была рассчитана на основе заданных параметров укрывистости и смолоемкости для пигментов и наполнителей, а также исходных характеристик пленкообразователя.

Образцы эпоксидных композиций были получены путем смешивания пигментов, добавок, наполнителей и пленкообразователя с последующим совместным диспергированием до достижения нужной степени перетира.

Диспергирование и перемешивание происходило на лабораторной установке марки ДЛ-1 (производства НПП «ДИСПОД» мощность 2,2 кВт). Измельчение осуществлялось бисером диаметром 2,5–3,0 мм, $\rho=1,53$ г/см³. Количество оборотов при диспергировании составляло 2000 об/мин, время диспергирования – 60 мин. Температура среды диспергирования составляла 21,1 - 35°C

В результате были получены эпоксидные композиции: грунтовка, эмаль для резервуаров и эмаль для труб. Они имели следующие технические характеристики (таблица 2).

Таблица 2

Технические характеристики эпоксидных композиций

№	Наименование показателей	Грунтовка	Эмаль (для резервуаров)	Эмаль (для труб)	Методы испытаний
1	Цвет покрытия по RAL Design	070 50 55	290 20 20	030 50 10	По ГОСТ 19266-79, ГОСТ Р 52662-2006
2	Внешний вид покрытия	После высыхания образовывалась однородная поверхность, без кратеров, пор и морщин. С допустимой незначительной шагренью.			По ГОСТ Р 51691—2008 п.9.3
3	Условная вязкость при температуре (20,0 ± 0,5)°C по вискозиметру ВЗ-246 с диаметром сопла 4 мм, с	38	120	160	По ГОСТ 8420 - 2022
4	Степень перетира, мкм	15	15	20	По ГОСТ 31973-2013
5	Укрывистость пленки, г/м²	228,43	128,93	114,56	По ГОСТ 8784-75
6	Время высыхания до ст.3, ч	8			По ГОСТ 19007-73
7	Время высыхания до ст.7, ч	24			

Были подготовлены стальные горячекатаные пластины размером 70 x 150 мм и толщиной 2 мм, на который с расстояния 30 см с помощью пневматического распылителя с соплом 1,3 и давлением 2,2 МПа была нанесена грунтовка в один слой. После ее высыхания наносился вторым слоем эмаль. Вязкость краски в рабочем состоянии составляла 40-45 секунд при температуре $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$ по вискозиметру ВЗ-246 с диаметром сопла 4 мм. Толщина сухой пленки составляла 330-340 мкм. Физико-механические параметры представлены в таблице 3.

Таблица 3

Физико-механические параметры

№	Наименование показателей	Грунтовка			Эмаль (для резервуаров)			Эмаль (для труб)			Методы испытаний
	Содержание Ancamine 2672, %	10	15	20	10	15	20	10	15	20	
1	Адгезия решетчатая, баллы	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ГОСТ 31149-2014
2	Адгезия на отрыв, МПа	1,8 к/а	3 к/а	2,5 к/а	3 к	2,2 к/а	1,6 к/а	0,5 к/а	1 к/а	2,5 к/а	ГОСТ 32299-2013
3	Прочность при ударе по прибору типа У-1, см	50	50	50	50	50	50	50	50	50	ГОСТ Р 53007-2008
4	Эластичность, мм	6	8	4	6	20	6	20	4	4	ГОСТ 6806-73
5	Твердость пленки по маятниковому прибору типа ТМЛ (маятник Б), у.е.	1	13	13	25	40	5	36	15	2	ГОСТ 5233-89

Испытание на стойкость к статическому воздействию проводили согласно рекомендациям ГОСТ 9.403 метод А. Суть метода заключается в определении стойкости грунтовки или системы (грунтовка + эмаль) покрытий к статическому воздействию воды, водных растворов солей, минеральных масел (рис. 1а) и нефти (рис 1б).



а

б

Рисунок 1. Испытание образцов в агрессивных средах

После испытания образцы, погруженные в 3%-ный раствор NaCl, промывались под проточной водой и высушивались при помощи фильтровальной бумаги. После испытания в воде образцы высушивались при помощи фильтровальной бумаги без промывки в проточной воде. Образцы пластин, находившиеся в минеральных маслах и нефти, протирались ватой, смоченной в толуоле, и высушивались при помощи фильтровальной бумаги. Подготовленные образцы осмотрены и результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты осмотра образцов

№	Наименование показателей	Грунтовка	Эмаль (для резервуаров)	Эмаль (для труб)	Методы испытаний
Стойкость к статическому воздействию, сутки:					ГОСТ 9.403 метод А.
1	Воды (рис.2)	70	70	70	
2	3 % раствора NaCl (рис.3)	70	70	70	
3	минеральных масел (рис.4)	70	70	70	
4	нефти (рис.5)	55	70	70	

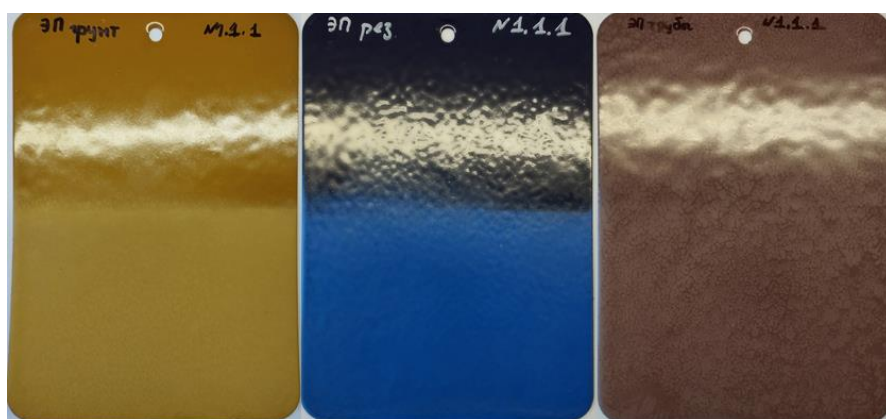


Рисунок 2. Стойкость к статическому воздействию воды 70 суток

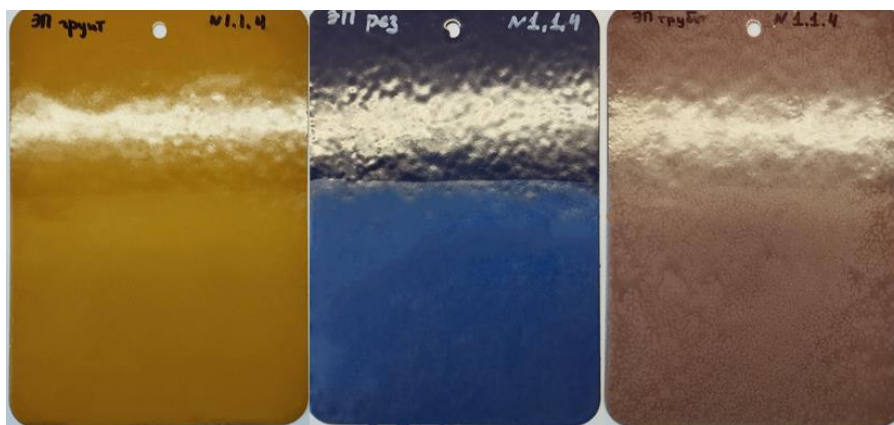


Рисунок 3. Стойкость к статическому воздействию 3 % раствора NaCl 70 суток

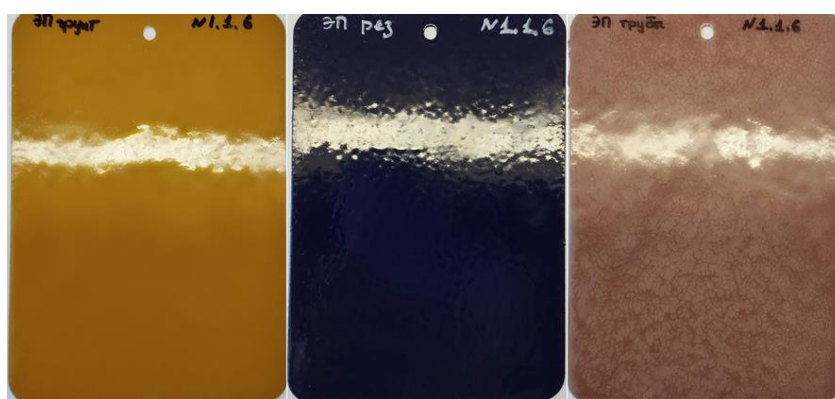


Рисунок 4. Стойкость к статическому воздействию минерального масла 70 суток

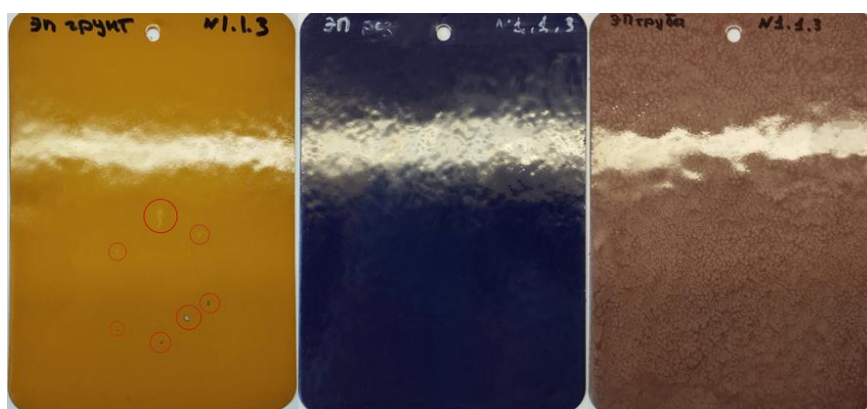


Рисунок 5. Стойкость к статическому воздействию нефти 70 суток

Начиная с 55-ого дня, слой грунтовки становился тоньше в результате взаимодействия с сырой нефтью, что привело к появлению дефектов покрытия в наиболее уязвимых местах. Это свидетельствует о важности защиты грунтовочного слоя эмалями. У покрытий эмалями наблюдалось незначительное уменьшение блеска.

В результате проведенного эксперимента на стойкость к статическому действию воды и 3 % раствора NaCl до 70-ых суток наблюдались изменения блеска и цвета, остальные показатели оставались без изменений. При воздействии минеральных масел изменений не наблюдалось.

Испытание на стойкость к тепловому воздействию проводили согласно рекомендациям ГОСТ 33291-2015. Определение стойкости грунтовки или системы (грунтовка + эмаль) к тепловому воздействию происходило в условиях умеренно повышенных температур в сушильном шкафу до изменения блеска и/или цвета, по

образованию пузырей, трещин и/или отслаивания от окрашиваемой поверхности или до изменения физико-механических показателей покрытий. Согласно результатам, покрытие выдерживает воздействие (таблица 5).

Испытание на стойкость к воздействию воды при температуре $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течении 6 часов (рис. 6) и на морозостойкость покрытий при температуре $(-25 \pm 2)^\circ\text{C}$ проводили согласно рекомендациям ГОСТ 9.401. Суть метода заключается в постепенном нагревании или охлаждении в течении определенного количества времени и наблюдении изменения блеска и/или цвета, по образованию пузырей, трещин и/или отслаивания от окрашиваемой поверхности или до изменения физико-механических показателей покрытий. Согласно результатам, покрытие выдерживает воздействие, таблица 5:

Таблица 5

Результаты испытаний					
№	Наименование показателей	Грунтовка	Эмаль (для резервуаров)	Эмаль (для труб)	Методы испытаний
1	Стойкость к воздействию воды при температуре $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течении 6 часов	Выдерживают			ГОСТ 9.401
2	Термостойкость покрытий при температуре $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$	Выдерживают			ГОСТ 33291-2015
3	Морозостойкость покрытий при температуре $(-25 \pm 2)^\circ\text{C}$	Выдерживают			ГОСТ 9.401

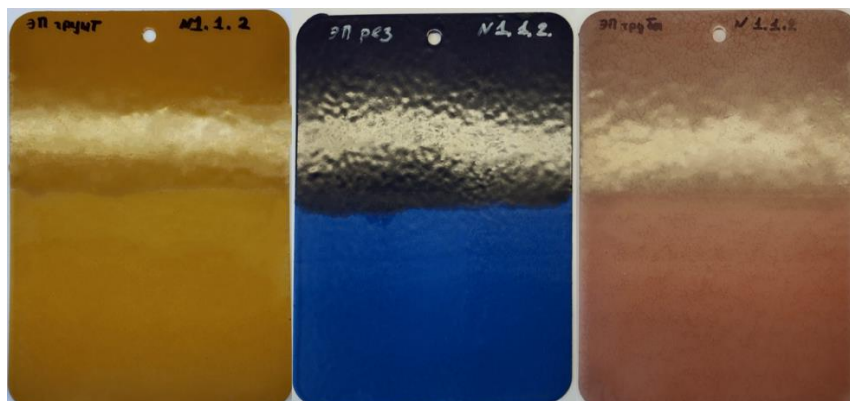


Рисунок 6. Стойкость к воздействию воды при температуре $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течении 6 часов

Также нами было внедрено технологическое решение производства основы для эпоксидных композиций, основанного на горизонтальной схеме движения материалов и процессов. Уникальность данной линии заключается в определенном смешивании пленкообразователя и растворителей. В смесителе смешивается эпоксидная смола с толуол, после добавляется этилацетат. Данная основа дозируется и следует в смеситель, куда после дозировки загружаются добавки, противокоррозионные пигменты, наполнитель и пигменты, и происходит смешивание компонентов. Далее смесь проходит все этапы создания лакокрасочного материала (рис. 7).

УСТОЙЧИВОСТЬ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ К ХИМИЧЕСКИМ И ТЕРМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Н.Н. Горюнов, магистрант

В.С. Мальцев, магистрант

А.В. Пчельников, канд. техн. наук

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

Аннотация. В статье представлено изучение воздействие агрессивных факторов на лакокрасочные покрытия (ЛКП). Рассматривается влияние окисления, коррозии, температуры и физико-химические свойства ЛКП. Было определено воздействие агрессивных факторов на исследуемом лакокрасочном покрытии.

Ключевые слова: лакокрасочные материалы, образцы, свойства, покрытия, добавки, эксплуатация, химическое воздействие, термическое старение.

Актуальность.

В межсезонье не редко происходят резкие перепады температур, особенно в зоне резко континентально климатического пояса, что в свою очередь негативно сказывается на ЛКП сельскохозяйственной техники. Также на долговечность покрытия влияют механические нагрузки, атмосферные условия, солнечная радиация, химические воздействия и условия эксплуатации.

По этой причине испытания на старение материалов проводятся еще на стадии их разработки, с целью предотвращения повреждения материалов во время эксплуатации. Тем не менее для того, чтобы сэкономить время и средства, часто проводятся ускоренные испытания с увеличением нагрузки на материалы. Итоговая оценка определяет, пригоден ли этот материал для использования в намеченных целях, и эта информация может значительно уменьшить дальнейшие расходы, связанные с ремонтом или заменой этого компонента [1].

И для улучшения свойств лакокрасочных материалов используются различные добавки. В лакокрасочных материалах и добавок необходимо учитывать свойства отдельных компонентов лакокрасочного материала, а также влияния состава и свойств агрессивной среды как на покрытие, так и на метал. Особую значимость при выборе добавок необходимо обращать на их размерность, наноразмерные добавки позволяют придавать целый комплекс важных свойств создаваемым покрытиям.

На основании этого **цель исследования:** Целью исследования является анализ влияния химических и термически агрессивных сред на устойчивость лакокрасочного покрытия с добавками

В статье рассмотрены такие виды факторов как термическое старение и химическое воздействие на ЛКП в условиях сельского хозяйства.

Химическое воздействие на ЛКП.

Химическое воздействие на ЛКП может проявляться в виде реакции покрытия с агрессивными веществами, присутствующими в окружающей среде. Такие вещества могут включать кислоты, щелочи, растворители, соли и другие химические соединения, которые могут взаимодействовать с компонентами ЛКП, приводя к их деградации. Этот процесс может происходить как на поверхности покрытия, так и в его глубинных слоях, в зависимости от природы химического агента и свойств самого покрытия [2].

Для повышения химической стойкости ЛКП применяются различные подходы, такие как использование специальных добавок, модификация состава полимеров, разработка новых технологий нанесения и отверждения покрытий. Эти меры направлены на повышение устойчивости ЛКП к воздействию агрессивных химических агентов, что особенно важно для сельскохозяйственной техники, которая эксплуатируется в условиях агрессивной среды.

Химическое воздействие представляет собой серьезную угрозу для лакокрасочных покрытий, особенно в сельскохозяйственных условиях. Понимание механизмов деградации ЛКП под воздействием химических агентов позволяет разрабатывать более стойкие и долговечные покрытия, что в конечном итоге способствует повышению надежности[3].

Проведенные исследования показали, что химическое воздействие негативно сказывается на эксплуатационные свойства ЛКП. Результаты измерений представлены в (табл. 1).

Термическое старение.

В процессе эксплуатации материалы лакокрасочных покрытий (ЛКП) подвергаются различным видам внешних воздействий, среди которых термическое старение занимает одно из ключевых мест. Под воздействием высоких температур в течение длительного времени могут происходить значительные изменения в структуре и свойствах ЛКП, что может существенно повлиять на их эксплуатационные характеристики. Термическое старение ЛКП особенно актуально для сельскохозяйственной, где покрытия подвергаются значительным температурным колебаниям.

Исследование процессов термического старения позволяет предсказать долговечность и надежность ЛКП, а также разработать меры для повышения их устойчивости к внешним воздействиям. В данном исследовании были проведены испытания образцов ЛКП в лабораторных условиях с использованием термического шкафа, что позволило ускорить процесс старения и получить данные о поведении материалов при различных температурах.

Экспериментальные исследования термического старения ЛКП проводились в лабораторных условиях с использованием термического шкафа. Образцы ЛКП подвергались воздействию двух температурных режимах: 125 °C и 150 °C в течение 24 часов. После этого были проведены измерения диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь, чтобы оценить изменения в электрических свойствах покрытий.

На кафедре «надежности и ремонта машин» Новосибирского аграрного университета разработан способ определения состояния покрытий по диэлектрическим характеристикам (пат. РФ № 2778798). Предлагаемый способ определения состояния лакокрасочных покрытий по диэлектрическим характеристикам осуществляют на базе известного способа, предусматривающего определение изменения диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь с помощью куметра, через определение параметра добротности и ёмкости объекта. Данный способ находится на экспериментальном этапе и для обеспечения применимости цифрового метода контроля состояния покрытия производится набор данных, чтобы установить взаимосвязь физико-механических и эксплуатационных свойств с диэлектрическими потерями.

Известно, что по электрическим свойствам все вещества и материалы разделяют на проводники, полупроводники и диэлектрики. Электропроводность - способность вещества или среды проводить электрический ток и накапливать в себе энергию или заряд-статическое электричество. Чем выше электропроводность, тем вещество является более антистатичным. В противном случае среда становится электроизоляционной. Диэлектрическая проницаемость характеризует изоляционные свойства объекта; чем выше диэлектрическая проницаемость, тем объект более проводимый, чем ниже, тем более теплоизоляционный [4].

Ещё одной характеристикой, подтверждающей способность объекта накапливать энергию, является тангенс угла диэлектрических потерь. По данной величине можно судить об антистатичности вещества при малых значениях, и, наоборот, при увеличении тангенса угла диэлектрических потерь. В свою очередь тангенс угла диэлектрических потерь не зависит от диэлектрической проницаемости [4].

Таблица 1

Образцы в химической среде

АС-182						
Вид добавок	Образцы до воздействия химической среды			Образцы после воздействия химической среды		
	Вес, гр	Толщина, мкм	Твёрдость по карандашу	Вес, гр	Толщина, мкм	Твёрдость по карандашу
Без добавки	2,173	98	НВ	2,174	98	В
УНТ-0,01%	2,104	102	Н	2,105	102	Н
УНТ-0,05%	2,063	94	Н	2,067	94	Н
УНТ-0,1%	2,116	97	2Н	2,118	97	2Н
ГМ-0,5%	2,169	65	Н	2,175	65	Н
ГМ-1%	2,189	76	Н	2,191	76	Н
ГМ-2%	2,113	63	2Н	2,116	63	2Н
ГА-0,5%	2,15	62	2Н	2,158	62	2Н
ГА-1%	2,138	56	2Н	2,149	56	2Н
ГА-2%	2,127	97	3Н	2,13	97	2Н
SiO ₂ -0,5%	2,084	55	Н	2,086	55	В
SiO ₂ -1%	2,126	67	2Н	2,127	67	В
SiO ₂ -2%	2,16	76	2Н	2,16	76	В
Bi ₂ O ₃ -0,5%	2,191	69	2Н	2,198	69	Н
Bi ₂ O ₃ -1%	2,166	102	2Н	2,167	102	Н
Bi ₂ O ₃ -2%	2,132	106	2Н	2,134	106	Н

Проведенные эксперименты показали, что термическое старение существенно влияет на диэлектрические свойства ЛКП. Результаты измерений представлены в (табл. 2).

Таблица 2

Результаты испытаний после термического старения

Образцы на основе ЛКМ (АС-182)	До климатических испытаний			После климатических испытаний					
				Первый режим			Второй режим		
	Тангенс угла диэлектрических потерь (tgδ)	Диэлектрическая проницаемость(ε)	Твердость	Тангенс угла диэлектрических потерь (tgδ)	Диэлектрическая проницаемость(ε)	Твердость	Тангенс угла диэлектрических потерь (tgδ)	Диэлектрическая проницаемость(ε)	Твердость
Bi ₂ O ₃ -0,5%	0,016	15,64	2Н	0,023	16,65	3Н	0,028	17,63	5Н
Bi ₂ O ₃ -1%	0,018	16,23	2Н	0,025	16,69	5Н	0,029	18,13	7Н
Bi ₂ O ₃ -2%	0,018	16,12	2Н	0,025	16,91	5Н	0,028	18,02	7Н
ГА-0,5%	0,017	16,17	2Н	0,029	17,56	3Н	0,036	18,36	4Н
ГА-1%	0,017	16,26	2Н	0,025	17,97	3Н	0,032	19,05	5Н
ГА-2%	0,018	16,69	3Н	0,029	18,40	4Н	0,033	19,16	5Н

ГМ-0,5%	0,018	16,33	Н	0,022	16,63	2Н	0,027	17,20	5Н
ГМ-1%	0,018	16,28	Н	0,021	16,44	2Н	0,025	17,34	2Н
ГМ-2%	0,018	16,41	2Н	0,022	16,72	3Н	0,025	17,86	4Н
SiO ₂ -0,5%	0,021	16,67	Н	0,023	16,98	2Н	0,031	18,74	2Н
SiO ₂ -1%	0,020	17,12	2Н	0,022	17,29	4Н	0,028	18,96	5Н
SiO ₂ -2%	0,021	17,45	3Н	0,023	17,66	4Н	0,030	18,52	5Н
УНТ-0,01%	0,011	17,81	Н	0,012	17,96	2Н	0,015	18,57	4Н
УНТ-0,05%	0,011	17,77	2Н	0,013	18,12	3Н	0,015	18,48	6Н
УНТ-0,1%	0,009	18,66	2Н	0,011	18,70	3Н	0,015	19,06	6Н
Эталон АС-182	0,019	16,78	НВ	0,028	18,25	2Н	0,035	19,46	2Н

При введении разных добавок от 0 до 2% имеет место увеличение показателя добротности относительно эталонного образца у таких добавок как Bi₂O₃, гидроксида алюминия, гидроксид магния и УНТ, одновременно сопровождающееся понижением тангенса угла диэлектрических потерь с 0,019 до 0,009 (табл. 2). Снижение значения тангенса угла диэлектрических потерь более чем в 2 раза означает повышение антистатических качеств покрытия. Показатель диэлектрической проницаемости имеет значительное повышение, что свидетельствует о получении проводящего покрытия.

Результаты испытаний на изгиб свидетельствуют о том, что покрытия до воздействия термического старения показывают хорошую эластичность. Однако после термического старения они становятся хрупкими. При изгибе на стержне диаметром 5 мм наблюдается механическое разрушение и отслаивание. Однако, покрытия, содержащие углеродные нанотрубки (УНТ), начинают разрушаться уже при 3 мм изгибе. Это говорит о том, что покрытие с добавкой УНТ имеет повышенную износостойкость к экстремальным температурам, о чем также свидетельствует тангенс угла диэлектрических потерь и диэлектрическая проницаемость.

Повышение твердости и одновременное снижение эластичности покрытий после термических испытаний указывает на изменения их физико-механических свойствах происходящими в материале под воздействием экстремальных условий.



Рисунок 1. Испытания на изгиб до термического старения

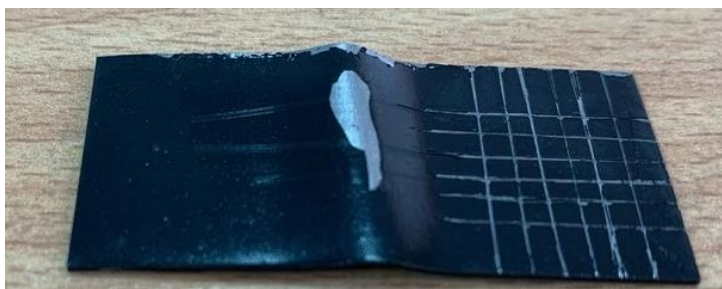


Рисунок 2. Испытания на изгиб после термического старения

Заключение. Исследования показали, что использование наномодифицированных добавок существенно улучшает свойства лакокрасочных материалов, повышая их устойчивость к агрессивным химическим веществам и экстремальным температурным воздействиям. Введение наночастиц, таких как углеродные нанотрубки и оксиды металлов, позволяет значительно повысить твёрдость, уменьшить диэлектрические потери и улучшить эластичность покрытий. Эти улучшения делают ЛКП более надёжными и долговечными, что особенно важно для применения в агрессивных условиях эксплуатации сельскохозяйственной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Компания BINDER. Искусственное старение. Прогноз поведения материала. URL: https://algimed.com/pdf/binder/mk115/2015_03_wp_Artificial_aging_RU.pdf (Дата обращения 30.05.2024)
2. Способы улучшения свойств лакокрасочных покрытий с помощью введения различных наполнителей / Н.А. Коврижкина, В.А. Кузнецова, А.А. Силаева, С.А. Марченко // Авиационные материалы и технологии. 2019. №4 (57). С.41-48.
3. Агрессивные среды и их действие на лакокрасочные покрытия [Электронный ресурс]. URL: <https://mash-xxl.info/info/647090/> (дата обращения: 28.05.2024).
4. Пчельников Александр Владимирович, Пичугин Анатолий Петрович, Луцик Роман Вячеславович, Ткаченко Сергей Евгеньевич ДИЭЛЬКОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПРОЦЕССА СТАРЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ // Эксперт: теория и практика. 2022. №1 (16).

УДК 631.3:667..699.887

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ АПК ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

М.Х. Искандаров, аспирант¹

А.П. Пичугин, д-р техн. наук, профессор¹

А.В. Пчельников, канд. техн. наук, доцент¹

А.К. Туляганов, ст. преподаватель²

¹ Новосибирский государственный аграрный университет

² Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы использования наномодифицированных материалов в качестве добавок для лакокрасочных материалов (ЛКМ) с целью получения защитных покрытий со специальными характеристиками. Отдельное внимание уделено таким характеристикам как огнестойкость, антистатичность, радиационная стойкость, что особо важно для ряда объектов АПК. Установлено, что введение наноматериалов УНТ, оксида висмута, диоксида кремния и др. в отдельности и при

совместном введении при определенном сочетании способствует повышению указанных характеристик в 1,5 – 3 и более раз.

Ключевые слова: лакокрасочные покрытия, наноматериалы, огнестойкость, антистатичность, радиационная стойкость, углеродные нанотрубки, диоксид кремния, оксид висмута.

Введение. Условия эксплуатации машин и оборудования, применяемых в агропромышленном комплексе, отличаются специфическими особенностями, и в определенных случаях для обеспечения безопасной эксплуатации технических объектов требуется уделять особое внимание мероприятиям, обеспечивающих сохранность техники, а также здоровья и жизни людей [1,2].

Одними из таких особенностей являются условия высокой пожароопасности, в которых работают значительное количество техники и оборудования агропромышленного комплекса. Материальный ущерб от пожаров в АПК России ежегодно составляет около 6 млрд. рублей. Так, в результате возгораний происходит уничтожение более 7,5 тыс. единиц автотракторной. Одной из важных причин возгорания являются искры, вызванные накоплением статического электричества на поверхности машин и оборудования, особенно в условиях низкой влажности и повышенного трения. Например, оборудование для сушки и дробления зерна, а также другие подобные объекты представляют опасность, так как в условиях их эксплуатации повышается риск возгорания, взрыва, что приведет к уничтожению дорогостоящей техники и оборудования, и может привести к травмам и смерти сотрудников АПК. [1-3].

При использовании сельскохозяйственной техники на территориях с радиоактивным загрязнением особое внимание следует уделять аспектам, связанных с ее безопасной эксплуатацией. Одной из ключевых задач является контроль радиационных загрязнений и минимизация их уровня с помощью дезактивационных мероприятий до безопасных показателей. Особую важность в этом вопросе следует уделять поверхностям сельскохозяйственных машин и оборудования, с которыми непосредственно взаимодействуют сельскими механизаторами (крышки топливных баков, крышки баков пускового механизма, лестницы и поручни для доступа к кабине сельскохозяйственной техники, ручки дверей, прицепной механизм и рукоятки регулировки прицепного механизма) [4-6].

Методы исследования. Для получения лакокрасочных покрытий использовали различные эмали, широко применяемые в агропромышленном комплексе и обоснованные в предыдущих исследованиях [2,4,7,8]. Для модификации эмалей использованы следующие микро- и наноразмерные модификаторы: углеродные нанотрубки, оксид висмута, гидроксид алюминия, гидроксид магния, цеолит, диоксид кремния, оксид титана.

Определение показателей горючести защитных покрытий определялась в соответствии с ГОСТ 30244 на устройстве для определения показателей горючести патент РФ № 2740179.

Антистатичность покрытий определялась в соответствии со способом определения диэлектрических характеристик лакокрасочных покрытий патент РФ № 2778798.

Обсуждение и результаты. Результаты исследований огнестойкости модифицированных лакокрасочных покрытий показали следующее (рисунок 1): - увеличение содержания гидроксида алюминия в акриловой эмали способствует повышению температуры воспламенения со 128 до 240 °С и увеличению времени сопротивления с 15 до 47 секунд. Однако, введение данного модификатора более 5% приводит к снижению адгезии покрытий с 1 до 3 баллов; - введение в акриловую эмаль гидроксида магния до 10% позволило выявить, что температура воспламенения покрытия возрастает с 128 °С до 168 °С, а время его сопротивления воспламенению увеличивается с 15 до 28 секунд. При этом адгезия лакокрасочного покрытия не изменяется и сохраняется на уровне 1 балла. Однако,

повышение концентрации гидроксида магния более 10% приводит к снижению температуры воспламенения покрытия до 134,3 °С и времени сопротивления воспламенению до 25 секунд.

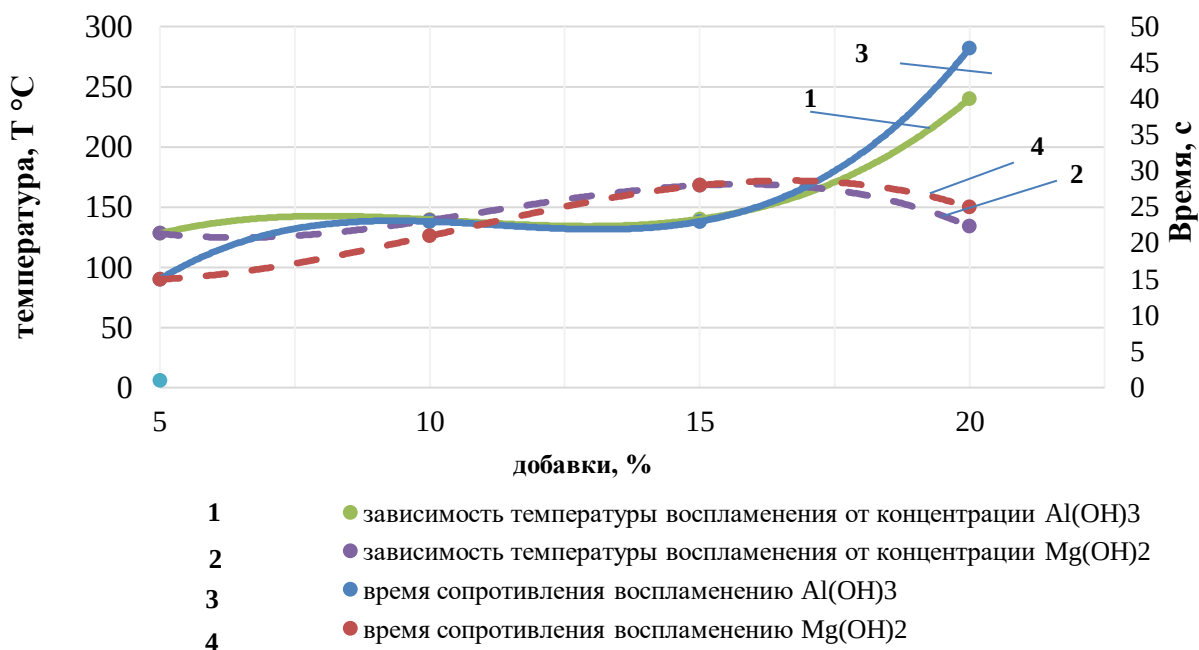


Рисунок 1. Зависимость изменения огнестойкости лакокрасочных покрытий от концентрации гидроксида алюминия и гидроксида магния

Результаты испытаний электрических свойств модифицированных покрытий (тангенс угла диэлектрических потерь, который характеризует антистатические качества) представлены ниже (рис. 2).

Таким образом, при введении углеродных нанотрубок от 0 до 0,5%, происходит снижение тангенса угла диэлектрических потерь с 0,017 до 0,008, что обусловлено высокой электропроводностью и диамагнетической способностью вводимого модификатора. Снижение значения тангенса угла диэлектрических потерь более чем в 2 раза дает основание утверждать о повышении антистатических качеств покрытия. Однако следует учитывать фактор, того что при добавлении УНТ повышается вязкость материала, в следствие чего использование более чем 0,25% данного модификатора приводит к технологическому усложнению ЛКМ. Для обеспечения достаточной антистатичности защитные покрытия должны иметь электрическую проводимость не ниже значения 10^{-8} . Таким образом, известно, что при добавлении углеродных нанотрубок в состав ЛКМ 0,05% достаточно для получения покрытий с защитой от статического электричества.

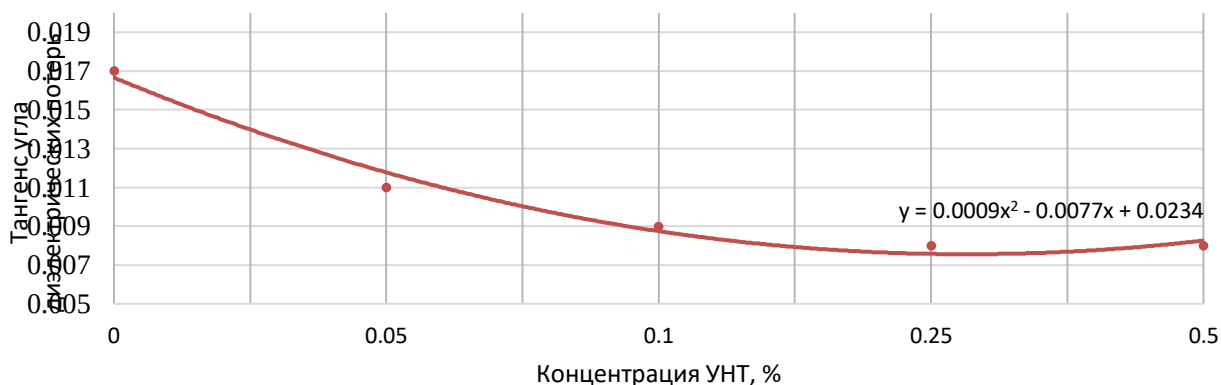


Рисунок 2. Зависимость изменения тангенса угла диэлектрических потерь от концентрации УНТ в составе ЛКМ

В таблице представлены результаты оценки устойчивости лакокрасочных покрытий к радиационным загрязнениям. Сочетание цеолита и алюмосиликатных микросфер приводит к снижению остаточной радиационной загрязненности на 45%, в то время как использование только цеолита или только алюмосиликатных микросфер приводит к снижению на 20% и 30% соответственно. Механизмы воздействия комбинации добавок на радиационную загрязненность требуют дальнейших исследований, но уже сейчас можно сделать вывод о том, что для достижения требуемого уровня радиационной защиты необходимо использовать комбинацию модифицирующих добавок в лакокрасочных покрытиях. Также исследования показывают, что цеолит, введенный в концентрации 1%, способствует снижению степени радиационной загрязненности на 25-35% по сравнению с образцами, применяемых без модификаторов. Увеличение процентного содержания цеолита более 1% практически не влияет на степень загрязненности. В тоже время сочетание цеолита с диоксидом кремния наблюдается ярко выраженное положительное влияние на загрязненность поверхности испытуемых образцов. Радиационное загрязнение снижается в три раза, до уровня 0,24 альфа-частиц/см²*мин, что значительно ниже, чем при использовании ПВХ. Значения радиационной загрязненности поверхности испытуемых образцов бета-част/см²*мин на поверхности испытуемых образцов также минимальны - 0,41 против 1,27 (табл. 1).

Таблица 1

Результаты оценки устойчивости лакокрасочных покрытий к радиационным загрязнениям

№ п/п	Образец	Уровень радиоактивного загрязнения на поверхности образца	
		альфа-част/см ² *мин	бета-част/см ² *мин
1	Без добавок	0,69	1,27
2	УНТ 0,1%	0,61	1,25
3	Оксид висмута 1%	0,63	1,39
4	Полиэтилен 1%	0,54	0,87
5	ПВХ 1%	0,41	0,46
6	Цеолит 5%	0,47	0,63
7	Диоксид кремния 0,5% + ПВХ 1%	0,32	1,0
8	Диоксид кремния 1% +ПВХ 1%	0,36	0,78
9	Диоксид кремния 0,5% + АСМС 1%	0,59	0,85
10	Диоксид кремния 1% +АСМС 1%	0,57	0,84
11	Диоксид кремния 0,5% + АСМС 1% + Оксид висмута 1%	0,61	0,83
12	Диоксид кремния 0,5% + Цеолит 1%	0,24	0,41
13	Диоксид кремния 0,5% + Оксид висмута 1%	0,46	0,58

Выводы. Выявлена потенциальная польза от применения сочетаний различных модификаторов для улучшения специальных характеристик лакокрасочных покрытий (огнезащита, электрозащита, радиационная защита) и определены рациональные сочетания модификаторов (гидроксид алюминия, гидроксид магния, цеолит, диоксид кремния, оксид висмута, УНТ и др.) в лакокрасочных материалах для улучшения характеристик покрытий техники и оборудования агропромышленного комплекса. Дальнейшие исследования планируется направить для уточнения концентраций модификаторов в различных лакокрасочных материалах, а также провести ряд физико-химических исследований для обоснования процессов происходящих в лакокрасочных покрытиях при их модификации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности машин и оборудования", ТР ТС 010/2011 О безопасности машин и оборудования. Москва, 18 октября 2011 года N 823 (с изменениями на 16 мая 2016 года), 2016. - 35с.
2. Моделирование процесса и способы оценки горения защитных покрытий металлических конструкций и оборудования / А. В. Пчельников, А. П. Пичугин, В. Ф. Хританков, Е. А. Волобой // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2020. – № 6(738). – С. 81-90. – DOI 10.32683/0536-1052-2020-738-6-81-90. – EDN SZFISS.
3. ГБУ ВНИИПО МЧС РОССИИ, Пожары и пожарная безопасность, Статистический сборник, Статистика пожаров и их последствий, 2021. – 116 с
4. Защитные свойства композиций с наноразмерными и специальными добавками от радиационного воздействия / А. П. Пичугин, В. Ф. Хританков, А. В. Пчельников, Д. В. Ромашев // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2021. – № 12(756). – С. 24-33. – DOI 10.32683/0536-1052-2021-756-12-24-33. – EDN TMVLKO.
5. Рекомендации по ведению сельскохозяйственных работ в условиях радиоактивного загрязнения. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: https://chernobyl.mchs.gov.by/upload/iblock/a79/rec_sel_hoz_2012.pdf
6. Радиационная безопасность: Учеб. пособие / И.С. Асаенко, А.И. Навоша А 90 – Мн.: Бестпринт, 2004. – 105 с.
7. Пчельников, А. В. Обоснование факторов, влияющих на интенсивность изнашивания лакокрасочного покрытия днища и шнека жатки зерноуборочного комбайна / А. В. Пчельников, В. Н. Хрянин // Вестник ИрГСХА. – 2017. – № 81-2. – С. 117-124. – EDN ZFOTVP.
8. Диэлькометрический анализ эксплуатационных характеристик и процесса старения защитных покрытий / А. В. Пчельников, А. П. Пичугин, Р. В. Луцк, С. Е. Ткаченко // Эксперт: теория и практика. – 2022. – №1(16). – С. 14-22. – DOI 10.51608/26867818_2022_1_14. – EDN WIQQMF.

УДК 69.002.5

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕГКИХ БЕТОНОВ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. Лыткина, канд.техн.наук

А.С. Стадник, студент

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Аннотация. Актуальность легких бетонов в последние десятилетия в России приобретаем массовый характер. Относительно простая технология подготовки сырьевых компонентов, технологический процесс, хранение готовой продукции и сырьевых компонентов, оборудование для производства – все это позволяет получать продукцию заданного качества и в необходимые сроки.

Ключевые слова: Полистиролбетон, смеситель, полистирольные гранулы, легкий бетон.

Одним из важнейших направлений в строительстве является развитие эффективного энергосбережения зданий. Одним из успешных материалов последних лет стал полистиролбетон, который объединил в себе свойства конструктивного материала и утеплителя. Для реализации современных требований хорошо подходит использование полистиролбетонных блоков - материала на основе гранул вспененного полистирола, цемента, воды затворения и химических добавок, имеющий высокие технико-экономические

и эксплуатационные показатели (низкая теплопроводность, небольшой вес, простота монтажа, относительно низкое водопоглощение, конкурентная цена).

Производство полистиролбетона развивается большими темпами в России, так как материал не требует больших вложений и легок в производстве. В следствие чего, в России в основном преобладают частные компании с небольшим объемом производства.

В НСО производство полистиролбетона осуществляется несколькими компаниями ООО «Полистиролбетон», ООО «Теплый бетон», ГК «Легкий бетон» и др. Развитие большого количества компаний обуславливается еще тем, что идет быстрый рост индивидуального жилого строительства и основным вопросом становятся теплозащитные свойства ограждающих конструкций.

Средняя производительность местных предприятий составляет около 50-70 тыс м³. Номенклатура в основном представлена штучными изделиями (блоки, армированные перемычки для проемов) для малоэтажного строительства, товарным полистиролбетоном.

Два основных способа производства полистиролбетона – литевой, и литевой с последующим вибропрессованием. В основном в Новосибирской области используют метод литевой. Основное оборудование, необходимое для подобного производства, рассчитывается исходя из годовой производительности, объемам по каждому переделу и делению по номенклатуре.

При литевой технологии изготовления, готовый раствор заливают в предварительно подготовленные формы. Далее формы выдерживаются в течение 1-2 суток, если не использовать камеры ТВО, или 3-4 часов если используется ТВО. После чего производят распалубку формы и увозят на склад готовой продукции. Плюсом данного метода является широкая номенклатура изготовления продукции.

Метод с последующим вибропрессованием заключается в дополнительном прессовании смеси, поскольку она достаточно жесткая. После чего отправляется выдерживаться в ТВО. Данный способ хорош тем, что можно изготавливать формы различных размеров, и материал обладает повышенной плотностью.

Составы полистиролбетонной смеси должны назначаться расчетно-экспериментальным способом в соответствии с требованиями ГОСТ 27006 на основе опытных замесов с учетом характеристик имеющихся материалов и параметров технологического оборудования по приготовлению, укладке, уплотнению смеси, а также с учетом твердения бетона.

Одним из основных видов оборудования является предвспениватель, предназначенный для первичного вспенивания гранул полистирола вспенивающегося методом тепловой обработки. В качестве теплоносителя используется насыщенный водяной пар. Как правило идет процесс двойного вспенивания: сначала первичное вспенивание, потом вылеживание в течение суток, затем вторичное вспенивание и увеличение в объеме еще примерно в 1,5-1,5 раза. Давление в предвспенивателе регулируется, поэтому и требуемая температура пара для прохождения процесса вспенивания может быть подобрана в соответствии с необходимой плотностью или с уровнем содержания пентана в сырьевых гранулах полистирола. Установка «Предвспениватель ПП-8» представлен на (рис. 1), технические характеристики приведены в (табл.1), рассчитанный на годовую производительность 50 тыс. м³. «ПП-8» - устройство объемом 800л., предназначенное для тепловой обработки гранул полистирола при помощи водяного пара [1, 2].

Подача гранул в камеру тепловой обработки осуществляется шнековым питателем. Равномерное вращение перемешивающего устройства препятствует вспениванию гранул. Для получения необходимой плотности возможно многократное вспенивание материала после промежуточной выдержки.

Таблица 1

Технические характеристики предвспенивателя «ПП-8»

Наименование показателя	Значение
Производительность, м ³ /час	До 10
Напряжение питания, В	380
Потребляемая мощность, кВт	30
Мощность двигателя, кВт	1
Мощность мотор-редуктора, кВт	2,2
Мощность насоса, кВт	0,75
Объем камеры вспенивания, л	700
Объем накопителя воды, л	85
Габариты (Д/Ш/В)	1600/1150/2250
Масса, кг	320

Для перемешивания, вяжущего со вспененным заполнителем и другими компонентами смеси используют смеситель.



Рисунок 1 – Предвспениватель «ПП-8»

Бетоносмеситель «Универсал-500» производительностью до 4 м³/час с героторным насосом. Данный тип оборудования считается универсальным для строительства, поскольку установка «Универсал-500» может работать как стационарно в помещении, так и на открытой строй площадке, и использоваться для различных целей. Для организации производства необходимо помещение площадью не менее 50м², электроэнергии 7 кВт и 2 работника. Для работы на строительных объектах установку легко перевезти на автомобильном прицепе. Комплект «Универсал-500» состоит из основных и вспомогательных агрегатов. Основное оборудование в комплекте:

1. Установка «Универсал-500» – устройство, где происходит перемешивание ингредиентов и приготовление полистиролбетона, с последующей подачей раствора с помощью героторного насоса до нужного места.
2. Компрессор – работает совместно со смесителем (выгрузка под давлением 0.3-0.7 атм.). Характеристика бетоносмесителя и насоса приведены табл.2.

Таблица 2

Технические характеристики смесителя «Универсал 500»

Наименование показателя	Значение
Производительность, м ³ /час	до 4
Объем смесителя, л	500
Частота вращения вала, об/мин	60
Фракция заполнителя, мм	до 5
Напряжения питания, В	380
Привод мотор-редуктор	NMRV110
Мощность двигателя, кВт	4
Толщина торцевых стенок, мм	5
Толщина бочки, мм	4
Толщина спирали, мм	3
Решетка для загрузки цемента	да
Габариты (Д/Ш/В), мм	1710/970/890
Масса, кг	320

Таблица 3

Технические характеристики смесителя героторного насоса

Наименование показателя	Значение
Производительность, м ³ /час	до 7
Дальность подачи по вертикали, м	35
Дальность подачи по горизонтали, м	120
Диаметр сопла, мм	65
Объем бункера, л	650
Фракция заполнителя, мм	до 8
Подтягивание героторная пара	да
Толщина торцевых стенок, мм	5
Толщина корыта, мм	4
Напряжение, В	380
Мощность, кВт	7,5
Габариты (Д/Ш/В), мм	2200/1100/830
Масса, кг	290

Героторный насос позволяет легко доставлять бетонную смесь через шланг, что позволяет уменьшить трудозатраты на рабочих и уменьшить время формовки изделий.

Для формовки изделий используют поворотные вибростолы от компании «М-конструктор» с магнитными бортами. Данные столы способствуют созданию различных размеров изделий и форм.

Вибростол с размерами 12500x4600x400 мм способен производить блоки с размерами 600x300x400 в количестве 198 шт с учетом толщины стенок.

Таблица 4

Технические характеристики вибростола «М-Конструктор»

Наименование показателя	Значение
Габариты (Д/Ш), мм	12500/4600
Высота упорного борта, мм	400
Частота вибрации, Гц	200
Длина производственной линии, м	100
Количество производственных циклов, шт/сут	2
Управление	Стационарное или дистанционное
Теплоноситель	Термомасло, вода, пар

Универсальный поворотный вибростол — элемент производственного комплекса для изготовления изделий с использованием магнитной опалубки. С помощью магнитного оборудования и поворотного вибростола можно изготавливать практически все изделия (ненапряженные, плоские) для строительства зданий, в том числе нестандартные конструкции.

Для дозирования компонентов и готовой смеси используют стандартные дозаторы типа «ДЗП-1000», «ДЗХ-40» и их аналоги.

В зависимости от марки полистиролбетона идет расчет всех компонентов на 1 м³ смеси и подбор оборудования на каждом этапе производства. Производственное оборудование должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.003 - 83.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 20282 – 86. Полистирол общего назначения. Технические условия: введ. 1987-01-01. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095525> (дата обращения: 12.05.2024).
2. ГОСТ 7473-2010. Смеси бетонные. Технические условия : введ 2012-01-01. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095525> (дата обращения: 12.05.2024).
3. Автоматизированные линии для производства полистиролбетона : сайт. - <https://www.sts54.ru/catalog/oborudovanie-dlya-proizvodstva-polistirolbetona/avtomatizirovannye-linii-dlya-proizvodstva-polistirolbetona/>. - (дата обращения: 10.05.2024). – Текст : электронный.
4. Ильина, Л. В. Проектирование предприятий сборного железобетона : учебное пособие / Л. В. Ильина ; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Новосибирск : НГАСУ, 2013. – 149 с.
5. Описание технологического процесса производства. - URL: <https://studfile.net/preview/3547860/page:4/> (дата обращения: 10.05.2024). – Текст : электронный.

УДК 667.6

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Н.С. Простаков, магистрант

В. Н. Хрянин, кан. тех. наук, доцент

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. В статье представлены способы защиты металлических поверхностей сельскохозяйственной техники от коррозии. Описаны дисперсионные среды (пленкообразующие) и дисперсные фазы (пигменты, наполнители, ингибиторы), защитные покрытия на основе органосиликатов, кадмия и никеля, а также цинк- и алюминий наполненные покрытия, положительно влияющие на антикоррозионную защиту лакокрасочных покрытий.

Ключевые слова: атмосферная коррозия, защита от коррозии, пассивная защита, активная защита, ингибитор коррозии, коррозионная стойкость.

При эксплуатации сельскохозяйственной техники большое значение для обеспечения качественной долговременной защиты от коррозии имеют лакокрасочные покрытия, представляющие из себя разнообразные по составу дисперсные системы, состоящие из

дисперсионных сред (пленкообразующие) и дисперсных фаз (пигменты, наполнители, ингибиторы коррозии и пр.). [1]

Известно, что существует несколько способов защиты от коррозии – это применение защитных покрытий барьерного действия (пассивная защита), катодная (активная) защита, совместное применение пассивного и активного методов защиты от коррозии, замедление коррозии путем введения в рецептуру ингибиторов коррозии. [2]

При использовании пассивной защиты на металлическое изделие наносится тонкослойное лакокрасочное покрытие, которое выполняет барьерные характеристики, то есть процесс защиты заключается в предотвращении контакта металла с наружной средой. После высыхания они образуют прочную и твердую пленку, имеющую высокую адгезию.

Среди этой группы лакокрасочных материалов долговременную защиту от коррозии обеспечивают полиуретановые материалы. Полиуретановые ЛКМ в наибольшей степени соответствуют требованиям, предъявляемым к антикоррозионным ЛКМ, обеспечивающим защиту металла в атмосферных условиях. Покрытия на их основе отличаются высоким качеством. Они характеризуются быстрой сушкой, атмосферо-, водо-, хим-, абразиво-, морозо- и термостойкостью. Полиуретаны обладают превосходной адгезией. В сочетании с эпоксидными или другими антикоррозионными грунтовками полиуретановые лаки и эмали используются для защиты не только сельскохозяйственной техники, но и мостов, трубопроводов, самолетов и т.д. [3]

Кроме полиуретановых ЛКМ к покрытиям барьерного действия относятся и фторполимеры, отличающиеся очень высокой стойкостью к действию атмосферных факторов, химической стойкостью, низкой поверхностной энергией и высокой коррозионной стойкостью. Их использование в финишных ЛКМ позволяет сохранять цвет, блеск и коррозионную стойкость при долговременной эксплуатации. В свою очередь присущие им особые свойства ограничивают их широкое применение. Это, прежде всего, пленкообразование при высоких температурах, слабая адгезия непосредственно к металлу, а также трудности при перекраске, принимая во внимание малую поверхностную энергию.

Одними из наиболее распространенных дисперсионных сред, имеющих антикоррозионные свойства, являются эпоксидные пленкообразующие. Они обладают целым рядом ценных свойств: высокими адгезией, твердостью и механической прочностью, стойкостью к резкому перепаду температур, действию химических реагентов (особенно щелочей, растворителей), водо- и маслостойкостью, ионизирующих излучений, а также хорошими диэлектрическими свойствами. К недостаткам эпоксидных покрытий можно отнести склонность к изменению цвета (меление, потеря блеска) под воздействием ультрафиолета, что снижает их декоративные свойства в процессе эксплуатации. [4]

Органосиликатные композиции также относятся к группе защитных покрытий барьерного действия и являются многоцелевым материалом для создания лакокрасочных поверхностей. Их уникальность определяется повышенным содержанием в составе особых дисперсных фаз – силикатов, входящих в состав наполнителей. Объединение органических и неорганических компонентов в составе придает органосиликатным композициям сверхпрочность, антикоррозионные, электро- и теплоизоляционные свойства. [5]

Следующим способом защиты металла от коррозии является катодная (активная) защита. Активные методы защиты от коррозии основаны на использовании электрического тока или химических реакций металла. Такие способы обеспечивают длительную защиту от окислов и разрушений. Однако, из-за сложности процесса обработки, они проводятся, как правило, при производстве машин. Основные виды активной защиты: горячее цинкование, гальваническое цинкование, термодиффузионное цинкование. [6]

При горячем цинковании очищенное металлическое изделие погружается в расплавленный цинковый раствор. Весь процесс проходит при высокой температуре (примерно 450 °C), в результате химической реакции между цинком и металлом образуется защитная плёнка.

При гальваническом цинковании изделие помещается в электролитическую ванну, в которой содержится цинковый раствор. За счет прохождения электрического тока через раствор, цинк осаждается на поверхности металла, образуя защитное покрытие. Однако оно имеет определенные ограничения по использованию, что обусловлено сравнительно тонким слоем защитного покрытия (не превышает 15 мкм).

Термодиффузионное цинкование основано на явлении термодиффузии, когда цинк проникает в структуру металла в результате нагрева до определённой температуры и в присутствии специальных добавок (например, алюминия и меди). Термодиффузионное цинкование обеспечивает более равномерное и прочное покрытие, чем обычное горячее цинкование, и имеет большую стойкость к коррозии.

ЛКМ, содержащие в своем составе особую дисперсную фазу – цинк, относятся к составам, обеспечивающим катодную защиту углеродистой стали и представляющим активные системы, более эффективные для замедления коррозии, чем пассивные барьерные системы. Защитные свойства цинка обусловлены более низким электрохимическим потенциалом (-0,76 В) по сравнению с железом (-0,44 В), поэтому в электрохимической паре цинк-железо, возникающей в присутствии электролита, цинк выполняет роль анода. Медленно растворяясь в процессе эксплуатации покрытия, цинк выполняет роль протектора, защищая подложку-катод от разрушения.

Особенностью цинкосодержащих лакокрасочных покрытий в отличие от обычных красок является то, что за счёт катодного механизма защиты они предотвращают коррозию стали даже в местах повреждения покрытия, при этом в местах дефектов не только не появляется ржавчина, но более того цинк, окисляясь «залечивает» поврежденное покрытие за счёт образования оксида цинка. Не менее важно также то, что цинк предотвращает подпленочную коррозию, скрытую от наших глаз, но развивающуюся под слоем обычной краски. Грунтовка на основе цинка обладает способностью впитывать воду, всегда содержащуюся в слое ржавчины или конденсирующуюся на поверхности из-за неблагоприятных атмосферных условий, а также смачивать плохо обезжиренную поверхность. [7,8]

Аналогично цинковым ведут себя алюминиевые и алюмоцинковые покрытия, поскольку стандартный электродный потенциал алюминия (-1,66 В) в паре с железом более отрицательный, чем железо. Так же как у цинкового покрытия, продукты коррозии заполняют имеющиеся в покрытии дефекты, снижая скорость дальнейшей коррозии. Долговечность алюминиевых и алюмоцинковых покрытий обычно выше, чем просто цинковых. При этом защита основного металла обеспечивается тем дольше, чем толще покрытие и не зависит от способа его нанесения. [9]

Еще одним примером дисперсной фазы, эффективно влияющей на антикоррозионную защиту является кадмий. Кадмий отлично показывает себя в кислых и нейтральных средах, растворах хлоридов. В атмосфере промышленных городов кадмиевые покрытия менее стойки, чем цинковые. Поэтому кадмирование чаще используют для защиты черных и цветных металлов в условиях морского климата или при воздействии жидкой среды, содержащей хлориды.

Стоит отметить покрытия, содержащие в своем составе никель. Их широко применяют для защиты изделий от коррозии и для декоративной отделки в машиностроении, приборостроении, автомобильной, медицинской, электронной промышленности, при изготовлении предметов бытового потребления. Никелевые покрытия весьма стойки в атмосфере, растворах щелочей и некоторых органических кислот, что обусловлено сильно выраженной способностью никеля к пассивации в этих средах. [10]

Анализируя имеющиеся методы антикоррозионной защиты, можно сделать вывод о перспективности совместного применения пассивной и активной защиты, когда лакокрасочное покрытие выполняет основную роль защиты (пассивная защита), а в местах механического повреждения покрытия избежать коррозии помогает система электрохимической защиты (активная защита). [11]

Важным методом защиты металла являются ингибиторы коррозии. В зависимости от условий эксплуатации металлических изделий ингибиторы подразделяются на ингибиторы атмосферной коррозии, ингибиторы коррозии водно-солевых систем, ингибиторы кислотной коррозии, ингибиторы сероводородной коррозии и др. Применительно к сельскохозяйственной технике наиболее перспективными являются ингибиторы атмосферной коррозии.

Сущность защиты металлов ингибиторами атмосферной коррозии заключается в химическом и физическом взаимодействии ингибиторов с влагой, кислородом и другими коррозионно-активными веществами, в результате которого образуются нейтральные в коррозионном отношении вещества. К наиболее распространенным дисперсным фазам, использующиеся как ингибиторы атмосферной коррозии можно отнести нитриты, нитраты, бораты, фосфаты, хроматы и др.

Для получения ингибированных покрытий могут быть использованы любые лакокрасочные и полимерные материалы. Характерной особенностью таких покрытий является то, что путём правильного подбора и введения в лакокрасочные материалы ингибиторов коррозии в строго определённых концентрациях удаётся резко повысить, в первую очередь, защитные свойства покрытий, а также адгезию, твёрдость и прочностные характеристики без увеличения толщины покрытия. [9]

В качестве ингибиторов коррозии очень эффективны хроматы, перспективными ингибиторами являются фосфаты, они значительно менее токсичны, хотя и уступают хроматным по защитным свойствам.

Существует ряд ЛКП, сохраняющих свои защитные свойства и после повреждения целостности покрытия. Эти покрытия содержат в своем составе пигменты – ингибиторы коррозии. Наиболее эффективными из них являются свинцовый сурик Pb_3O_4 и хромат цинка $ZnCrO_4$. Такие краски используют для создания первого слоя покрытия или грунта. Грунт обеспечивает прочную адгезию металла с последующими слоями краски и в значительной степени – антикоррозионную защиту. [12]

Проанализировав вышесказанное можно сделать вывод, что наиболее подходящими дисперсионными средами для защиты сельскохозяйственной техники при эксплуатации являются полиуретановые, эпоксидные и фторполимерные, поскольку покрытия на их основе обладают высокой адгезией, высокой водо-, атмосферо-, хим- и термостойкостью, а также коррозионной стойкостью. Также, для защиты сельскохозяйственной техники от коррозии можно использовать органосиликатные композиции. Использование активных методов защиты металла, таких как горячее цинкование и термодиффузионное цинкование, на наш взгляд, возможно проводить в специализированных предприятиях при ремонте сельскохозяйственной техники. Кроме того, для защиты техники от коррозии эффективны ЛКМ, содержащие в своем составе элементы с более низким электрохимическим потенциалом, нежели металл-подложка. К таковым можно отнести цинк и алюминий. Покрытия на их основе обеспечивают три уровня защиты металла: барьерный (пассивный), катодный (активный) и ингибиторный. Долговременную защиту черных металлов от коррозии обеспечивают также покрытия с особыми дисперсными фазами – кадмием и никелем. Данные компоненты отлично себя показывают в атмосфере, в нейтральной, кислой и щелочной средах. В качестве ингибиторов, эффективно защищающих сельскохозяйственную технику от атмосферной коррозии, можно использовать хроматы, фосфаты, бораты и пр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Простаков Н. С. Дисперсные фазы и их влияние на лакокрасочные покрытия / Н. С. Простаков, В. Н. Хрянин // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования. – 2023. – № 15. – С. 42-45.
2. Современные ЛКМ для антикоррозионной защиты металлоконструкций в атмосферных условиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.promo96.ru/informatoriy/stati/sovremennye-lkm-dlya-antikorroziionnoy-zaschity-metallokonstrukciy-v-atmosferyh-usloviyah> (Дата обращения 10.03.24 г.)

3. Зиновьев В.М., Зрайченко Л.И., Горшкова Л.М. Полиуретановые и эпоксипуретановые покрытия для антикоррозионной защиты металлических конструкций // Инновации. 2014. №6 (188). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poliuretanovye-i-epoksiuretanovye-pokrytiya-dlya-antikorroziionnoy-zaschity-metallicheskih-konstruktsiy> (дата обращения: 07.05.2024).
4. Кузнецова В.А., Емельянов В.В., Шаповалов Г.Г., Коврижкина Н.А. Применение модификаторов для повышения эксплуатационных свойств лакокрасочных покрытий на основе эпоксидных пленкообразующих (обзор) // Труды ВИАМ. 2021. №12 (106). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-modifikatorov-dlya-povysheniya-ekspluatatsionnyh-svoystv-lakokrasochnyh-pokrytiy-na-osnove-epoksidnyh> (дата обращения: 07.05.2024).
5. Роман Е. В. Органосиликатные композиции различного назначения / Е. В. Роман, В. С. Боголюбова, В. А. Майков, В. Л. Азанчевский // Безопасность труда в промышленности. – 2001. – № 12. – С. 34.
6. Защита металлоконструкций от коррозии и огня: пассивные и активные методы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://plazma-spb.ru/statji/zashchita-metallokonstrukcij-ot-korrozii> (Дата обращения 14.03.24 г.)
7. Медведев М.С. Современные способы защиты металла от коррозии // Эпоха науки. 2019. №20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-sposoby-zaschity-metalla-ot-korrozii> (дата обращения: 10.03.2024 г.).
8. Цинкосодержащие антикоррозийные покрытия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://targospb.ru/cinkosoderzhaschie--antikorroziynye> (Дата обращения 13.03.24 г.)
9. Митягин В.А., Волгин С.Н., Вижанков Е.М. Консервационные материалы и защитные покрытия: монография. – М.:Грин Принт, 2022. – 372 с.: ил.
10. Кузьмина, М. Ю. Защита металлов от коррозии покрытиями : учебное пособие / М. Ю. Кузьмина. — Иркутск : ИРНИТУ, 2021. — 216 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/325403> (дата обращения: 17.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
11. Чургулия Д. Т. Методы предотвращения коррозионных процессов металлических конструкций морских нефтегазовых сооружений / Д. Т. Чургулия, В. В. Коршунов // Неделя науки СПбПУ. – 2019. – С. 152-155.
12. Даниловская Л. П. Ингибиторы коррозии металлов: методические указания / Спб. Гос. морской техн. ун-т: Кафедра химии; сост. Л. П. Даниловская, Р. С. Крымская. – Спб, 2017. – 35 с.

УДК 691-405.5

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

О.Е. Смирнова, канд. техн. наук, доцент

Р.Ю. Фроликов, студент

А.В. Красова, аспирант

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Аннотация. В статье рассматривается актуальность применения техногенных отходов в производстве строительных материалов. Приведена технологическая схема производства ячеистого бетона на основе двухкомпонентного мелкого заполнителя. Рассмотрены особенности технологической подготовки осадка поверхностных сточных вод, особенности технологических режимов производства ячеистого бетона.

Ключевые слова: газобетон, техногенные отходы, каустическая сода, технология.

В настоящее время, в строительной индустрии приоритетным направлением является расширение сырьевой базы с помощью возможного применения различных видов отходов, которые занимают значительные территории в России и оказывают негативное воздействие на экологию окружающей среды. Применение осадка поверхностных сточных вод в качестве мелкого заполнителя для бетона является одним из перспективных решений проблемы утилизации указанных отходов [1].

Преимущества данного подхода заключаются в следующем:

- утилизация больших объемов техногенных отходов;
- решение проблемы хранения и накопления отходов на иловых полях;
- расширение базы местного сырья для производства строительных материалов;
- сокращение нагрузки на окружающую среду за счет уменьшения потребности в добыче природных ресурсов.

В ходе исследования проведен патентно-информационный анализ и было выявлено, что техногенные отходы часто используют для производства легкого бетона, так как данный вид бетона имеет более низкую плотность, которую можно достичь за счет использования легких наполнителей – тонкодисперсных или пылевидных отходов. Одним из таких отходов является осадок поверхностных сточных вод [2].

Технологические особенности рассматривались для газобетона неавтоклавного следующего сырьевого состава:

- портландцемент типа ЦЕМ II, подтипа А со шлаком (Ш) от 6 процентов до 20 процентов класса прочности 32,5 быстротвердеющий (портландцемент со шлаком ЦЕМ II/А-Ш 32,5Б), соответствует требованиям ГОСТ 31108 [3];
- измелённая гашёная известь, согласно СН 277-80 [4];
- песок АО «Левобережный песчаный карьер» с. Марусино, модуль крупности $M_k = 1,83$, содержание пылевидных и глинистых частиц 1,2%, насыпная плотность 1549 т/м³ влажность 3,8%, удельная, эффективная активность естественных радионуклидов в песке АЭФФ, 49,8 Бк/кг;
- осадок поверхностных сточных вод, влажность 17-18%, осадок относится к первому классу опасности;
- каустическая сода (едкий натр, гидроксид натрия) в соответствии с требованиями ГОСТ Р 55064 [5];
- алюминиевая пудра ПАВ-1, в соответствии с требованиями ГОСТ 5454 [6].

Для производства ячеистого бетона применялся двухкомпонентный заполнитель, включающий песок – 60-70% и осадок поверхностных сточных вод (30-40%). При выполнении подбора состава и выборе технологии определялись физико-механические и химические показатели многокомпонентного наполнителя.

Результат определения зернового состава песка представлен в таблице 1 и на рисунке 1 изображен графически в виде кривой просеивания.

Таблица 1

Зерновой состав песка						
Наименование остатка	Остатки, % по массе, на ситах					Проход через сито с сеткой № 0,16 (0,14), % по массе
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16 (0,14)	
Частный	3,809	3,619	15,238	36	32	9,333
Полный	3,809	7,428	22,666	58,666	90,666	

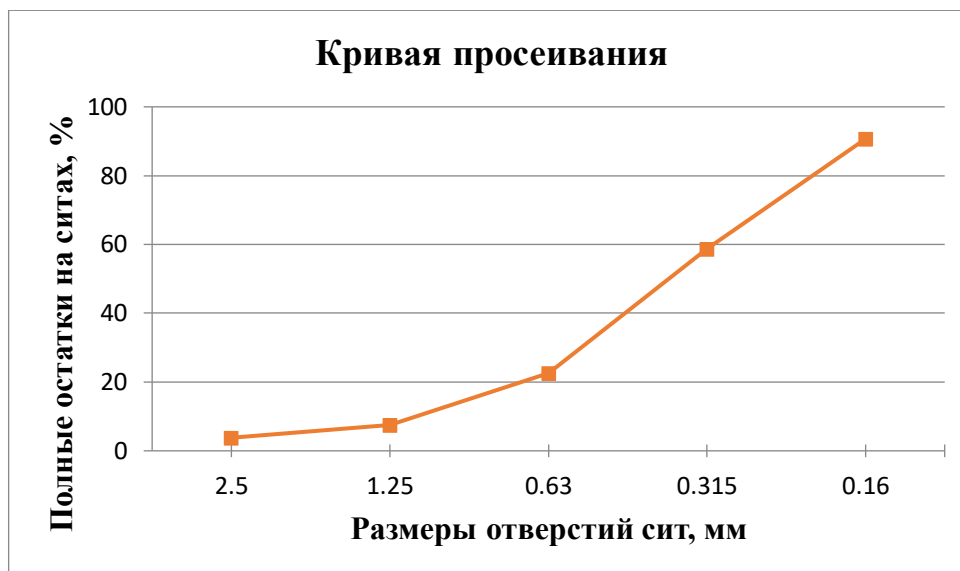


Рисунок 1. Зерновой состав песка

Определение зернового состава песка проводилось в лаборатории НГАСУ (Сибстрин) (рис.2.). Из результатов испытания видно, что песок относится к мелким группам (1,5 - 2,0) и соответствует ГОСТ 8736.



Рисунок 2. Испытания песка

Осадки отбирали совком методом точечных проб в соответствии с [7] и [8] с локальных очистных сооружений города Новосибирска по три пробы в каждый период. Далее пробы усреднялись. Пробы хранили в прохладном месте в стеклянной таре с плотно закрывающейся крышкой.

Химический состав осадков определяли с помощью рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). В данном исследовании рассматривали пробы весеннего периода (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав осадка весеннего периода

Наименование показателя	Содержание компонента, масс., %		
	Весна 2023	Весна 2024	Среднее
SiO₂	40,38	36,14	38,49
TiO₂	0,77	0,57	0,66
Al₂O₃	9,76	8,97	9,01
Fe₂O₃	5,92	8,56	7,46
MnO	0,09	0,12	0,09
MgO	2,14	2,75	2,26
CaO	11,12	12,7	12,2
Na₂O	1,05	1,53	1,17
K₂O	1,66	1,1	1,32
P₂O₅	0,61	0,66	0,65
BaO	0	0,04	0,01
SO₃	2,57	2,37	2,43
V₂O₅	0,02	0,01	0,02
Cr₂O₃	0,02	0,01	0,02
NiO	0,02	0,01	0,02
ППП	8	9	8,5
Модуль основности (Мо)	0,26	0,34	0,3
Модуль активности (Ма)	0,24	0,25	0,23

Согласно результатам РФА сухой осадок сточных вод, содержит SiO₂ – 38-45%. По расчетным данным выявлено, что осадок является кислым, так как модуль основности и модуль активности меньше единицы.

Так как сухой осадок ливневых сточных вод является кислым, то предлагается использовать его в качестве заполнителя для газобетона неавтоклавного.

В цехах по производству неавтоклавного газобетона организованных в основном в последнее время, технологический процесс осуществляется по более простым и менее энергоемким схемам.

В качестве вяжущего вещества используется в основном портландцемент. С целью исключения затрат на помол кремнеземистого компонента, применяют природные мелкие пески или промышленные отходы – кислые золы, продукты обогащения руд и др.

Формование изделий осуществляют либо в многоместных (кассетных), либо по резательной технологии, но с заливкой значительно меньших по объёму массивов, чем на крупных предприятиях.

Для исключения расходов на тепловую обработку твердение чаще всего организуют естественным путем, иногда – термообработку в пропарочных камерах или туннелях при атмосферном давлении. Для ускорения набора распалубочной прочности в случае естественного твердения может применяться кратковременный электропрогрев.

Твердение неавтоклавных ячеистых бетонов осуществляется при пропаривании в среде насыщенного водяного пара при температурах 80 - 90 градусов и атмосферном давлении по специальным режимам: нагрев (1-2 час) - изотермическая выдержка при максимальной температуре (6-8 час) - естественное охлаждение (1,5-3 час) или реже в естественных условиях при температуре окружающей среды 25 градусов и атмосферном давлении.

Схема технологического производственного процесса представлена на рисунке 3.

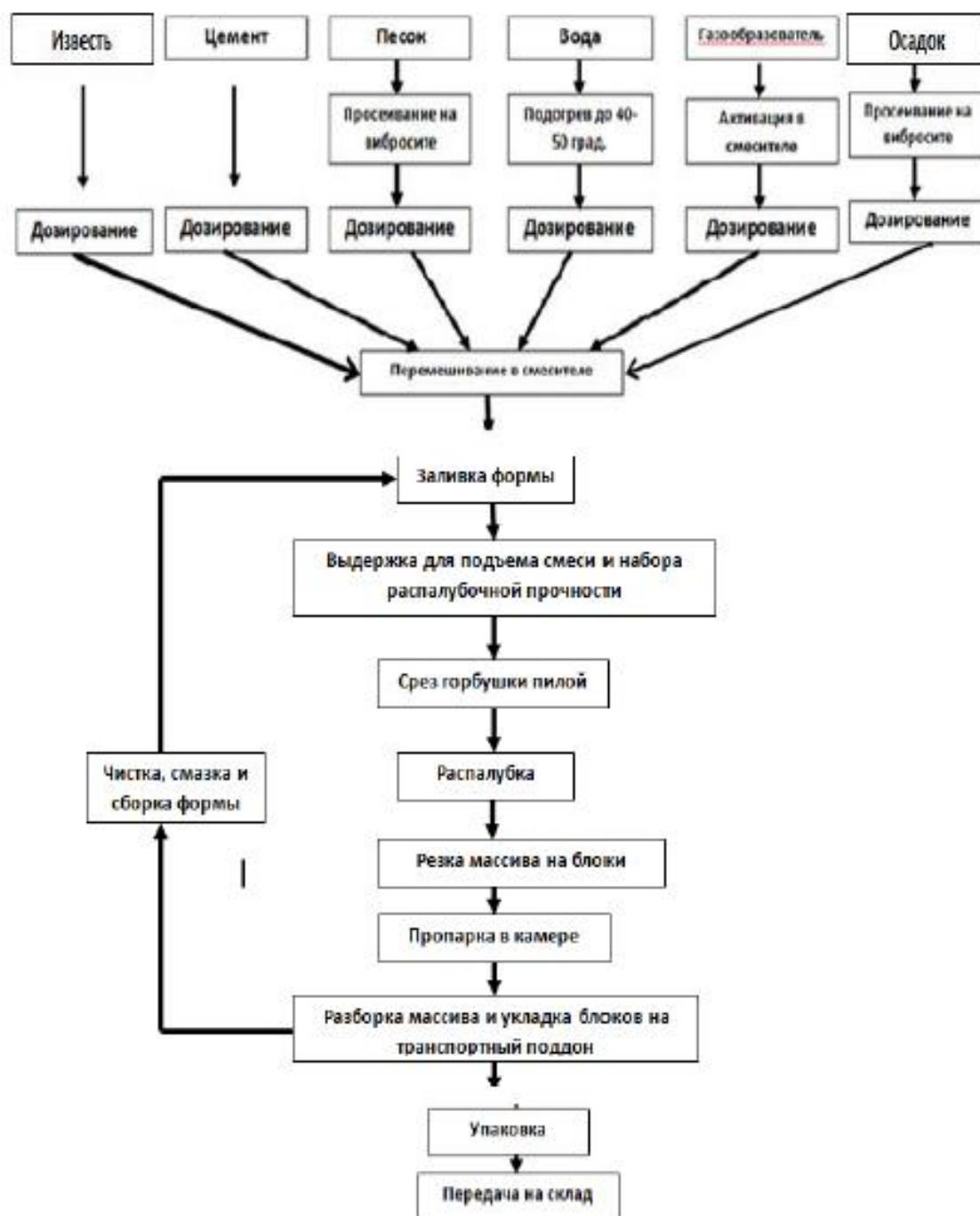


Рисунок 3. Технологическая схема производства неавтоклавного газобетона

Описание технологического процесса производства. Цемент из силоса подается шнековым питателем в весовой бункер-дозатор. При достижении в дозаторе предварительно настроенной массы цемента питатель автоматически отключается. Далее подается в дозатор известь из силоса, и также, при достижении в дозаторе предварительно настроенной массы извести питатель автоматически отключается.

Песок, сухой осадок сточных вод и вода подаются в мельницу мокрого помола. Из мельницы полученный песчано-золовый шлам попадает в весовой бункер-дозатор. При достижении в дозаторе предварительно настроенной массы шлама питатель автоматически отключается.

Отдельно готовится водно-алюминиевая суспензия. Аллюминиевую пудру засыпают в смеситель для суспензии с небольшим количеством синтетического моющего

средства и воды. Во время перемешивания происходит смывание парафина с частиц пудры, тем самым получается алюминиевая суспензия, пригодная для производства газобетона.

В газобетоносмеситель подается набранный объем песчано-золowego шлама, который сразу же начинает непрерывно перемешиваться. После чего, в этот же смеситель, начинают добавлять поочередно: цемент, известь и самой последней добавляется алюминиевая суспензия. Каждый добавленный компонент данной смеси, после добавления хорошо смешивается примерно в течение 30 секунд, смесь перемешивают до получения однородного рабочего раствора.

Готовый раствор разливают в металлические формы наполовину, где и происходит образование пористой структуры газобетонных изделий, и оставляют затвердевать в естественных условиях. В залитой форме происходит подъем смеси, и предварительный набор прочности в течение 60-120 минут, во время подъема происходит заливка следующих форм.

После того как прошло 1-2 часа, специальной ручной пилой срезается та часть массива, которая поднялась выше верхнего края бортов (горбушку). Далее снимаются борта формы, и устанавливается шаблон для резки массива.

Газобетонный массив, расположенный на передаточной тележке, поступает по рельсовым путям на резательную установку. Где происходит резка массива на отдельные блоки.

Разрезанный на отдельные блоки массив поступает в пропарочную камеру 15, где осуществляется пропарка в среде насыщенного водяного пара при температурах 80 - 90 градусов и атмосферном давлении по специальным режимам: нагрев (1-2 час) - изотермическая выдержка при максимальной температуре (6-8 час) - естественное охлаждение (1,5-3 час).

После пропарки блоки перекладывают на транспортный поддон, упаковывают и отправляют на склад готовой продукции.

Таким образом, рассмотрена возможность применения осадка сточных вод весеннего периода в качестве мелкого заполнителя ячеистого бетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красова, А. В. Исследование возможности применения осадка сточных вод в строительстве / А. В. Красова, О. Е. Смирнова // Труды НГАСУ. – Новосибирск. - Т. 25, №3/4.- 2022. - С. 99-107.

2. Красова, А. В. Оценка качества состава ячеистого бетона с использованием осадка сточных вод / А. В. Красова, О. В. Смирнова, Р. Ю. Фроликов // Качество жизни: архитектура, строительство, транспорт: сборник Международной научно-практической конференции. - Иваново : Ивановский государственный политехнический университет, 2023. - С. 164-166.

3. ГОСТ 31108-2020. Цементы общестроительные. Технические условия: взамен ГОСТ 31108-2016, ГОСТ 10178-85: введ. 2021-03-01. – Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200174658> (дата обращения: 19.04.2024).

4. СН 277-80. Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона: взамен СН 277-70 : введ. 1980-07-01. - Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001302> (дата обращения: 05.05.2024).

5. ГОСТ Р 55064-2012. Натр едкий технический. Технические условия. – введ. 2013-10— М. : Стандартиформ, 2012. – 46 с.

6. ГОСТ 5494-2022. Пудра алюминиевая. Технические условия: взамен ГОСТ 5494-95 : введ. 2022-09-01. - Текст: электронный // Е-ДОСЪЕ. - URL: <https://e-ecolog.ru/docs/XC-Ehg-TrFFwMYPsQrFaE#470> (дата обращения: 19.8.2024).

7. ПНД Ф 12.1:2.2:2.3:3.2-03-2014 Методические рекомендации . Отбор проб почв, грунтов, донных отложений, илов, осадков сточных вод, шламов промышленных сточных вод, отходов производства и потребления». М.: Москва, 2014. – 15с.

8. 50. ГОСТ 17.1.5.01-80 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязнённость». М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 7с.

Содержание

Вилисов Д.В., Ходоркин О.Л., Луняка А.Н., Пчельников А.В. Актуальные вопросы окрашивания военной техники.....	3
Галкин А.И., Туляганов А.К. Защитное покрытие металлических поверхностей технологического оборудования, резервуаров и труб газонефтепроводов	9
Горюнов Н.Н., Мальцев В.С., Пчельников А.В. Устойчивость наномодифицированных лакокрасочных покрытий к химическим и термическим воздействиям	17
Искандаров М.Х., Пичугин А.П., Пчельников А.В., Туляганов А.К. Обеспечение безопасной эксплуатации техники и оборудования АПК за счет применения специальных защитных покрытий.....	22
Лыткина Е.В., Стадник А.С. Оборудование для производства легких бетонов новосибирской области	26
Простаков Н.С., Хрянин В.Н. Обоснование выбора дисперсных систем для обеспечения коррозионной стойкости лакокрасочных покрытий сельскохозяйственной техники	30
Смирнова О.Е., Фроликов З.Ю., Красова А.В. Технологические особенности производства неавтоклавнога газобетона с использованием техногенных отходов	34

Научное издание

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ.
АКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ**

**Материалы II Всероссийской
научно-практической конференции**

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка: Т.А. Вагина

Гарнитура Times New Roman, Формат 60×84 1/8
Объем 5 уч.-печ. л. 2,2 уч.-изд. л.

Отпечатано в издательстве НГАУ «Золотой колос»
630039, РФ, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, офис 106.
Тел. Факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru