

При внесении мелиорантов в норме 200 т/га урожайность повышалась по картофелю – на 45–70%, по кукурузе – на 65%, по кормовой свекле – на 50–60% по сравнению с фоновым вариантом $P_{60}K_{120}$, где песок не вносили.

Наибольший урожай зеленой массы кукурузы и кормовой свеклы получен при внесении фосфорно-калийных удобрений в норме $P_{120}K_{200}$. Прибавка урожая кукурузы при этой норме составила 189 ц/га, или 69%, кормовой свеклы – 353 ц/га, или 180%, по сравнению с контролем, где удобрения не вносились.

Заключение

Экономически целесообразным необходимо считать проведение структурных мелиораций торфяников, расположенных не дальше 5–7 км от мест, где можно вести добычу мелиорантов. В этом случае срок окупаемости затраченных средств на обогащение торфяных почв минеральными добавками при выращивании пропашных культур составляет 2–5 лет.

В первые 3 – 4 года после обогащения торфяных почв минеральными добавками рекомендуется внесение повышенных норм фосфорно-калийных удобрений ($P_{120}K_{300}$) для ингибирования процессов минерализации органического вещества, пока во вновь созданном горизонте происходит образование органо-минеральных комплексов, а затем применять расчетную норму минеральных удобрений на запланированный урожай.

Список литературы

1. Алексеенко, С.Н. Влияние песка на торфяные почвы // Земледелие. - 1982. - № 9. – 23 с.
2. Афанасик, Г.И. Комплексное регулирование условий жизни растений на торфяных почвах / Афанасик Г.И., Шабан Н.С., Пятницкий В.Н. – Мн.: Ураджай, 1980. – 136 с.
3. Белковский В.И. Структурная мелиорация торфяных почв. – М.: Колос, 1973. – 64 с.
4. Вознюк, С.Т. Пескование и эффективное плодородие мелиорируемых торфяников / Вознюк С.Т., Олиневич В.А., Лыко Д.В. Вестник с.х. наук. - 1978. - № 10. - С. 117–123.

УДК 667.636.25

ЭКОЛОГИЧЕСКИ-ПОЛНОЦЕННЫЕ ФАСАДНЫЕ КРАСКИ: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТИ

Халецкий В.А.*, Халецкая К.В.*, Швядене С.И., Мажейкене А.Б.*****

* Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», Республика Беларусь, chalecki@inbox.ru

** Вильнюсская коллегия, Литовская Республика

*** Вильнюсский технический университет Гедеминаса, Литовская Республика

Water-borne paints first appeared on the market of building materials in Belarus and Lithuania in the early 1990s. These paints had to compete with solvent-based products traditionally used for mineral surfaces. Typical formulations of

water-borne paints developed and implemented in the production by the authors were analyzed in the article. Pure acrylic and styrene-acrylic polymer dispersions were used as film formers, talcum and marble powder were used as fillers. Monitoring of different types of painted surfaces conducted by the authors showed not only the advantages but some disadvantages of the paints.

Введение

Водно-дисперсионные лакокрасочные материалы для окраски фасадов впервые появились на рынке строительных материалов Республики Беларусь и Литовской Республики в начале 1990-х. Первоначально потребители настороженно встретили новую продукцию. Это было обусловлено двумя основными причинами. Во-первых, краски на водной основе использовались для внутренних работ в наших странах ещё с 1970-х годов. В качестве плёнкообразователя в таких системах применялась поливинилацетатная дисперсия. Сами краски имели низкую водостойкость и быстро желтели. Поэтому в сознании массового потребителя водные системы стойко ассоциировались с плохим качеством. Во-вторых, водно-дисперсионные фасадные краски первоначально имели довольно высокую стоимость, превышающую стоимость красок на органических растворителях. Однако со временем инерция мышления массового потребителя была преодолена, и водно-дисперсионные краски начали широкую экспансию на рынке строительных материалов, которая пришлась на 2000-е годы. Это привело к появлению большого количества локальных производителей, поскольку производство водных красок сегмента DIY (do-it-yourself) не требует больших инвестиций, дорогостоящего оборудования и значительных трудовых ресурсов. Основное требование – наличие качественного сырья, которое стало возможным импортировать в Беларусь и Литву.

Водно-дисперсионные краски позволили потребителю получать качественные покрытия фасадов, отличающиеся длительным временем службы (10 лет и более), высокой светостойкостью, атмосферостойкостью, высокой адгезией к основанию, отсутствием меления. Отныне фасады не требовалось обновлять каждый сезон. Кроме того, использование систем компьютерной колеровки дали архитекторам возможность работать с цветовыми каталогами с большим количеством цветовых оттенков.

Но была ещё одна причина, которая в значительной степени помогла продвижению водных красок. Отсутствие в составе красок летучих органических растворителей, низкое содержание остаточного мономера в плёнкообразователе, отсутствие токсичных вспомогательных компонентов в рецептуре, отказ от использования соединений тяжёлых металлов в качестве пигментов позволяет считать водно-дисперсионные краски материалами благоприятными для окружающей среды. Это свойство красок использовалось как маркетинговый ход практически всеми фирмами производителями при позиционировании товара массовому потребителю. Более того, в начале 2000-х годов, после того как было установлено, что многие летучие органические соединения (ЛОС), используемые в качестве растворителей (уайт-спирит, ксилол, толуол), являются парниковыми газами, их использование было ограничено законодательно. В странах Европейского

Союза была принята Directive 2004/42/CE of the European Parliament and of the council of 21 April 2004 on the limitation of emissions of volatile organic compounds (VOC). В Республике Беларусь действуют ограничения в виде Technical Regulations of the Customs Union "On the security of paints and varnishes".

Требования национального законодательства по содержанию наиболее распространённых органических растворителей в различных объектах приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Экологические, токсикологические и гигиенические показатели некоторых органических растворителей согласно требованиям законодательства Республики Беларусь и Литовской Республики

Показатель		Растворитель			Литература
		Уайт-спирит	Толуол	Ксилол	
Республика Беларусь					
Класс опасности		4	3	3	1
Предельно допустимые концентрации (ПДК) в атмосферном воздухе населенных мест, мг/м ³	Макс.	1,0	0,6	0,2	1
	Среднесут.	0,4	0,3	0,1	1
	Среднегод.	0,2	0,1	0,02	1
Предельно допустимый уровень загрязнения кожных покровов, мг/см ²		–	0,05	1,75	2
ПДК в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, мг/л		–	0,5	0,05	3
ПДК в питьевой воде, мг/л		–	0,5	0,05	4
ПДК в почве, мг/кг почвы		–	0,3	0,3	5
Литовская Республика					
ПДК в атмосферном воздухе населенных мест, мг/м ³		1,0	0,6	0,2	6
ПДК в воде водных объектов, не предназначенных для хозяйственного водопользования, мг/л		–	1,0	1,0	7
ПДК в воде водных объектов хозяйственного водопользования, мг/л		–	0,7	0,5	7
ПДК в местах забора воды для питьевого водоснабжения, мг/л		–	0,17	0,3	7

Современная химическая промышленность предлагает для водных красок широкий ассортимент плёнкообразователей различной химической природы. Несмотря на это, большинство красок, применяемых на рынках Беларуси и Литвы, содержат в качестве основы сополимерную стирол-акриловую дисперсию. Основной причиной этого является относительно низкая стоимость такого полимера. Доля чистых акриловых полимеров значительно меньше. Также незначительно количество красок, дополнительно содержащих в качестве модификатора силиконовые смолы.

Методика эксперимента

Авторами были разработаны и апробированы в промышленных условиях рецептуры водно-дисперсионных красок для фасадов как на основе стирол-акриловой дисперсии, так и на основе чистого акрилового плёнкообразователя. Примерные рецептуры приведены в таблице 2.

Изготовление пробных замесов краски осуществлялось с помощью лабораторного диссольвера с фиксированной скоростью вращения фрезы 900 оборотов в минуту в полимерной ёмкости в одну стадию. При определении содержания компонентов учитывалось удобство переноса рецептуры для промышленного изготовления. Расчетная объёмная концентрация пигмента (ОКП) для состава № 1 – 65,28 %, для состава № 2 – 72,28 %. Расчетная массовая доля (МД) для состава № 1 – 63,83 %, для состава № 2 – 61,20 %.

В рецептуре в качестве белого пигмента использован диоксид титана, полученный по хлоридному методу (Ti-Pure R 706TM, Du Pont). Поверхность частиц пигмента обработана оксидами кремния и алюминия, вследствие чего он обладает устойчивостью к фотодеструкции, а также отличается высокой белизной. Медианный размер частиц пигмента составляет 0,36 мкм.

В состав № 1 дополнительно была введена силиконовая эмульсия с целью уменьшения водопоглощения и увеличения паропроницаемости покрытия. Механизм модификации пленкообразователей основан на их термодинамической несовместимости с силиконовыми олигомерами. При введении силикона в полимерную матрицу образуется двухфазная система, плёнка становится неоднородной. Слой лакокрасочного покрытия гидрофобизируется, в нем образуется система микропор, достаточных по размерам для миграции водяного пара и углекислого газа и слишком малых для просачивания жидкой воды. При этом также уменьшается традиционная липкость, присущая большинству чисто акриловых и стиролакриловых сополимеров [8, 9].

Составы красок после тестирования свойств и одобрения рецептуры были воспроизведены в промышленных условиях. Масса одной партии составляла приблизительно 3 000 кг.

Таблица 2 – Примерная рецептура фасадных красок для минеральных поверхностей

№	Наименование компонента	Содержание, масс. %	
		Состав 1	Состав 2
1.	Вода	24,86	30,95
2.	Кальцит (мраморный порошок), фракция 2 мкм	13,93	25,45
3.	Кальцит (мраморный порошок), фракция 5 мкм	19,15	15,27
4.	Тальк	5,22	3,39
5.	Силикат алюминия	0,35	0,34
6.	Пигмент белый (диоксид титана)	12,18	7,63
7.	Полимерный плёнообразователь (водная дисперсия сополимера полиакрилатов и стирола)	19,15	–
	(водная дисперсия чистого акрилового полимера)	–	14,59
8.	Гидроксиметилцеллюлоза (реологическая добавка)	0,21	0,34
9.	Полиакриловый загуститель (реологическая добавка)	0,24	0,20
10.	Коалесцент (Dalpad Filmer TM , Dow Chemical Europe)	0,87	0,51
11.	40%-й водный раствор полиакрилата натрия (диспергатор)	0,53	0,49
12.	Пенегаситель на основе минерального масла	0,31	0,31
13.	Тарный консервант	0,35	0,31
14.	Плёночный консервант	0,24	–
15.	Полифосфат натрия (умягчитель воды)	0,21	0,20
16.	Аммиак (регулятор кислотности)	0,02	0,02
17.	Силиконовая эмульсия – модификатор	2,20	–

Авторами было проведено исследование полученной фасадной краски, причём была исследована как сама краска, так и покрытие на её основе. Методики испытаний соответствовали действующим в лакокрасочной отрасли техническим нормативным правовым актам. Вязкость по Брукфилду определялась на 20 об/мин при 20°C с помощью шпинделя № 05 на ротационном вискозиметре модели RVDV-E, производства Brookfield Engineering Inc. Вязкость по ICI определялась на 750 об/мин при 23°C на вискозиметре типа «конус-плита», модели CPD 2000 D1LT, производства Research Equipment London. Цветовые координаты покрытия и оптическая укрывистость определялись на спектрофотометре X-Rite SP 62. В качестве подложки для определения оптических характеристик были использованы стандартные шахматные доски Leneta Charts 10B. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика разработанных фасадных красок для минеральных поверхностей

№	Наименование показателя	Метод испытания	Фактическое значение	
			Состав 1	Состав 2
1.	Внешний вид покрытия	ГОСТ 28196	Ровная и однородная матовая поверхность	
2.	Массовая доля нелетучих веществ, %	ГОСТ 17537	62,1	61,8
3.	Водородный показатель, pH	ГОСТ 28196	8,4	8,2
4.	Укрывистость высушенной пленки, г/м ²	ГОСТ 8784	120	120
5.	Степень перетира, мкм	ГОСТ 6589	30	30
6.	Стойкость покрытия к статическому воздействию воды при температуре (20±2)°C, ч	ГОСТ 9.403	Не менее 96	Не менее 60
7.	Время высыхания до степени 3 при температуре (20±2)°C, ч	ГОСТ 19007	Не более 1	Не более 1
8.	Коэффициент паропроницаемости, мг/м·ч·Па	ГОСТ 28575	0,022	0,011
9.	Вязкость краски по Брукфилду, 20 об/мин, сП		8500	8820
10.	Вязкость краски по ICI, 750 об/мин, сП		115	120
11.	Укрывистость оптическая, %		95,65	96,40
12.	Цвет в координатах Lab		L 96,11 a -0,44 b +1,53	L 96,46 a -0,55 b +1,51

Результаты и их обсуждение

Разработанные составы в полной мере соответствуют требованиям, предъявляемым к фасадным краскам. Они демонстрируют высокую укрывистость, определённую как визуально (ГОСТ 8784), так и с помощью спектрофотометра. Использование комплекса реологических добавок позволило получить составы, отличающиеся высокой вязкостью в таре при хранении при низких усилиях сдвига (вязкость по Брукфилду). Вместе с тем, краски обладают высокими малярными характеристиками, легко наносятся с помощью валиков благодаря низкой вязкости при высоких усилиях сдвига (вязкость по ICI). Введение хлоридной марки диоксида титана и мраморного порошка в качестве наполнителя позволяет получать белое покрытие без жёлтого или серого оттенка, цветовые отклонения покрытия минимальны.

Правильный выбор пигмента и наполнителя и режима их диспергирования позволили добиться очень высокой степени перетирания (grinding) в краске. Высокое содержание нелетучих компонентов и высокое значение PVC в разработанных составах явилось следствием необходимости соблюдения баланса между качеством покрытия и стоимостью компонентов. Введение силиконовой эмульсии в рецептуру (состав 1) позволило в полной мере добиться желаемого эффекта – высокой стойкости к воздействию воды при высокой паропроницаемости.

Однако главным результатом разработанных составов явилось отсутствие в них органических растворителей. Единственным источником эмиссии вредных веществ в атмосферу при высыхании покрытия является наличие в составе полимерного плёнкообразователя остаточных мономеров – алкильных эфиров акриловой кислоты и стирола. Однако их содержание в итоговом продукте – минимально и проявляется только в наличии слабого запаха. Также при нанесении краски происходит незначительная эмиссия аммиака, который в виде 25% водного раствора в количестве 0,02 % вводится в рецептуру краски. В отличие от водных систем органорастворимые краски содержат большое количество летучих органических соединений (массовая доля растворителей в пентафталево-лаке достигает 50 %). Кроме того, в состав органорастворимых красок вводятся сиккативы, которые чаще всего представляют собой раствор в уайт-спирите смеси солей свинца и марганца жирных органических кислот. Таким образом, разработанные составы в полной мере можно считать экологичными материалами, применение которых значительно уменьшает загрязнение атмосферы токсичными и парниковыми веществами.

Разработанные лакокрасочные материалы были применены для окраски фасадов на строительных объектах в Республике Беларусь, странах Балтии, Российской Федерации. Ежегодный мониторинг за состоянием покрытий показал, что при условии соблюдения технологии нанесения краски, покрытия способны сохранять свои эксплуатационные свойства в течение длительного времени (до 10 лет). Тем не менее, можно выделить следующие основные проблемы, связанные с использованием водно-дисперсионных лакокрасочных материалов:

– *значительное изменение окраски покрытия в процессе эксплуатации.* Причиной этого является использование для колеровки фасадных красок органических пигментов, имеющих низкую светостойкость. Опыт показывает, что наиболее приемлемыми для использования в фасадных красках являются неорганические пигменты на основе оксидов железа и хрома, алюмината кобальта, ванадата висмута. Несмотря на относительную редкость применения в водных системах, высокую стойкость к выгоранию имеет берлинская лазурь. Однако многие производители используют для колеровки водно-дисперсионных красок органические пигменты, чаще всего фталоцианиновые, позволяющие получать насыщенные синие и зелёные цвета и имеющие значительно меньшую стоимость, чем соединения кобальта и хрома аналогичного цвета. Такая неоправданная экономия приводит к выгоранию покрытия, которое в отдельных случаях становится заметным визуально уже спустя месяц после нанесения краски. Ещё сильнее выгорают красные, жёлтые, оранжевые, фиолетовые органические пигменты;

– *отслаивание покрытия от основы*. Причин этого явления может быть несколько. Во-первых, это – несовместимость покрытия с предыдущим слоем. Довольно часто такая ситуация наблюдается при реставрационных работах, когда слой нового покрытия наносится на старый лакокрасочный слой, имеющий другую химическую природу. Во-вторых, отслаивание часто происходит при несоблюдении температурных режимов нанесения краски (окрашивание при температуре ниже +8°C и выше +30°C, окрашивание во время тумана или измороси и т.д.). Отслаивание может происходить и тогда, когда основание не было правильно обработано грунтовкой;

– *поражение микроорганизмами*. Наиболее часто поражению подвержены фрагменты фасада с избыточным увлажнением, например, цоколя зданий или карнизы. Для предотвращения этого в состав краски вносится плёночный консервант, способный подавлять развитие микроорганизмов.

Результаты мониторинга объектов показывают, что наиболее критичным для покрытий является поздняя осень и ранняя весна, когда происходит суточный переход температур через 0°C, а значит, происходит замерзание/оттаивание влаги, содержащейся в минеральном основании. В этих условиях часто происходит образование микротрещин в штукатурном слое, что сопровождается растрескиванием самого покрытия.

Заключение

Водно-дисперсионные материалы на основе акриловых плёнокообразователей позволяют получать качественные покрытия для фасадов в условиях умеренного климата Беларуси и Литвы. При соблюдении технологии нанесения материала и выборе неорганических пигментов для колеровки можно получать покрытия, которые могут эксплуатироваться в течение 10 лет и более. Покрытие сохраняет при этом весь комплекс эксплуатационных свойств.

Разработанные лакокрасочные составы на водной основе составляют конкуренцию органорастворимым материалам, содержащим токсичные для окружающей среды летучие органические соединения и сиккативы на основе солей тяжёлых металлов. Высокое качество разработанных материалов и их долгий срок службы позволяют значительно увеличить интервал между ремонтными работами на фасадах зданий, а значит, уменьшить воздействие на окружающую среду.

Список литературы

1. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест. ГН 2.1.6.12–46–2005 – Введ. 01.05.2006 – Минск: ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2006. – 190 с.

2. Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы – Введ. 01.07.2009 – Минск: ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2009. – 146 с.

3. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. ГН 2.1.5.10–21–2003 – Введ. 01.04.2005 – Минск: ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2004. – 59 с.

4. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 10–124 РБ 99. – Введ. 01.01.2000 – Минск: ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2002. – 108 с.

5. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. ГН 2.1.7.12–1–2004 – Введ. 06.10.2004 – Минск: ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2006. – 26 с.

6. Teršalų, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal nacionalinius kriterijus, sąrašas ir ribinės aplinkos oro užterštumo vertės. – 2007–06–11 Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro: įsakymas Nr. D1–329/V–469. Vilnius: Aplinkos ir sveikatos apsaugos ministerijos, 2007. – 12 p. Valstybės žinios. 2007, Nr. 67–2627.

7. Naftos produktais užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai. LAND 9–2009. – 2009–11–17. – Lietuvos Respublikos aplinkos ministro: įsakymas Nr. D1–694. Vilnius: Aplinkos ministerija, 2009. – 20 p. Valstybės žinios. 2009, Nr. 140–6174.

8. Халецкий, В.А. Модификация стиролакриловых пленкообразователей силоксановыми олигомерами / В.А. Халецкий, З.К. Зинович // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2002. – №9. – С. 26–27.

9. Халецкий, В.А. Исследование влияния модификации акриловых пленкообразователей на свойства лакокрасочных материалов / В.А. Халецкий, В.Н. Панагушин // Вестник Брестского государственного технического университета – 2003. – №2: (Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология) – С. 81–83.

УДК 502.1:33(477.81)

ОЦЕНКА СОЦИО-ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ Г. РОВНО ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Якута О.А.

Ровенский государственный гуманитарный университет, г. Ровно, Украина

Were analyzed and evaluated the socio – economic – ecological state of the city of Rivne, tendencies of development of the city discovered priority issues and identified strategic areas for action to achieve balanced and sustainable development.