

**Проект 9771 Глобального экологического фонда (ГЭФ): «Передовая мировая практика в отношении возникающих проблем политики в области химических веществ, вызывающих озабоченность, в рамках Стратегического подхода к международному регулированию химических веществ (СПМРХВ)»**

## **Реформулирование свинцовых красок Техническое руководство**

© Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (2022 год)  
978-92-807-3940-4  
Номер заказа: DTI/2438/GE

### **Воспроизведение**

Настоящая публикация может воспроизводиться полностью или частично и в любой форме в образовательных или некоммерческих целях без отдельного разрешения правообладателя при условии обязательной ссылки на первоисточник. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде будет признательна за предоставление экземпляра любого издания, в котором данная публикация используется в качестве источника.

Данная публикация не может быть использована для перепродажи или в других коммерческих целях без предварительного письменного разрешения Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде. Заявки о предоставлении такого разрешения, содержащие сведения о цели и тираже воспроизведения, следует направлять Директору Отдела коммуникации по адресу: Director, Communication Division, United Nations Environment Programme, P.O. Box 30552, Nairobi 00100, Kenya.

### **Правовые оговорки:**

Употребляемые обозначения и изложение материала в настоящей публикации не означают выражения со стороны Секретариата Организации Объединенных Наций какого бы то ни было мнения относительно правового статуса какой-либо страны, территории или города либо их властей или относительно делимитации их границ либо определения их пределов. С общими руководящими указаниями по вопросам, связанным с использованием приводимых в публикациях географических карт, можно ознакомиться по адресу: <http://www.un.org/Depts/Cartographic/english/htmain.htm>

Упоминание какой-либо коммерческой компании или продукции в настоящем документе не подразумевает их одобрения со стороны Программы ООН по окружающей среде или авторов этого документа. Использование информации из этого документа для рекламы или пропаганды не допускается. Названия и символы торговых марок используются в редакционных целях без намерения нарушить законы о торговых марках или авторских правах.

Мнения, выраженные в настоящей публикации, принадлежат ее авторам и не обязательно отражают взгляды Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде. Мы сожалеем, если в настоящем документе были непреднамеренно допущены какие-либо ошибки или упущения.

© Авторские права на географические карты, фотографии и иллюстрации указываются в подписях к ним.

Макет и графическое оформление: Mile Losic

Предлагаемая ссылка: Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (2022 год). Реформулирование свинцовых красок Техническое Руководство

Этот документ был подготовлен в рамках полномасштабного проекта 9771 Глобального экологического фонда (ГЭФ): «Передовая мировая практика в отношении возникающих проблем политики в области химических веществ, вызывающих озабоченность, в рамках Стратегического подхода к международному регулированию химических веществ (СПМРХВ)». Этот проект финансируется ГЭФ, реализуется ЮНЕП и осуществляется Секретариатом СПМРХВ. НЦЧП Сербии выражает признательность Глобальному экологическому фонду за финансовый вклад в разработку, редактирование и дизайн документа.



Проект 9771 Глобального экологического фонда (ГЭФ): «Передовая мировая практика в отношении возникающих проблем политики в области химических веществ, вызывающих озабоченность, в рамках Стратегического подхода к международному регулированию химических веществ (СПМРХВ)»

Компонент 1: Содействие нормативным и добровольным действиям правительств и промышленности по поэтапному отказу от свинца в красках

## Реформулирование свинцовых красок Техническое руководство

## Выражение признательности

Разработкой данного технического руководства занимались Воиславка Сатрич и Бранко Дуньич, Национальный центр чистого производства Сербии, при содействии и поддержке Николин Лаванчи, Кеннета Дэвиса и Михаэлы Паун, Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП), и Анджелы Бандемер, Агентство по охране окружающей среды Соединенных Штатов (АООС США).

Разработка этого технического руководства была бы невозможна без вклада многих партнеров и заинтересованных сторон, включая Национальные центры чистого производства в Колумбии, Перу, Эквадоре, Китае и Иордании, SRADEV Нигерии, Nexus3 Индонезии и Международную сеть по ликвидации загрязняющих веществ (IPEN). Дополнительные материалы были предоставлены Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), Инициативой Американской ассоциации адвокатов по обеспечению верховенства закона (ABA ROLI), Международным советом производителей обычных и печатных красок (WCC) и Учебным и научно-исследовательским институтом Организации Объединенных Наций (ЮНИТАР). Верстка и графический дизайн: Майл Лошич. ЮНЕП и НЦЧП Сербии хотели бы выразить благодарность всем частным лицам и организациям, предложившим свои замечания к документу.

Мы хотели бы поблагодарить следующих поставщиков красок: BASF Colors & Effects, Ferro, Pyosa, Mathisen, Clariant, Yingze New Material и Jiangsu Shuangle Pigment, чья поддержка малого и среднего бизнеса способствовала успеху этого проекта.

В дополнение мы хотели бы выразить признательность следующим производителям красок, упомянутым ниже, которые приняли участие в пилотном тестировании реформулирования свинцовых красок в рамках проекта: Zhejiang Utop New Material Co.,Ltd., Zhejiang Tiannu Group Paint Co., Ltd, Hunan Xiang Jiang Paint Group Co., Ltd, Jiangsu Lanling Polymer Material Co., Ltd, Jiangsu Changjiang Paint Co., Ltd (Китай), Icelltex, Pintuland, Pinturas Multitonos, Pinturas Supratech (Колумбия), четырьмя компаниям из Эквадора: PT Mataram Paint, PT Bital Asia, PT Rajawali Hiyoto, PT. Sigma Utama (Индонезия), Golden Chemicals Company, Jordan Sipes Paints, Tameer Paints industry (Иордания), Blentech Ltd, Precious Paints Nigeria Limited, Integrated Paints and Allied Products Ltd, Lean-on Chemical and Allied Products Nig. Ltd, Olabi Paint, President Paint, Havela Coatings and Paint Ltd (Нигерия), Envasadora San Gabriel, Soprin, J&S Ferreteria Industrial (Universal Colors) и Larpaint (Колумбия).

За дополнительной информацией обращайтесь по адресу [lead-cadmiumchemicals@un.org](mailto:lead-cadmiumchemicals@un.org).

Поддерживают:



**gef** GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY

## Список сокращений

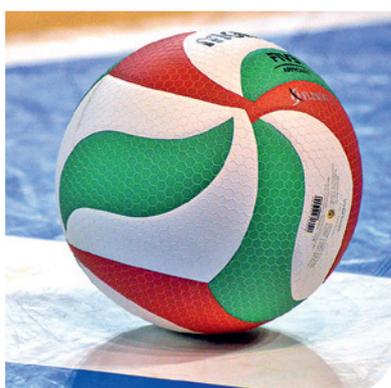
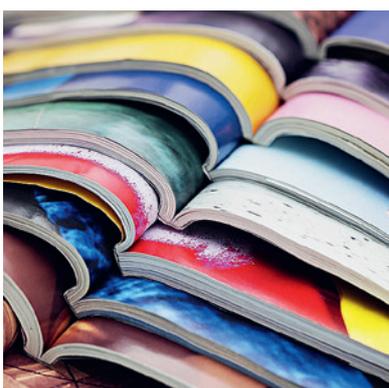
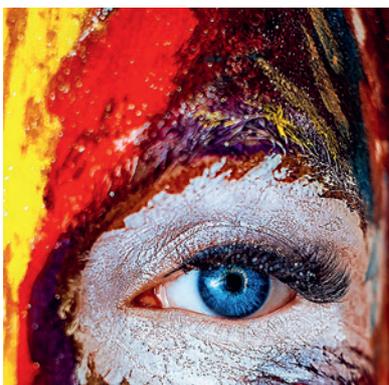
<b>ABA-ROLI</b>	▶	Инициатива Американской ассоциации адвокатов по обеспечению верховенства закона
<b>CI</b>	▶	Цветовой индекс
<b>EPI</b>	▶	Возникающие вопросы в области политики
<b>HEAL</b>	▶	Альянс по проблемам здоровья и окружающей среды
<b>IPEN</b>	▶	Международная сеть по ликвидации загрязняющих веществ
<b>P2OASys</b>	▶	Система анализа вариантов предотвращения загрязнения
<b>PBr</b>	▶	Пигмент коричневый
<b>PO</b>	▶	Пигмент оранжевый
<b>PR</b>	▶	Пигмент красный
<b>PW</b>	▶	Пигмент белый
<b>PY</b>	▶	Пигмент желтый
<b>REACH</b>	▶	Регистрация, оценка, разрешение и ограничение применения химических веществ
<b>TURI</b>	▶	Институт сокращения использования токсичных веществ
<b>WCC</b>	▶	Международный совет производителей обычных и печатных красок
<b>XRF</b>	▶	Рентгенофлуоресцентная спектрометрия
<b>АООС США</b>	▶	Агентство Соединенных Штатов по охране окружающей среды
<b>ВОЗ</b>	▶	Всемирная организация здравоохранения
<b>ГЭФ</b>	▶	Глобальный экологический фонд
<b>ИСО</b>	▶	Международная организация по стандартизации
<b>КАС</b>	▶	Служба подготовки аналитических обзоров по химии (подразделение Американского химического общества)
<b>КОКП</b>	▶	Критическая объемная концентрация пигмента
<b>ЛДБ</b>	▶	Лист данных о безопасности
<b>МАИР</b>	▶	Международное агентство по исследованию рака
<b>МКРХВ</b>	▶	Международная конференция по регулированию химических веществ
<b>МСП</b>	▶	Малые и средние предприятия
<b>НПО</b>	▶	Неправительственная организация
<b>НЦЧП</b>	▶	Национальный центр чистого производства
<b>ОКП</b>	▶	Объемная концентрация пигмента
<b>СГС</b>	▶	Согласованная на глобальном уровне система классификации опасности и маркировки химической продукции
<b>СПМРХВ</b>	▶	Стратегический подход к международному регулированию химических веществ
<b>ЮНЕП</b>	▶	Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде
<b>ЮНИДО</b>	▶	Организация Объединенных Наций по промышленному развитию

# Оглавление

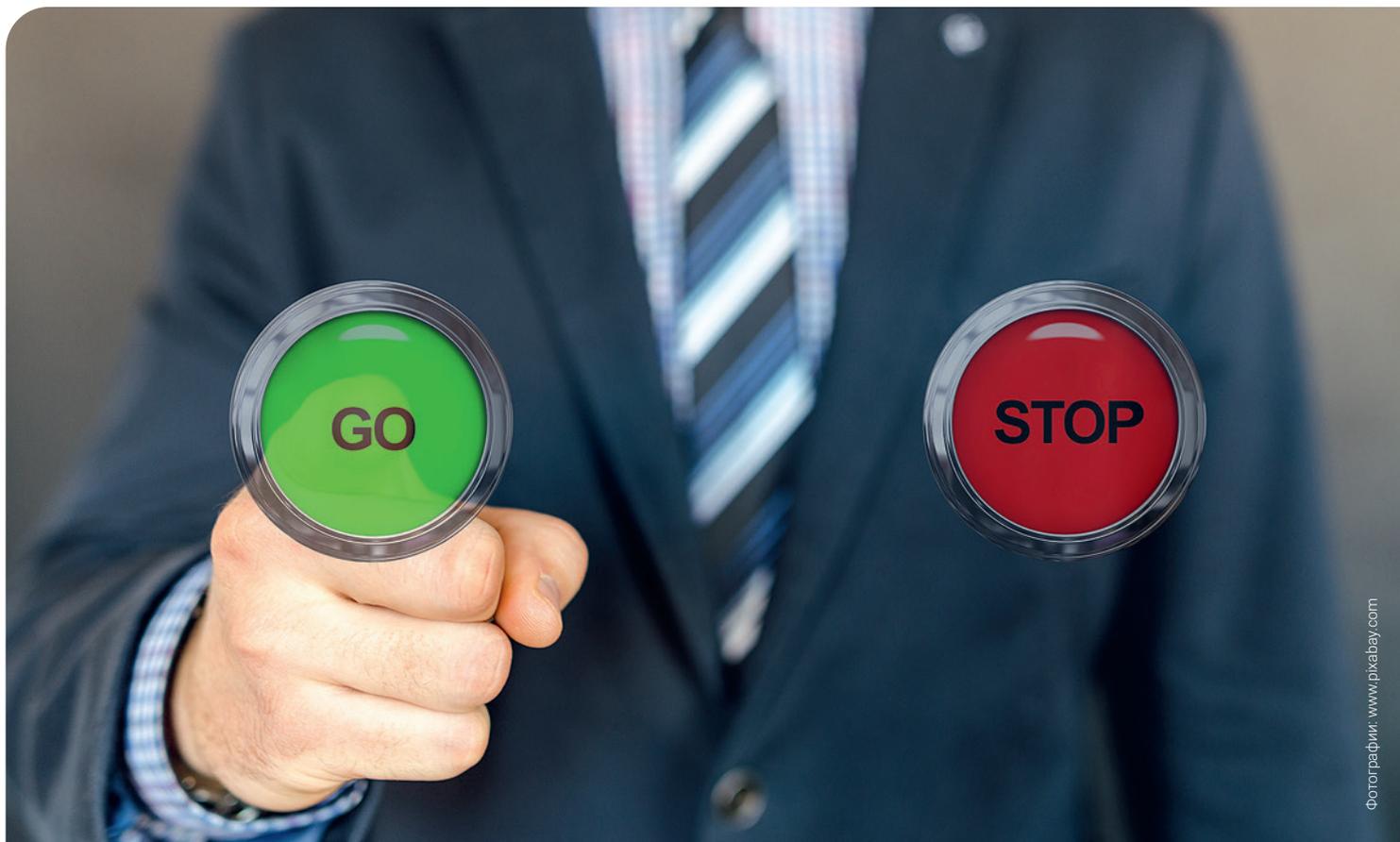
	Выражение признательности.....	IV
	Список сокращений.....	V
	<b>Введение</b>	<b>8</b>
<b>1</b>	<b>Краткое изложение</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Справочная информация</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Термины и определения</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>Содержание свинца в красках</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Процесс замены</b>	<b>22</b>
	5.1 Определение возможных альтернатив.....	23
	5.2 Оценка возможных альтернатив.....	24
<b>6</b>	<b>Замена пигментов с содержанием свинца</b>	<b>26</b>
	6.1 Теория цвета.....	27
	6.2 Цветовой индекс.....	28
	6.3 Процесс дисперсии.....	29
	6.4 Замена антикоррозионного пигмента Red Lead (Красный свинец) (PR 105).....	32
	6.4.1 Оценка альтернативных вариантов.....	34
	6.5 Замена свинцовых белил (PW 1).....	36
	6.6 Замена хромата свинца (PY 34) и сульфата молибдата хромата свинца (PR 104).....	36
	6.6.1 Оценка возможных альтернатив неорганическим пигментам.....	37
	6.6.2 Оценка возможных альтернатив органическим пигментам.....	39
	6.6.3 Сухие пигментные средства, гибридные пигменты и пигментные пасты.....	43
	6.6.4 Реформулирование краски с помощью пигментов.....	44
<b>7</b>	<b>Замена свинцовых сушилок</b>	<b>47</b>
	7.1 Роль и состав сушилок.....	47
	7.2 Свойства отобранных сушилок.....	48
	7.3 Потеря способности к высыханию.....	50
	7.4 Оценка альтернатив свинцовым сушилкам.....	51
	7.5 Реформулирование красок с помощью сушилок.....	53
	<b>Заключение</b>	<b>56</b>
	Библиографическая ссылка.....	59
	Приложение 1 – Советы по поиску информации о менее опасных альтернативах.....	61
	Приложение 2 – Формулировки – Примеры.....	62
	Приложение 3 – Тематические исследования по вопросам реформулирования красок.....	64
	Приложение 4. – Избранный список стандартов ИСО для общих методов испытаний красок и лаков.....	75
	Приложение 5 – Список поставщиков.....	78

«...Цвет сам по себе выражает нечто. Без него нельзя обойтись, это нужно использовать. То, что выглядит красиво, действительно красиво — а также правильно...»

Из письма Винсента ван Гога, адресованного его брату Тео



Фотографии: www.pixabay.com



## ВВЕДЕНИЕ

Международная конференция по регулированию химических веществ (МКРХВ) на своей второй сессии в 2009 году определила краски с содержанием свинца как новую политическую проблему в рамках Стратегического подхода к международному регулированию химических веществ (СПМРХВ). На третьей и четвертой сессиях (в 2012 и 2015 годах соответственно) МКРХВ по-прежнему преследовала цель отказа от свинцовых красок, а в 2011 году был создан Глобальный альянс для вывода из обращения содержащей свинец краски\* (Альянс для вывода из обращения свинцовых красок). В 2017 году Ассамблея Организации Объединенных Наций по окружающей среде приняла [резолцию 3/9: устранение воздействия свинцовой краски и содействие экологически обоснованному регулированию утилизации свинцово-кислотных аккумуляторных батарей](#). В резолюции подтверждается обязательство по отказу от свинцовых красок, заинтересованным сторонам предлагается присоединиться к Альянсу для вывода из обращения свинцовых красок, а также содержится просьба к ЮНЕП оказать странам помощь в отказе от использования красок с содержанием

свинца путем предоставления инструментов и наращивания потенциала для разработки национального законодательства.

Альянс представляет собой добровольное партнерство, совместно возглавляемое Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) и Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), созданное для предотвращения воздействия свинца, содержащегося в красках, и управляемое Консультативным советом, который возглавляется Агентством Соединенных Штатов по охране окружающей среды (АООС США) (UNEP 2021). Общая цель Альянса состоит в том, чтобы предотвращать воздействие свинца, содержащегося в красках, на детей и сводить к минимуму воздействие свинцовой краски, связанное с родом деятельности. Альянс стремится достичь этой цели путем содействия принятию законов о поэтапном прекращении производства, импорта и продажи свинцовой краски во всех странах. Альянс сотрудничает с правительствами, представителями лакокрасочной промышленности, НПО и другими организациями в целях повышения осведомленности

\* Для получения дополнительной информации об Альянсе для вывода из обращения свинцовых красок посетите веб-сайт ЮНЕП: <https://www.unep.org/explore-topics/chemicals-waste/what-we-do/emerging-issues/global-alliance-eliminate-lead-paint>.

и поощрения действий по отказу от свинцовой краски, что выполнимо технически и обеспечивает защиту здоровья человека, особенно детей.

Эта публикация является результатом проекта ГЭФ 9771 под названием «Передовая мировая практика в отношении возникающих проблем политики в области химических веществ, вызывающих озабоченность, в рамках Стратегического подхода к международному регулированию химических веществ (СПМРХВ)», целью которого является ускорение принятия национальных инициатив и инициатив в области цепочки создания стоимости для контроля возникающих вопросов политики (EPI) и содействия достижению цели СПМРХВ 2020 года и Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Проект финансируется Глобальным экологическим фондом (ГЭФ)\*.

Проект состоит из трех основных компонентов:

- Содействие нормативным и добровольным действиям правительства и промышленности по поэтапному отказу от свинца в красках (компонент отказа от свинцовых красок).
- Управление жизненным циклом химических веществ, присутствующих в продукции, а также
- Управление знаниями и вовлечения заинтересованных сторон.

В целях поддержки задач Альянса по продвижению законов о свинцовых красках запланированный результат компонента отказа от свинцовых красок заключается в том, чтобы 40 стран приняли и внедрили законодательство, ограничивающее использование свинцовых красок, и по меньшей мере 30 малых и средних предприятий-производителей красок (МСП) в семи странах постепенно исключили свинец из своих производственных процессов\*\*. Компонент отказа от свинцовых красок предполагает сотрудничество с правительствами в целях оказания поддержки разработке законов о свинцовых красках, а также сотрудничество с МСП в целях содействия поэтапному отказу от использования сырья, содержащего свинец. Техническое руководство было разработано в целях поддержки процесса реформулирования красок МСП путем предоставления рекомендаций по реформулированию свинцовой краски и демонстрации некоторых примеров реформулирования свинцовой краски в отдельных МСП. Реализация проекта была начата в январе 2019 года на начальном семинаре и будет завершена в 2022 году.

В рамках итогового документа «Демонстрационные пилотные проекты с малыми и средними предприятиями-производителями красок (МСП)» работа была сосредоточена на оказании помощи МСП в переходе

на краски, не содержащие соединений свинца. Национальный центр чистого производства (НЦЧП) Сербии работал с МСП над пилотными демонстрациями реформулирования красок в пяти странах, включая Иорданию, Эквадор, Перу, Колумбию и Китай. Международная сеть по ликвидации загрязняющих веществ (IPEN) сотрудничала со своими партнерами в Индонезии и Нигерии над достижением той же цели. Технические руководящие принципы по реформулированию свинцовых красок были разработаны в рамках проекта для использования МСП и включают тематические исследования передовой практики пилотных демонстрационных проектов МСП.

Партнеры по проекту (НЦЧП Китая, НЦЧП Колумбии, НЦЧП Эквадора, НЦЧП Иордании, НЦЧП Перу, Nexus 3 – Индонезия и SRADev – Нигерия) работали с отдельными МСП над пилотными проектами, чтобы продемонстрировать возможность замены соединений, содержащих свинец, альтернативами, не содержащими свинец. МСП добровольно приняли решение участвовать в проекте. Кроме того, ряд мировых поставщиков сырья предоставили МСП пигменты, не содержащие свинец, и техническую помощь для достижения реформулирования красок, не содержащих намеренно добавляемых соединений свинца. Режимы ограничений, вызванные пандемией Covid-19, сильно повлияли на работу с компаниями, поскольку реформулирование свинцовой краски должно выполняться лично в лаборатории. Кроме того, они также не позволяли партнерам расширить число сотрудничающих МСП. Тем не менее, опыт реформулирования нескольких МСП включен в настоящий документ в качестве тематических исследований.

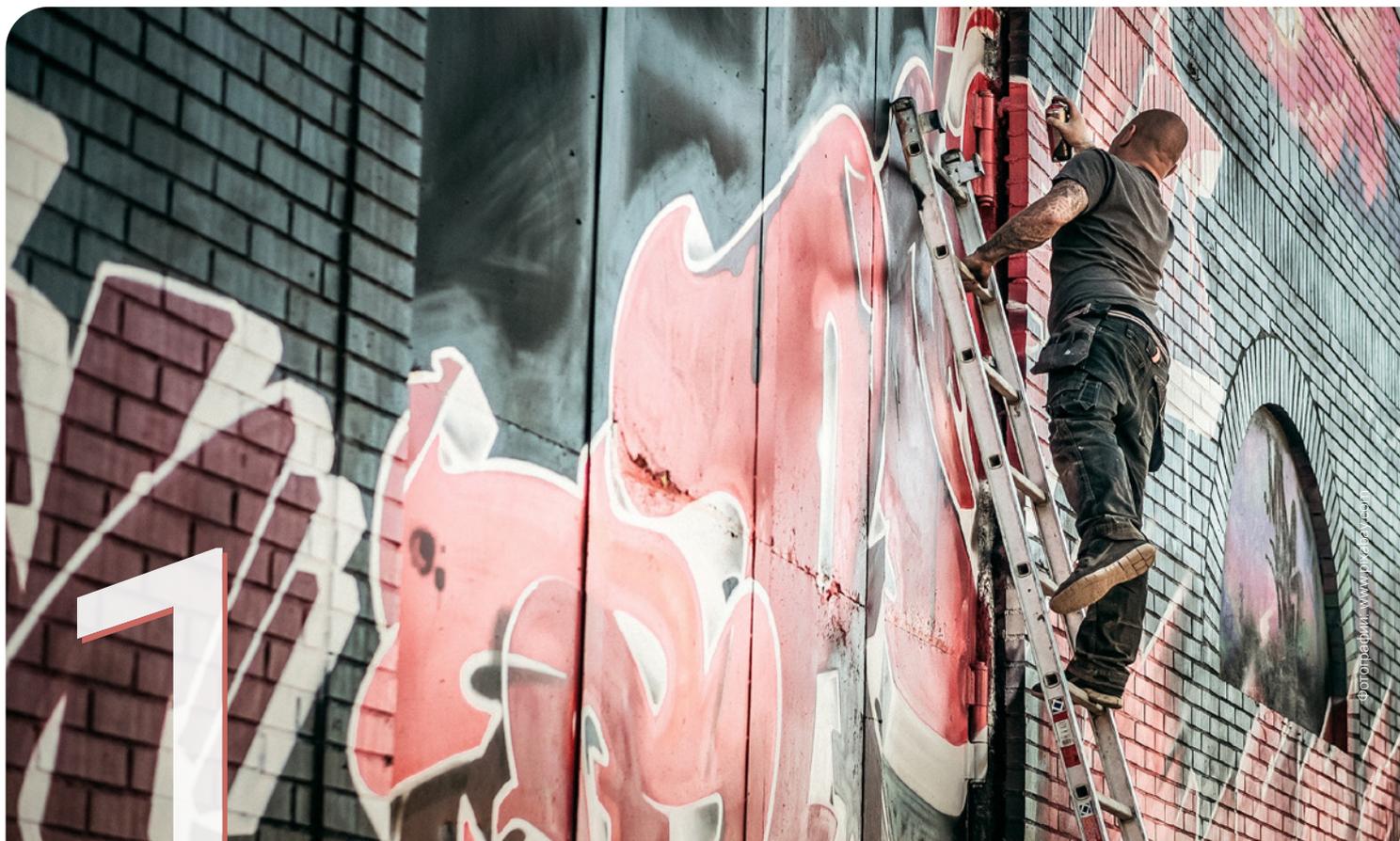
Проектная версия руководства была в экспериментальном порядке опробована в ходе работы по реформулированию при содействии РЦЧП и IPEN в отдельных МСП, консультационных встречах с ассоциациями лакокрасочной промышленности, организациями по стандартизации и метрологии, а также государственными органами в странах-участницах. Было предложено и принято несколько замечаний по доработке Руководства. Утверждение Руководства состоялось на семинаре по валидации\*\*\* в апреле 2021 года.

Мы надеемся, что настоящее Руководство станет полезным инструментом, который поможет МСП во всем мире успешно реформулировать лакокрасочную продукцию, содержащую свинец, и что тематические исследования станут убедительными примерами того, как получить краски, не содержащие свинцовых ингредиентов, с аналогичными или лучшими свойствами (такими как стойкость к воздействию света или тепла, механические, антикоррозионные и декоративные свойства).

\* Дополнительную информацию о проекте СПМРХВ ГЭФ можно найти по адресу: <https://www.saicm.org/Implementation/GEFProject/tabid/7893/language/en-US/Default.aspx>

\*\* Дополнительная информация размещена на сайте: <https://www.saicm.org/Implementation/GEFProject/tabid/7893/language/en-US/Default.aspx>

\*\*\* Материалы и презентации участвующих организаций доступны по адресу: <https://saicmknowledge.org/event/validation-workshop-paint-reformulation-guidelines>



## КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ

Техническое руководство по реформулированию состава свинцовых красок было разработано для того, чтобы помочь устранить как препятствия на пути укрепления потенциала, так и технические барьеры на пути замены соединений свинца в красках с акцентом на потребности МСП в эффективном и действенном реформулировании состава красок.

Краска определена как пигментированный материал покрытия, который при нанесении на основу образует непрозрачную высушенную пленку, обладающую защитными, декоративными или специфическими техническими свойствами. Краски разработаны с учетом различных технических свойств, таких как специфическая химическая стойкость или устойчивость к погодным условиям, сигнальный или маскирующий эффект, декоративные эффекты, изоляционные или проводящие свойства, антибактериальные свойства и т.д. Кроме того, краска разработана таким образом, чтобы сочетаться с различными основами и способами нанесения. Поскольку существует множество различных исходных составов, содержащих свинец, которые обеспечивают цвет и другие свойства краски, Техническое руководство предоставляет общую информацию о процессах реформулирования. Результаты

углубленного анализа и более конкретные данные были предоставлены в ходе экспериментальных демонстраций в рамках проекта ГЭФ в области содержащих свинец красок компаниям-участникам в соответствии с их конкретными потребностями и описаны в тематических исследованиях (см. Приложение 3).

Термины, относящиеся к краскам и представленные в Техническом руководстве, соответствуют Международному стандарту ИСО 4618:2014: Краски и лаки — термины и определения.

В состав краски входит большое количество компонентов, таких как связующие вещества, растворители, добавки, пластификаторы, наполнители и пигменты. Характеристики краски в основном определяются пленкообразующим сырьем. Однако пигменты, наполнители, добавки, надлежащие производственные процессы и методы нанесения также являются важными факторами, которые следует учитывать. Важным требованием к этим компонентам является то, что они не должны быть крайне опасными для здоровья человека и окружающей среды.

Соединения свинца в красках (в основном в пигментах и сушилках) соответствуют строгим техническим требованиям, но, тем не менее, чрезвычайно опасны для окружающей среды и здоровья человека. МСП не должны использовать какое-либо сырье, содержащее свинец, и должны стремиться обеспечивать низкий уровень содержания свинца в ингредиентах сырья. Однако используемые альтернативы соединениям свинца должны обладать минимально возможными опасными свойствами.

Техническое руководство указывает на опасность соединений свинца и их альтернатив, ссылаясь на конвенции Согласованной на глобальном уровне системы классификации и маркировки химической продукции\* (СГС). СГС облегчает определение и классификацию опасностей химической продукции и предоставляет информацию о здоровье и безопасности на этикетках и листах данных о безопасности. Система была разработана под эгидой Организации Объединенных Наций, и ее цель состоит в том, чтобы создать согласованную систему классификации опасностей, а также разработать этикетки и листы данных о безопасности (ЛБД) на глобальном уровне.

Соглашения о маркировке СГС используются для иллюстрации опасностей и позволяют МСП выбирать альтернативы из числа доступных.

Руководство начинается с **краткого описания опасных свойств свинца и соединений свинца, используемых в составе красок** (глава 4).

Соединения свинца, используемые в красках, чрезвычайно опасны для здоровья человека и окружающей среды и должны быть заменены в первую очередь. Переход на альтернативные варианты должен привести к снижению общих рисков для здоровья человека и окружающей среды. **Глава 5 содержит рекомендации по общему подходу и этапам процесса замены**, нацеленные на то, чтобы помочь МСП выбирать альтернативы, которые не опасны или менее опасны, чем соединения свинца, которые они хотят заменить.

В дополнение к обеспечению цвета, эффекту придания формы и кроющей способности, существуют другие технические требования, которым пигменты должны соответствовать, в том числе полная нерастворимость в окружающей среде, хорошая устойчивость к воздействию света и атмосферных явлений, термостойкость и отсутствие чувствительности к воздействию химических веществ, а также безопасность для окружающей среды и здоровья человека. **В главе 6 представлены свойства альтернативных пигментов.** Антикоррозионные свойства альтернативных антикоррозионных пигментов сравниваются с тетраоксидом свинца (Pigment Red 105).

Процесс реформулировки верхнего слоя обычно требует подбора цвета, поэтому в документе представлена краткая информация по теории цвета. Чтобы ориентироваться на функции (долговечность, диспергируемость, термостабильность, миграция красящего вещества, сохранение блеска), представлены экологические свойства, свойства в сфере здоровья

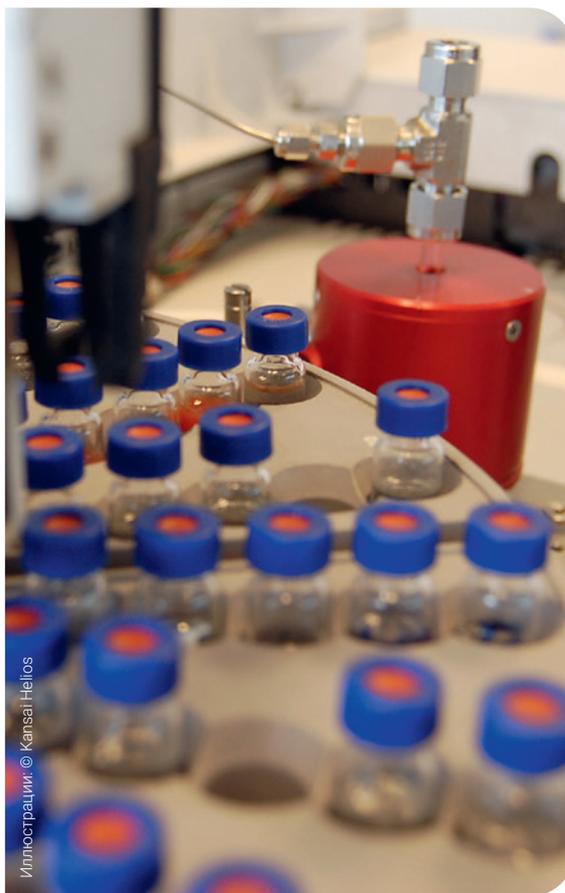
и безопасности, экономическая целесообразность альтернатив PY 34 и PR 104, а также их наличие.

Поскольку цвет и свойства краски в значительной степени зависят от процесса диспергирования и добавок для диспергирования, информация об этом также кратко представлена в этой главе.

Наконец, **глава 7 содержит информацию о роли и типе сушилок, а также об альтернативах сушилкам, содержащим свинец.**

Кроме того, в приложении 1 содержатся советы по поиску информации о менее опасных альтернативах, а в приложениях 2 и 3 приведены примеры реформулировок и тематических исследований из пилотных проектов реформулировки с отдельными МСП соответственно. В приложении 4 приведен список выбранных стандартов ИСО для общих методов испытаний лакокрасочных материалов. В список включены методы проверки эксплуатационных свойств краски. Наконец, в приложении 5 представлен неполный список поставщиков по состоянию на май 2021 года.

#### ► Рисунок 1 – Парофазный пробоотборник



По мнению представителей лакокрасочной промышленности, изменение состава красок для устранения соединений свинца вполне осуществимо, а технические и финансовые последствия поддаются контролю.

\* Дополнительная информация доступна на сайте: <https://www.osha.gov/dsg/hazcom/ghsguideoct05.pdf>

Устранение соединений свинца также может обеспечить потенциальные экономические преимущества. Производя или используя краски без соединений свинца, производители и пользователи красок

(например, изготовители игрушек) могут обеспечивать доступ к рынкам, где содержание свинца в красках уже ограничено.

### ► Текстовая врезка 1 – Основные выводы

В ходе пилотного тестирования реформулировки краски с участием МСП в рамках проекта СПМРХВ ГЭФ были получены следующие результаты.

- В большинстве МСП, участвующих в проекте, свинцовые сушилки не используются, и все тематические исследования связаны с заменой свинцового пигмента.
- В ходе проекта было определено, что свинцовые пигменты используются в красках на основе растворителей и на водной основе
- Некоторые малые предприятия не располагают всем необходимым оборудованием для проведения испытаний характеристик краски и расширения масштабов деятельности. Недостаток шлифовального оборудования можно устранить с помощью пигментных паст.
- Поставщики проявляют меньший коммерческий интерес к небольшим рынкам (потребителям), а доступность бессвинцовых пигментов ограничена (Иордания, Эквадор). Помимо пандемии COVID-19, этот фактор замедлил реализацию данного проекта в этих странах.
- Все участники согласились с тем, что важное значение имеет техническая поддержка поставщиков. Некоторые партнеры по проекту организовали встречу с техническим персоналом проекта, которая привела к лучшему пониманию процесса реформулировки и ускорила правильный выбор пигмента.
- МСП успешно и значительно снизили концентрацию свинца в реформулированных красках, как показано в тематическом исследовании 3 (Приложение 3). Содержание свинца снизилось с 34 689 частей на миллион в исходной рецептуре до менее 56 частей на миллион в реформулированной алкидной краске
- Экономические издержки реформулирования были неоднородны. В некоторых случаях альтернативное свинцовому сырье было дешевле, что снижало стоимость, как показано в тематическом исследовании 1 (Приложение 3). В других случаях цена краски значительно возросла.
- Компании успешно реформулировали производимые свинцовые краски, но необходима дальнейшая работа по точному подбору оттенков и оптимизации затрат.

Дополнительную информацию о тематических исследованиях МСП см. в приложении 3.

Для читателей, заинтересованных в дополнительной информации, предоставляются ссылки.



## СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Глобальный альянс для вывода из обращения свинцовых красок (Альянс для отказа от свинцовых красок, или Альянс) – это добровольное партнерство, совместно возглавляемое ЮНЕП и ВОЗ и призванное предотвращать воздействие свинца путем содействия поэтапному отказу от красок, содержащих свинец. Альянсом для вывода из обращения свинцовых красок управляет Консультативный совет, возглавляемый Агентством по охране окружающей среды США, в состав которого входят представители правительств Колумбии, Республики Молдова, Кении, Таиланда, а также представители IPEN, Альянса по охране здоровья и окружающей среды (HEAL), Международного совета производителей обычных и печатных красок (WCC), Инициативы по обеспечению верховенства закона Американской ассоциации адвокатов (ABA-ROLI), AkzoNobel (многонациональный производитель красок), Boypen (азиатский производитель красок) и Организации Объединенных Наций по промышленному развитию (ЮНИДО).

Общая цель Альянса состоит в том, чтобы предотвратить воздействие свинцовых красок на детей

и свести к минимуму воздействие свинцовой краски, связанное с родом деятельности. Общая задача состоит в постепенном отказе от производства и продажи свинцовой краски и устранении рисков отравления свинцом. Для выполнения этой задачи Альянс сосредотачивает свои усилия на содействии созданию соответствующей национальной нормативно-правовой базы, которая позволит прекратить производство, импорт, экспорт и продажу свинцовой краски и изделий, покрытых свинцовой краской. Цель Альянса состоит в том, чтобы по крайней мере в 100 странах было принято законодательство, которое позволит запретить свинцовую краску к 2023 году\*.

По данным Альянса, по состоянию на сентябрь 2021 года в 83 странах действуют юридически обязательные меры контроля для ограничения производства, импорта и продажи свинцовых красок, что составляет около 43% от всех стран мира. Ожидается, что в дальнейшем это число будет увеличиваться. Однако до 100 стран с низким и средним уровнем дохода еще не установили законодательные ограничения на свинцовую краску, а в некоторых странах,

\* Дополнение к Плану действий Альянса для вывода из обращения свинцовых красок (июнь 2021 года), которое будет опубликовано в ближайшее время: <https://www.unep.org/explore-topics/chemicals-waste/what-we-do/emerging-issues/global-alliance-eliminate-lead-paint>

где действуют законы о свинцовых красках, ограничения на свинцовую краску не настолько существенны, чтобы защитить здоровье населения и окружающую среду, или же имеют пробелы в правоприменении.

Чтобы содействовать продвижению законов о запрете свинцовых красок\*, Глобальный экологический фонд (ГЭФ) поддерживает проект [СПМРХВ по обмену передовым мировым опытом в решении проблем, возникающих в области политики химической продукции](#). Компонент 1 проекта связан с постепенным отказом от свинцовой краски (далее именуемого Проектом ГЭФ по свинцовой краске). Участники проекта сотрудничают с правительствами в продвижении законов о свинцовых красках, а также с малыми и средними предприятиями (МСП), работающими над продвижением реформулирования свинцовых красок.

Техническое руководство по реформулированию свинцовой краски были разработаны в рамках Проекта СПМРХВ ГЭФ по свинцовой краске для МСП с целью предоставления информации об изменении состава краски. В нем содержится информация (см. раздел «Ресурсы») о других материалах, разработанных Альянсом для отказа от свинцовых красок в целях продвижения законов о свинцовых красках, таких как [Типовой закон и Руководство по регулированию свинцовых красок \(или Типовой закон\)](#). Цель Типового закона - дать странам рекомендации относительно того, как разрабатывать новые или изменять существующие законы. Страны могут использовать Типовой закон для содействия разработке своих собственных законов в соответствии с существующими правовыми рамками и другими национальными условиями.

Страны, принявшие законы об ограничении содержания свинца в красках, обычно использовали один из двух подходов: (1) установили набор нормативных ограничений для конкретных химических веществ, основанных на рисках отдельных соединений свинца, которые используются в качестве пигментов или добавок в красках (в настоящее время используются в регламенте Европейского союза REACH); или (2) установили единый нормативный предел совокупной допустимой концентрации свинца в краске из всех источников. Оба подхода были признаны эффективными в ограничении содержания свинца в краске.

Типовой закон рекомендует установить единый нормативный предел для совокупной допустимой концентрации свинца в краске. В нем изложены следующие ключевые цели успешного закона о свинцовой краске:

- предотвращение производства, продажи и импорта краски, содержащей свинец выше установленного законом предела.
- разработка методов обеспечения соблюдения и применения закона.
- установление институциональных обязанностей и механизмов для управления и обеспечения соблюдения закона о свинцовых красках.

В Типовом законе предлагаются правовые положения о запрете продажи, предложения к продаже, производства и распространения в коммерческих целях, а также импорта краски, содержание свинца в которой превышает установленный законом предел. Предлагаемый допустимый предел составляет 90 мг/кг, исходя из веса общего содержания нелетучих веществ в краске. Это ограничение было предложено, поскольку оно обеспечивает наилучшую доступную защиту здоровья и является технически осуществимым. Типовой закон рекомендует представителям промышленности (производителям, дистрибьюторам и импортерам) подтверждать, что содержание свинца в краске ниже установленного предела. МСП не должны использовать какие-либо добавки, содержащие свинец, и должны стремиться обеспечивать низкий уровень содержания свинца в ингредиентах сырья.

По мере того, как все больше стран разрабатывают и внедряют законы о свинцовых красках, настоящее Техническое руководство призвано помочь МСП достичь соблюдения низкого, законодательно разрешенного предела совокупного содержания свинца в краске путем разработки рецептур, в которых намеренно не используются какие-либо соединения свинца и учитывается потенциальное остаточное содержание свинца в ингредиентах сырья.

\* Закон о свинцовой краске в самом широком смысле означает включение любого обязательного юридического требования, влекущего за собой последствия в случае его несоблюдения. Это может быть закон, постановление или стандарт, если он включает механизм обеспечения соблюдения.



## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Добавка** (ИСО 4618:2014) – любое вещество, добавляемое в малых количествах в лакокрасочный материал для его улучшения или модификации одного или нескольких свойств

**Миграция красящего вещества** (ИСО 4618:2014) – процесс проникновения красящего вещества из одного материала в другой при контакте между ними, вызывающий нежелательное образование пятен или изменение цвета

**Лакокрасочный материал** (ИСО 4618:2014) – жидкий, пастообразный или порошковый материал, образующий при нанесении на окрашиваемую поверхность лакокрасочное покрытие с защитными, декоративными и/или специальными техническими свойствами

**Интенсивность цвета** – чистота или интенсивность цвета, которые можно описать или рассматривать как следующие цвета: «грязный» или «блеклый»

**Цвет** (ИСО 4618:2014) – ощущение, возникающее в результате восприятия человеческим глазом световых волн определенного спектрального состава (ПРИМЕЧАНИЕ: цвет характеризуется цветовым тоном, интенсивностью и светлотой)

**Коррозия** (ИСО 8044:2015) – физико-химическое взаимодействие между металлом и окружающей средой, которое приводит к изменениям свойств металла и может привести к значительному ухудшению функции металла, окружающей среды или технической системы, частью которой они являются

**Ингибитор коррозии** (ИСО 8044:2015) – химическое вещество, которое при наличии в системе коррозии в подходящей концентрации снижает скорость коррозии без существенного изменения концентрации какого-либо коррозионного агента

**Критическая объемная концентрация пигмента (КОКП)** (ИСО 4618:2014) – значение объемной концентрации пигмента, при которой зазоры между почти соприкасающимися твердыми частицами пигментов и/или наполнителей еще заполнены пленкообразующим веществом лакокрасочного материала, но выше которого определенные свойства лакокрасочного покрытия значительно изменяются

**Грязный или тусклый цвет** – цвет с пониженной насыщенностью цвета

**Долговечность** (ИСО 4618:2014) – свойство лакокрасочного покрытия долговременно противостоять разрушающим воздействиям окружающей среды

**Краситель** (ИСО 4618:2014) – вещество, растворимое в лакокрасочной среде и придающее желаемый цвет лакокрасочному материалу

**Флотация** (ИСО 4618:2014) – выделение одного или нескольких пигментов из пигментированного лакокрасочного материала с образованием на его поверхности полос или пятен различного оттенка

**Флокуляция пигмента** (ИСО 4618:2014) – образование в лакокрасочном материале слабо связанных агломератов частиц пигмента или наполнителя

**Флодинг пигмента** (ИСО 4618:2014) – разделение частиц пигмента в лакокрасочном материале, вызывающее равномерное окрашивание поверхности высохшего лакокрасочного покрытия в такой цвет, который заметно отличается от цвета свеженанесенного (мокрого) лакокрасочного покрытия

**Наполнитель** – вещество в гранулированной или порошкообразной форме, нерастворимое в среде и используемое для изменения или влияния на определенные физические свойства.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 к параграфу: на немецком языке следует избегать терминов "Extender", "Extender pigment", "Pigment extender" или "Verschnittmittel".

**Шпатлевка** - лакокрасочный материал с высоким содержанием наполнителя, предназначенного в первую очередь для выравнивания неровностей на окрашиваемой поверхности и улучшения внешнего вида поверхности.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 к параграфу: термин «шпатлевка» также широко используется как аналог термина «наполнитель».

**Укрывистость** (ИСО 4618:2014) – способность лакокрасочного материала закрывать цвет или цветовые различия окрашиваемой поверхности.

**Метамерия** (ИСО 4618:2014) – явление, наблюдаемое тогда, когда два образца имеют одинаковый цвет при освещении источником света, но разные спектральные кривые отражения и пропускания.

**Краска** (ИСО 4618:2014) – пигментированный материал покрытия, который при нанесении на основу образует непрозрачную высушенную пленку, обладающую защитными, декоративными или специфическими техническими свойствами

**Пигмент** (ИСО 4618:2014) – красящее вещество в виде частиц, нерастворимое в используемой среде (например, лакокрасочном материале или пластике).

**Объемная концентрация пигмента (ОКП)** (ИСО 4618:2014) – отношение общего объема пигментов и/или наполнителей в лакокрасочном материале к общему объему нелетучих веществ в лакокрасочном материале, выраженное в процентах.

**Сырье** – любой необработанный материал, используемый в производстве.

ПРИМЕЧАНИЕ: Ознакомьтесь с приведенным ниже пояснением об использовании некоторых из вышеперечисленных терминов в Руководстве:

- **Добавка** – термин, используемый в соответствии со стандартом ИСО 4618:2014 для любого ингредиента краски, добавляемого в малых количествах (сушилки, диспергаторы и т. д.).
- **Соединение свинца** – термин, используемый для синтетических пигментов (PY 34, PR 104) и сушилок, которые представляют собой «чистые» соединения одного конкретного химического вещества, в отличие от природных пигментов и наполнителей, представляющих собой неизвестные смеси соединений.
- **Сырье** – термин, используемый в соответствии со стандартом ИСО 4618:2014 для обозначения любого необработанного материала, используемого в производстве (натуральные или синтетические пигменты, все виды добавок, смол, растворителей, синтетических или натуральных наполнителей)

## 4

## СВИНЕЦ В КРАСКЕ



Свинец – это встречающийся в природе токсичный металл, содержащийся в земной коре. Его широкое применение привело к значительному загрязнению окружающей среды, воздействию на людей и серьезным проблемам со здоровьем населения во многих частях мира. Всемирная организация здравоохранения определила свинец как одно из десяти химических веществ, вызывающих серьезную озабоченность общественного здравоохранения.

Не существует известного уровня воздействия свинца, который считался бы безопасным. Свинец может привести к необратимому повреждению мозга и нервной системы, что приведет к снижению IQ и увеличению проблем с поведением. Воздействие свинца также может вызвать анемию, увеличить риск повреждения почек и гипертонии, а также ухудшить репродуктивную функцию. Особенно уязвимы к неблагоприятному воздействию свинца маленькие дети и беременные женщины (чей развивающийся плод может подвергнуться воздействию). Даже относительно низкие уровни воздействия могут приводить к серьезным и необратимым неврологическим повреждениям. Кроме того, свинец в организме накапливается в головном мозге, печени и почках. Он остается в зубах и костях, где со временем накапливается. Воздействие на человека обычно оценивается

путем измерения содержания свинца в крови. Свинец, содержащийся в костях, выделяется в кровь во время беременности и становится источником воздействия на развивающийся плод.

Институт показателей и оценки здоровья подсчитал, что на основе данных за 2019 год воздействие свинца стало причиной смерти 901 700 человек и 21,6 миллиона лет, потерянных из-за инвалидности и смерти из-за хронических проблем со здоровьем ([Институт показателей и оценки здоровья, GBD](#)).

Свинец, попадающий в окружающую среду из любого источника, включая свинцовую краску, также токсичен для растений, животных и микроорганизмов. Исследования всех видов животных выявили, что свинец оказывает неблагоприятное воздействие на несколько органов и систем органов, включая кровь, центральную нервную систему, почки, репродуктивную и иммунную системы. Он накапливается в большинстве организмов, при этом воздействие на окружающую среду происходит из множества источников и несколькими путями.

Свинец является хорошо известным экотоксикантом, представляющим угрозу как для водных, так и для наземных экосистем [UNEP 2010]. Исследования

► Рисунок 2 – Влияние свинца на здоровье детей\*



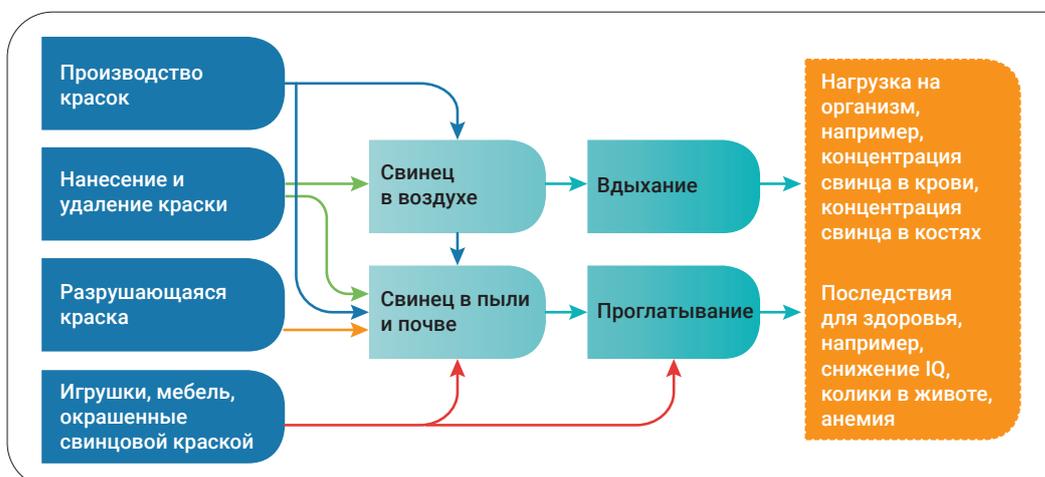
Источник: Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (2020 год), Обновленная информация о глобальном статусе законодательных ограничений на содержание свинца в красках, <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35105/GS-2020.pdf?sequence=3>, Дата обращения: сентябрь 2021 года.

показали, что леса действуют как поглотители атмосферных частиц. Свинец в атмосфере осаждается на листве и переносится в почву с дождевой водой или в виде опавших листьев. Следовательно, организмы в лесной экосистеме могут подвергаться воздействию особенно высоких концентраций свинца (Zhou et al. 2019). Также известно, что загрязнение свинцом влияет на различные виды птиц и представляет угрозу для биоразнообразия (Haig et al. 2014). Кроме того, было доказано, что водные экосистемы, включая водные растения, беспозвоночных и рыб, поглощают свинец, если он присутствует в загрязненной воде. У рыб, например, свинец может оказывать гематологическое и нейротоксическое действие и нарушать функцию ферментов, тем самым снижая долгосрочную выживаемость и репродуктивный успех (Demayo et al. 1982)

Исторически сложилось так, что соединения свинца добавляли в декоративные и промышленные краски и другие покрытия для улучшения цвета, уменьшения

коррозии металлических поверхностей или сокращения времени высыхания. Сегодня для использования в красках широко доступны пигменты и сушки, не содержащие свинец. Кроме того, некоторые виды сырья, используемые в красках, могут изначально содержать свинец в значительных количествах. После нанесения свинцовой краски частицы свинца в результате атмосферных воздействий, отслаивания или сколов краски попадают в пыль и почву в домах, школах, на детских площадках и в других местах. Декоративная краска для домашнего использования определяется как основной источник воздействия свинца, содержащегося в красках, на детей. Воздействие свинца можно предотвратить. Устранение воздействия свинца на первоначальном этапе путем принятия законов, способствующих переходу на бессвинцовое сырье в производстве красок, является наиболее эффективным действием по защите людей и окружающей среды от вредного воздействия свинца.

► Рисунок 3 – Пути и способы воздействия свинца из краски на человека. Источник: ВОЗ



Загрязненные свинцом почва и пыль легко проглатываются и вдыхаются, особенно маленькими детьми во время игр на полу или на открытом воздухе, а также когда они засовывают в рот руки или другие предметы. Свинец может поступать в организм ребенка и через игрушки, окрашенные свинцовой краской. Как дети, так и взрослые могут подвергаться воздействию свинца, содержащегося в крошках краски и пыли, при удалении старой свинцовой краски. Свинец особенно вреден для маленьких детей, потому что объем свинца, поступающего в их организм из источника, в четыре-пять раз превосходит объем, усваиваемый взрослым человеком.

Негативное воздействие свинца на развитие мозга детей приводит к ошеломляющим экономическим издержкам, которые затрагивают пострадавших детей, их семьи и общество в целом. К ним относятся расходы на здравоохранение, снижение производительности труда и интеллектуальная инвалидность. Наибольшее экономическое бремя воздействия свинца ложится на страны с низким и средним уровнем дохода. Предполагаемые ежегодные затраты (в международных долларах) на воздействие свинца в разбивке по регионам мира, основанные на снижении IQ, включают следующие значения: Африка – 134,7 миллиарда долларов США; Латинская Америка и Карибский бассейн – 142,3 миллиарда долларов США; Азия – 699,9 миллиарда долларов США.\*

Воздействие свинца, связанное с родом занятий, может произойти во время производства краски, «старения» и удаления краски, если не приняты соответствующие меры технического контроля и гигиены труда, а у работников нет надлежащих средств индивидуальной защиты (Were et al. 2014), (Rodrigues et al. 2010). На этапе производства работники могут подвергаться воздействию ингредиентов, содержащих свинец, которые часто хранятся в порошкообразной

форме. Когда краска наносится распылением или удаляется с помощью соскабливания, абразивной обработки, сухого шлифования или сжигания, выделяются частицы свинца и пары, которые являются источником воздействия через органы дыхания [8]. Частицы также оседают на коже и одежде работников и могут стать источником попадания в организм, а также заражения семей работников, если рабочие места не оборудованы комнатами для смены одежды и стирки. (ВОЗ 2020 г.)

Затраты на удаление существующей декоративной свинцовой краски с поверхностей в домах, школах и других зданиях могут быть существенными. Напротив, экономические затраты на отказ от использования соединений свинца при производстве новых декоративных красок невелики. На самом деле, многие производители уже успешно реформулировали свои лакокрасочные материалы, чтобы избежать преднамеренного добавления свинца. По мнению представителей лакокрасочной промышленности, реформулирование бытовых и декоративных красок для устранения соединений свинца вполне осуществимо, а технические и финансовые последствия поддаются контролю. Производители красок все чаще публично заявляют, что можно исключить соединения свинца из всех типов красок.

Правительства во всем мире все чаще стремятся разработать законы, направленные на отказ от добавления свинца в краски. Производители красок должны быть осведомлены о подобной деятельности в стране или в странах, в которые они экспортируют свою продукцию, чтобы обосновать свои решения по реформулированию состава краски.

Сырье, используемое в красках, в составе которого может быть свинец, представлено в таблице ниже.

► Таблица 1 – Сырье, которое может содержать свинец

ТИП КРАСКИ	ПИГМЕНТЫ	ШПАТЛЕВКИ	СУШИЛКИ
Грунтовки на масляной, алкидной основе, промежуточные и отделочные покрытия (Алкидные смолы могут быть источником свинца, поскольку в их синтезе используется свинцовый катализатор.)	●	●	●
Грунтовки, другие основы	●	●	
Промежуточные покрытия, другие основы		●	
Отделочные покрытия, другие основы	●	●	

\* Дополнительную информацию см. на сайте: <https://med.nyu.edu/departments-institutes/pediatrics/divisions/environmental-pediatrics/research/policy-initiatives/economic-costs-childhood-lead-exposure-low-middle-income-countries>

► Рисунок 4 – Проверка краски на основе свинца с использованием рентгенофлуоресцентного анализатора



фото: www.istockphoto.com

Следует отметить, что свинец отсутствует в синтетических шпатлевках, но часто шпатлевки представляют собой натуральное сырье и содержат свинец. При использовании таких шпатлевок свинец попадает в готовый продукт непреднамеренно. Краски также могут быть непреднамеренно загрязняться свинцом, если свинец содержат такие натуральные пигменты, как оксиды железа.

Кроме того, существует возможность загрязнения краски во время производства. Загрязнение свинцом происходит, если для производства краски, не содержащей свинца, используется то же оборудование, которое использовалось для производства краски, содержащей свинец, и не прошло очистку.

Существуют различные аналитические методы измерения содержания свинца в краске. Краткое руководство ВОЗ по аналитическим методам измерения содержания свинца в краске содержит обзор ключевых методов, включая лабораторные методы, настольную или портативную рентгенофлуоресцентную спектрометрию (XRF) и наборы для тестирования (ВОЗ 2020 г.).

В приведенной ниже таблице представлены опасные свойства наиболее часто используемого лакокрасочного сырья, содержащего свинец.

► Таблица 2 – Опасные свойства соединений свинца, используемых в красках

ХИМИКАТ/НОМЕР CAS	ЦВЕТОВОЙ ИНДЕКС*	КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОПАСНОСТИ В СООТВЕТСТВИИ С СГС
<b>ПИГМЕНТЫ (OECD 2021a)</b>		
Сульфат молибдата хромата свинца красный (PbCrO <sub>4</sub> (CrH2O4.Pb) /12656-85-8	Пигмент красный 104	<b>H350:</b> Может вызывать рак <b>H360 Df:</b> Может снизить фертильную функцию или повредить нерожденному ребенку
Хромат свинца (PbCrO <sub>4</sub> ) / 7758-97-6	Пигмент желтый 34	<b>H373:</b> Может привести к повреждению органов при длительном или многократном воздействии <b>H400:</b> Крайне токсичен для водных организмов
Зеленый хром (смесь хромата свинца и синего железа) Пигмент зеленый 15		<b>H410:</b> Крайне токсичен для водных организмов, вызывает долгосрочные последствия
Тetraоксид свинца - миний (Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ) / 1314-41-6	Пигмент красный 105	<b>H302:</b> Вреден при проглатывании. <b>H332:</b> Вреден при вдыхании. <b>H351:</b> Возможно, вызывает рак. <b>H360:</b> Может снизить фертильную функцию или повредить нерожденному ребенку. <b>H360Df:</b> Может нанести вред нерожденному ребенку. Возможно, снижает фертильность. <b>H362:</b> Может нанести вред детям, находящимся на грудном вскармливании. <b>H372:</b> Вызывает повреждение органов. <b>H372:</b> Вызывает повреждение центральной нервной системы, крови и почек при длительном или многократном воздействии при вдыхании или попадании внутрь. <b>H410:</b> Крайне токсичен для водных организмов, имеет долгосрочные последствия.
Монооксид свинца (PbO) /1317-36-8	Пигмент желтый 46	<b>H316:</b> Вызывает легкое раздражение кожи <b>H341:</b> Возможно, вызывает генетические отклонения <b>H351:</b> Возможно, вызывает рак <b>H360:</b> Может снизить фертильную функцию или повредить нерожденному ребенку <b>H373:</b> Может привести к повреждению органов при длительном или многократном воздействии (система крови, нервная система, почки) <b>H413:</b> Может оказывать длительное вредное воздействие на водную флору и фауну
Белый свинец (2PbCO <sub>3</sub> ·Pb(OH) <sub>2</sub> ) /37361-76-5	Пигмент белый 1	<b>H350:</b> Может вызывать рак <b>H360:</b> Может снизить фертильную функцию или повредить нерожденному ребенку <b>H370:</b> Вызывает повреждение органов (центральной нервной системы, крови, почек) <b>H372:</b> Вызывает повреждение органов в результате длительного или многократного воздействия (центральная нервная система, кровь, почки) <b>H413:</b> Может оказывать длительное вредное воздействие на водную флору и фауну
<b>СУШИЛКИ (ЕСНА 2021A), (ЕСНА 2021b)</b>		
Октоат свинца (C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>4</sub> Pb) / 7319-86-0	/	<b>H302:</b> Вреден при проглатывании <b>H332:</b> Вреден при вдыхании
Нафтенат свинца (C <sub>22</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub> Pb) / 61790-14-5	/	<b>H360:</b> Может снизить фертильную функцию или повредить нерожденному ребенку <b>H373:</b> Может привести к повреждению органов при длительном или многократном воздействии <b>H400:</b> Крайне токсичен для водных организмов <b>H410:</b> Крайне токсичен для водных организмов, вызывает долгосрочные последствия

\* Цветовой индекс (CI) идентифицирует каждый пигмент, присваивая ему уникальное название цветового индекса и номер цветового индекса (см. Раздел 6.2).

На рынке существует множество продуктов, которые могли бы заменить это сырье для производства красок.



# 5

## ПРОЦЕСС ЗАМЕЩЕНИЯ

Основной движущей силой в обеспечении замены опасных химических веществ компаниями было признано правоприменение. Однако многие компании и другие организации пошли еще дальше и ввели другие критерии, в том числе такие как: знание поставщиков, политика организации, требования к цепочке поставок, расходы на здравоохранение, защита работников и охрана окружающей среды, давление со стороны общественности или давление со стороны работников.

Замена – это основной принцип эффективного управления химическими рисками. Принцип химической замены гласит, что опасные химические вещества должны систематически заменяться менее опасными альтернативами или, что предпочтительнее, альтернативами, для которых не было выявлено никаких опасностей (Olofsson 2011) Замена обычно не заканчивается простым замещением одного химического вещества другим. Разница в свойствах двух химических веществ может создать необходимость и в других изменениях (технических, но, возможно, также организационных).

Замена может включать удаление опасного вещества, использование технологической альтернативы

вместо исходного вещества, использование организационных мер в качестве замены опасного вещества или полное изменение дизайна продукта.

Помимо соединений свинца, в лакокрасочной промышленности используется множество других очень опасных сырьевых материалов, таких как растворители (лигроин, толуол), добавки (пластификатор дибутилфталат, формальдегид, консервант, содержащийся в водно-дисперсионных красках), пигменты шестивалентного хрома (хромат цинка), соединения брома, содержащиеся в огнеупорных красках и т. д.

Информация, приведенная в этом разделе, может помочь компаниям в дальнейшей деятельности, связанной с заменой опасных химических веществ.

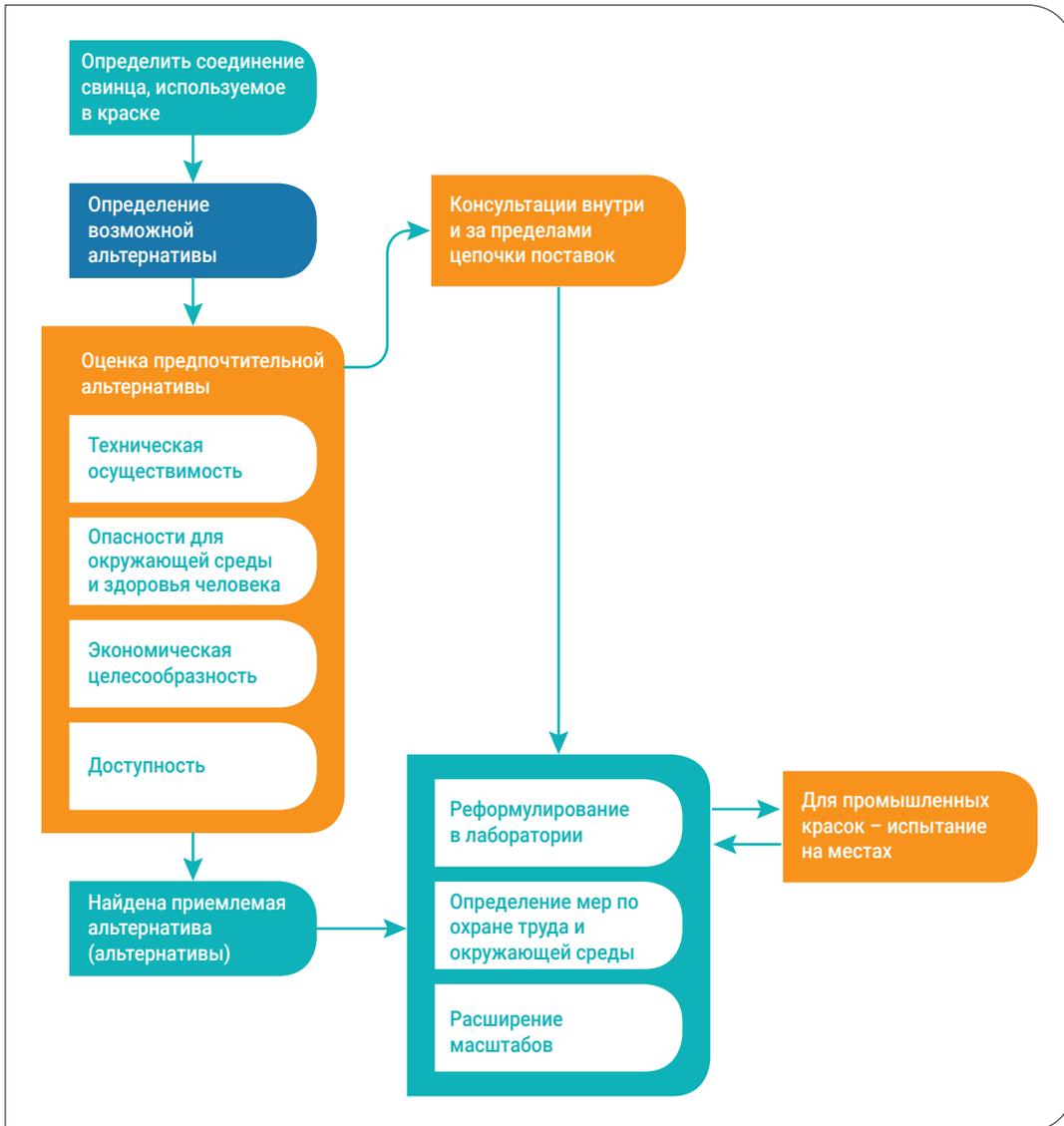
В следующей технологической схеме представлены шаги, необходимые для замены ингредиентов, содержащих свинец, в красках. Эти действия применимы к любому опасному химическому веществу, альтернативы которому имеются на рынке и опасные свойства которого известны, и поэтому нет необходимости в каких-либо дополнительных исследованиях в отношении этих свойств. Этот процесс поможет компаниям в их усилиях по добровольной замене содержащего свинец сырья, а также либо для

соблюдения существующих или предполагаемых пределов допустимой концентрации свинца (например, как рекомендовано в Типовом законе или как того требуют такие страны, как Уругвай, Кения, Филиппины и другие), либо для выполнения требований по поэтапному отказу от конкретных соединений свинца (например, REACH EC).

Информация о возможных альтернативах также может предоставляться и вне цепочки поставок.

Процесс определения альтернатив начинается с рассмотрения функции вещества. Детальное и конкретное знание точной функции для конкретного использования позволит компании искать другие

► Блок-схема 1 – действия по замещению соединений свинца



### 5.1 Определение возможных альтернатив

Одной из альтернатив является использование заместителя опасного вещества, который способен выполнять ту же функцию, что и исходное вещество.

Важное значение для определения и практического внедрения альтернативного вещества имеет эффективная коммуникация в цепочке поставок.

способы выполнения той же функции. Существенную роль играет рассмотрение того, как использование альтернативы может повлиять на конечные продукты с точки зрения итоговой функции. Качества конечных продуктов, возможно, потребуют изучения в течение более длительного периода времени. Например, некоторые краски должны обеспечивать устойчивость к атмосферным воздействиям в течение определенного срока службы изделия.

Важно определить все функции вещества для каждого вида применения (в некоторых случаях для конкретной отрасли или конкретного потребителя), чтобы выявить возможные альтернативы с эквивалентной функцией. После точного определения конкретной функции и условий использования консультации внутри и за пределами цепочки поставок проходят успешнее.

Коммуникация в цепочке поставок – это интерактивный процесс, который может включать все соответствующие звенья цепочки поставок. Это важно при определении возможных альтернатив для всех видов применения. Источниками информации о возможных альтернативах в цепочке поставок являются, например, собственные знания компании (технические характеристики продукта и пользователя, знания сотрудников), поставщиков, пользователей, отраслевых или профессиональных ассоциаций. Коммуникация в рамках цепочки поставок поможет организации определить возможные альтернативы, понять техническую и экономическую целесообразность и получить информацию о безопасности и наличии альтернатив.

Может быть полезно собрать информацию о возможных альтернативах вне цепочки поставок из таких источников, как профессиональные журналы, исследовательские организации, экологические группы, неправительственные организации, академические институты, базы данных\* (т.е. SUBSPORT, система REACH-IT, неконфиденциальная информация, содержащаяся в досье REACH, приложении XV; патентные базы данных) или эксперты в этой области.

## 5.2 Оценка возможных альтернатив

После определения возможных альтернатив первым шагом в процессе планирования замены является анализ (ЕСНА 2011).

Альтернатива является приемлемой, если она:

- обеспечивает функцию, эквивалентную функции, обеспечиваемой соединением свинца (когда речь идет о пигментах для верхних покрытий, обычно одной альтернативы недостаточно, поэтому исходный пигмент необходимо заменить более чем одной приемлемой альтернативой);
- приводит к снижению общих рисков для здоровья человека и окружающей среды с учетом целесообразности и эффективности мер по управлению рисками для объектов;

- является технически и экономически целесообразной; а также
- доступна на рынке.

Первым этапом анализа является оценка технической осуществимости процесса. В ходе определения возможных альтернатив, удовлетворяющих функциональным требованиям, необходимо выяснить, требуются ли технологические адаптации или изменения. Для выполнения той же функции альтернативе может в некоторых случаях потребоваться обработка в других условиях (см. Раздел 6.6.2).

Если альтернатива приемлема с точки зрения технической осуществимости, следующим этапом является оценка опасностей и рисков\*\* для окружающей среды и здоровья человека. Эта оценка состоит из определения критериев приемлемых опасностей и рисков и сравнения опасных свойств вещества (или смесью веществ, например, сушилками) и их возможных альтернатив. Сравнение сходных свойств и эффектов веществ или смесей не всегда является простым или однозначным. Если сравнение профилей опасности или отсутствие данных вызывает опасение, может возникнуть необходимость в более детальной оценке.

Для получения данных об опасностях следует определить ключевые последствия альтернатив для здоровья и окружающей среды, чтобы избежать определенных неконтролируемых рисков, вызванных заменой. Хорошим источником информации об опасных свойствах химических веществ является лист данных о безопасности (ЛДБ). Он предназначен для предоставления исчерпывающей информации о веществе или смеси, используемых в качестве альтернативы. Как работодатели, так и работники используют его в качестве источника информации об опасностях, включая экологические опасности, и в качестве источника рекомендаций о мерах предосторожности.

Существуют более сложные методы оценки альтернатив, которые можно разделить на две категории (Edwards, Rossi and Civie 2016)

- Методы сбора данных об опасности: методы, которые изучают опасные свойства химических веществ, должны быть помещены в матрицу. Организации должны устанавливать свои собственные правила для анализа и сравнения различных альтернатив. Этими методами являются, например, P2OASYS\*, Метод колонки СГС 2017 года, Исследование по оценке альтернатив химическим веществам TURI 5 с высоким приоритетом\*\*,

\* ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – Советы по поиску в Интернете

\*\* Риск состоит из двух факторов, во-первых, присущих химическому веществу свойств – опасности, а также способа использования или обращения с химическим веществом – воздействия.

- b. Методы тестирования используются для анализа химических веществ на основе ранее установленных приоритетных опасностей. Они включают рекомендации о прекращении использования определенных опасных и крайне вредных химических веществ. Они также содержат инструменты для процесса принятия решений по альтернативам. Методы в этой категории включают метод Green Screen for Safer Chemicals\*\*\*

Основным ограничением этих инструментов является отсутствие данных об опасных свойствах большинства используемых химических веществ.

Альтернатива может быть более безопасной (т.е. не быть канцерогенной, мутагенной), но иметь другие опасные свойства, такие как коррозионная активность или воспламеняемость. Эти опасные свойства легче контролировать, и необходимо предписать необходимые меры для управления ими и контроля над ними во время применения.

Оценку альтернатив следует повторять, поскольку результаты оценки, полученные сегодня, могут измениться по мере приобретения новых знаний об опасных свойствах и рисках химического вещества.

Экономическая целесообразность определяет вариант с наименьшими затратами среди множества альтернативных вариантов, каждая из которых достигает поставленных целей. Оценка будет включать ряд прямых и ощутимых косвенных производственных затрат, а не просто сравнение цены продукта альтернатив и заменяемого химического вещества.

Первым шагом является определение наличия и стоимости выявленных альтернатив на основе информации, легко доступной для сравнения затрат. Чтобы проверить жизнеспособность альтернатив, необходимо понять, вызывает ли замена конкретной альтернативой другие затраты, такие как более высокое потребление химических веществ, увеличение производственных затрат или приобретение нового оборудования. Следует также иметь в виду, что цены не являются статичными и потенциально могут быть снижены. С ростом спроса из-за запрета или ограничения использования определенных химических веществ предложение альтернатив увеличивается, что приводит к падению цен.

\* Дополнительную информацию см. на сайте: [https://www.turi.org/Our\\_Work/Alternatives\\_Assessment/Alternatives\\_Assessment/Tools\\_and\\_Methods/P2OASys\\_Tool\\_to\\_Compare\\_Materials](https://www.turi.org/Our_Work/Alternatives_Assessment/Alternatives_Assessment/Tools_and_Methods/P2OASys_Tool_to_Compare_Materials)

\*\* Дополнительную информацию см. на сайте: <https://www.yumpu.com/en/document/view/7083577/turi-5-chemicals-alternatives-assessment-study-high-priority>

\*\*\* Дополнительную информацию см. на сайте: <https://www.greenscreenchemicals.org/>



## 6 ЗАМЕЩЕНИЕ ПИГМЕНТОВ С СОДЕРЖАНИЕМ СВИНЦА

Необходимо выбирать правильное сырье для достижения оптимальных характеристик краски, таких как способ ее нанесения (т.е. распыление, погружение и др.), адгезия к определенной поверхности, процесс отверждения, требуемая механическая и/или химическая защита и декоративные требования. Технология нанесения покрытий сложна и включает химические, физические, технологические, экологические, медицинские и экономические переменные.

Составными частями красок являются связующие вещества, растворители, пигменты, наполнители и различные добавки. В следующей таблице представлена информация о задачах и требованиях к производительности для пигментов и наполнителей (Goldschmidt and Streitberger 2007).

► Таблица 3 – Требования к задачам и характеристикам пигментов и наполнителей

ЗАДАЧИ ПИГМЕНТА	ТРЕБОВАНИЯ К ПИГМЕНТАМ И НАПОЛНИТЕЛЯМ	СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ НАПОЛНИТЕЛЕЙ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Избирательное поглощение</li> <li>• Рассеивание света</li> <li>• Оптические эффекты за счет ориентированного отражения или интерференции</li> <li>• Защита от ультрафиолета</li> <li>• Защита от коррозии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Диспергируемость</li> <li>• Нерастворимость</li> <li>• Устойчивость к свету и атмосферным воздействиям</li> <li>• Термостойкость</li> <li>• Химическая стойкость</li> <li>• Физиологическая совместимость</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 'наполнение'</li> <li>• Возможность шлифования</li> <li>• Улучшение механических технологических свойств покрытий</li> <li>• Улучшение антикоррозионных свойств</li> </ul>

Размер частиц и распределение пигментов по размерам в значительной степени влияют на цвет, тонирующую способность и укрывистость краски. Свойства краски зависят от других факторов, связанных с пигментами, таких как объемная концентрация пигмента, выбор диспергирующих добавок, взаимодействие между пигментом и полимером и процесс диспергирования. Процесс диспергирования (измельчения) влияет на оттенок, укрывистость, блеск и внешний вид пленки (т.е. помутнение, флодинг, флотацию), вязкость, стабильность и устойчивость к атмосферным воздействиям.

Реформулирование краски может не только включать замену свинцового пигмента менее опасными альтернативами, но также требовать изменений в основе пигментной пасты, пропитках, диспергирующих добавках и процессе диспергирования. Кроме

того, замена свинцовых пигментов в декоративных покрытиях другими пигментами потребует корректировки цвета с помощью тонировки. Для решения этих проблем в этой главе представлена информация об основных элементах теории цвета, процессе диспергирования и добавках для диспергирования.

## 6.1 Теория цвета

Значение, тон и насыщенность – это стандартные термины, используемые в лакокрасочной промышленности для описания трех измерений цвета. Понимание этих терминов необходимо для успешной настройки цвета. Цвета могут отличаться в одном, двух или всех трех измерениях.

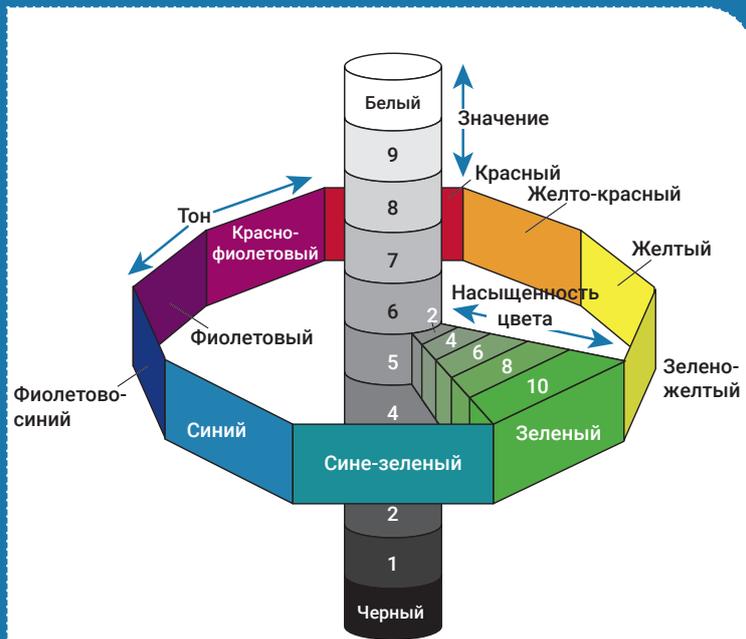
### ► Текстовая врезка 2 – Значение, тон и насыщенность

**Значение (яркость или темнота)** относится к степени светлоты или темноты цвета. Шкала значений проходит вертикально через цветовую сферу (рис. 5). Самый белый цвет находится сверху, посередине расположены оттенки серого от светлого до темного, а внизу – черный. Разница в значении описывается как более темный или светлый цвет.

**Тон (цвет)** – это параметр, расположенный по внешнему краю цветовой сферы. Он переходит от желтого, красного и синего (основных цветов) к зеленому.

Цвета перемещаются по шкале оттенков: синий может перемещаться в сторону более красных оттенков и становится фиолетовым или в сторону зеленых оттенков, становясь зеленовато-синим; красный может быть либо более синим (фиолетовый или бордовый), либо более желтым (оранжевый); желтый может быть краснее или зеленее (вторичные цвета). Различия в тоне описываются, например, как «более красный» или «более зеленый», нежели другой цвет.

► Рисунок 5 – Цветная сфера



**Насыщенность (интенсивность, насыщенность, цветность)** – это параметр, который относится к уровню интенсивности и глубины цвета. Его изменения протекают вдоль направлений, которые расходятся от центральной оси к периферии. Слабые, размытые цвета с наименьшей насыщенностью находятся близко к центру цветовой сферы, в то время как высокоцветные и наиболее интенсивные цвета находятся ближе к внешнему краю. Разница в насыщенности описывается как более или менее насыщенный цвет.

Черный, белый и серый – это ахроматические цвета, буквально цвета без тона.

Если мы хотим получить яркий, интенсивный цвет, мы должны использовать основные цвета, которые не содержат других цветов, чтобы они не влияли на цвет, который мы хотим получить. Например, для получения интенсивного зеленого, желтый и синий цвета не должны содержать красного, поэтому следует использовать только зеленовато-желтый и зеленовато-синий; чистые фиолетовые цвета производятся с голубовато-красными и красновато-синими цветами, при этом синий и красный не должны содержать желтого; интенсивный оранжевый производится из красного и желтого без какого-либо содержания синего, при этом желтый цвет должен быть красноватым, а красный - желтоватым.

Белый цвет снижает интенсивность любого другого цвета, а при добавлении в целях тонирования не изменяет тон.

Даже небольшое количество дополнительных цветов (красный и зеленый; желтый и фиолетовый; синий и оранжевый) снижает насыщенность цвета. Интенсивность цвета (цветность) сразу же начинает уменьшаться при добавлении его дополнительных элементов.

Чтобы сделать цвет темнее, добавляется небольшое количество черного. Добавление слишком большого

количества черного сделает цвет почти черным. Другой способ затемнить цвет – добавить немного дополнительного цвета. Так получается темный цвет, более насыщенный, чем тот, который образуется в результате простого добавления черного.

## 6.2 Цветовой индекс

Цветовой индекс (CI)\* – это общепринятая стандартная система кодирования пигментов. Впервые она была опубликована в 1925 году и в настоящее время поддерживается Обществом красильщиков и колористов и Американской ассоциацией химиков и колористов текстильной промышленности. Цветовой индекс идентифицирует каждый краситель, присваивая соединению уникальное название и номер. В приведенных ниже таблицах представлены сокращения Индекса цвета (Table 4) и номера химической структуры пигментов (Table 5). У красителей первая буква А означает кислотный краситель, а В - базовый краситель.

Первые две буквы описывают общий цвет пигмента (таблица 4), а число является индивидуальным идентификатором пигмента (таблица 5).

► Таблица 4 – Сокращенные названия пигментов с индексом цвета (CI)

СОКРАЩЕНИЕ	ПИГМЕНТ	СОКРАЩЕНИЕ	ПИГМЕНТ
PB	Пигмент синий	PBk	Пигмент черный
PBr	Пигмент коричневый	PG	Пигмент зеленый
PM	Пигмент металл	PO	Пигмент оранжевый
PV	Пигмент фиолетовый	PR	Пигмент красный
PW	Пигмент белый	PY	Пигмент желтый

► Таблица 5 – Цифры, относящиеся к химической структуре пигмента (Выбор)

ХИМИЧЕСКИЙ КЛАСС	НОМЕРА CI	ХИМИЧЕСКИЙ КЛАСС	НОМЕРА CI
Нитрозо	100000–102999	Стилбен	400000–407999
Нитро	103000–109999	Дифенилметан	410000–419999
Моноазо	110000–199999	Триарилметан	420000–449999
Диазо	200000–299999	Ксантен	450000–459999

\* Дополнительную информацию см. на сайте: <https://colour-index.com/>

### 6.3 Процесс диспергирования

Согласно моделям пигментов EN ISO 18451-1, в пигментном порошке присутствуют три вида частиц пигмента: первичные частицы, агрегаты и агломераты.

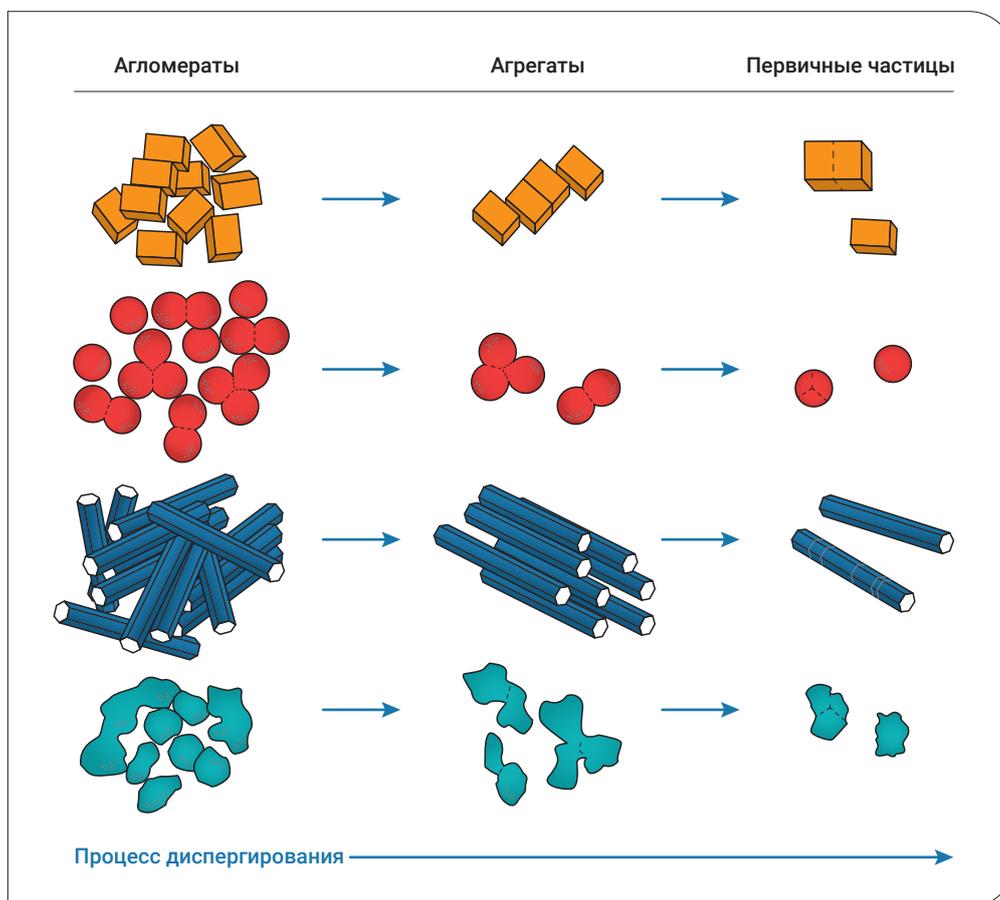
Целью процесса диспергирования является получение стабильной и однородной дисперсии мелкодисперсных частиц пигмента (первичных частиц и агрегатов) в носителе (рисунок 6).

Процесс диспергирования (измельчения) состоит из следующих трех фаз:

- Механическое разрушение агломератов в агрегатах и первичных частицах путем измельчения.

- Увлажнение отделенных частиц (граница раздела пигмент/воздух или пигмент/влага заменяется границей раздела пигмент/среда), а также
- Стабилизация – предотвращение агломерации частиц за счет стерического препятствия адсорбированной полимерной цепью или электростатического отталкивания между частицами с одинаковым зарядом. Современные диспергирующие агенты сочетают в себе электростатические и стерические механизмы стабилизации. Обычно этот процесс называют «электростатической стабилизацией».

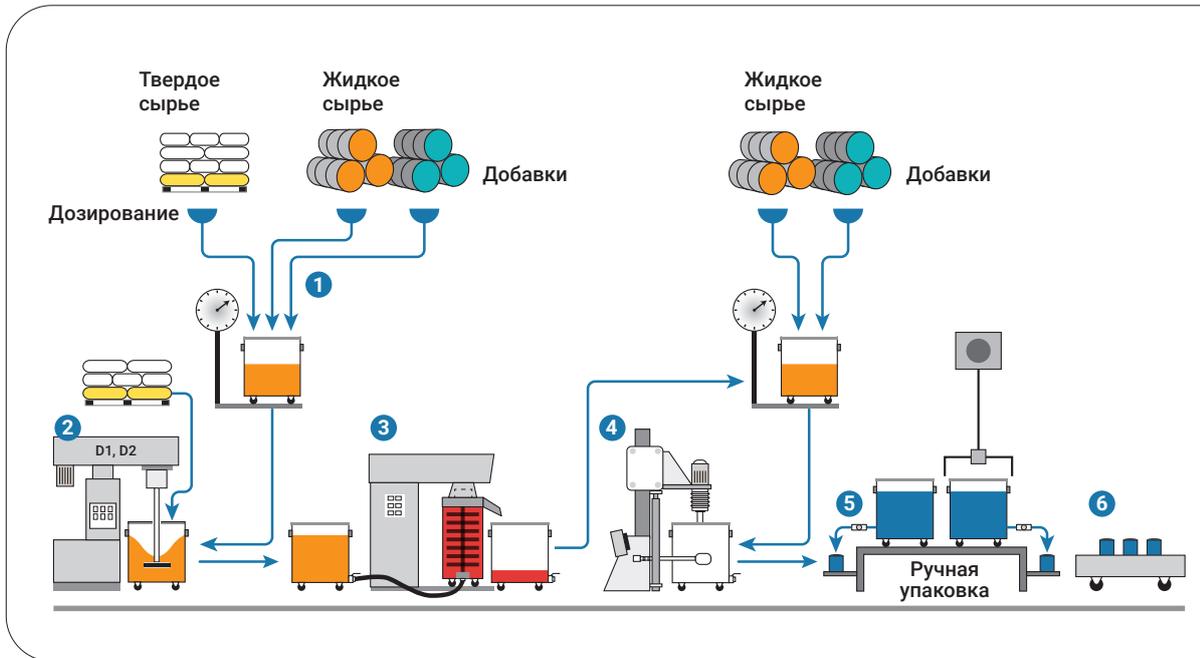
► Рисунок 6 – Модели пигментов в соответствии со стандартом EN ISO 18451-1



На приведенной ниже с схеме (рис. 7) демонстрируется процесс производства краски.

Во время производства краски необходим контроль для того, чтобы регулировать вязкость шлифовальной пасты, температуру, расход в мельнице и требуемый размер частиц краски в процессе измельчения.

► Рисунок 7 – Схема процесса производства краски



- 1** Взвешивание и дозирование сырья (смола, растворителей, пигментов, наполнителей и добавок)
- 2** Смешивание с помощью растворителя (предварительное измельчение) – смачивание и механическое разрушение агломератов
- 3** Измельчение (диспергирование) – дальнейшее разрушение и стабилизация дисперсии пигмента

Во время операции шлифования подпроцессы механического разрушения, увлажнения и стабилизации не обязательно происходят в хронологическом порядке, они могут происходить частично последовательно и частично одновременно.

Стандарт ИСО 1524:2013 (Краски, лаки и полиграфические краски. Определение тонкости перетир) определяет метод установления тонкости перетир красок с использованием подходящего калибра, градуированного в микрометрах. Он применим ко всем типам жидких красок и сопутствующих продуктов, за исключением продуктов, содержащих пигменты в виде хлопьев (например, стеклянные хлопья, слюдястые оксиды железа, алюминиевые хлопья).

В дополнение к хорошо диспергированным пигментам важно добиться эффективной долгосрочной стабилизации частиц пигмента, поскольку недостаточная стабилизация может вызвать негативные

эффекты, такие как изменение цвета, осаждение или изменение вязкости диспергирования.

Для увлажнения, диспергирования и стабилизации сухих пигментных порошков в жидких составах необходимы высокоспециализированные добавки. Увлажняющие добавки ускоряют смачивание пиг-

- 4** Разбавление – смешивание для гомогенизации дисперсии пигмента с предварительно приготовленной смесью других жидких материалов (связующих, растворителей, добавок)
- 5** Фильтрация
- 6** Упаковка

ментных агломератов смолой; диспергирующие добавки улучшают стабилизацию диспергирования пигмента. Один и тот же продукт часто может выполнять функции как увлажняющей, так и диспергирующей добавки. Существует значительная разница в процессе увлажнения между системами на основе растворителя и системами на основе воды. Увлажнение в системах на основе растворителей, как правило, довольно легко осуществимо благодаря низкому поверхностному натяжению органических растворителей. Из-за высокого поверхностного натяжения воды поверхностное натяжение в системах на водной основе значительно выше, поэтому для обеспечения достаточного увлажнения пигмента требуются специальные добавки.

Диспергирование пигмента можно стабилизировать путем дефлокуляции или контролируемой флокуляции. В большинстве областей применения желательна

стабилизация дефлокулированного состояния, но в некоторых случаях предпочтительна контролируемая флокуляция.

Дефлокуляция, как правило, приводит к более эффективному использованию пигмента, улучшаются характеристики текучести и становится возможна более высокая загрузка пигмента. Благодаря небольшому размеру частиц дефлокулированных пигментов повышается блеск и интенсивность цвета. Эти свойства представляют особый интерес для покрытий, где требуется оптимальный внешний вид и отличные свойства поверхности (например, в автомобильных красках).

Без добавок частицы пигмента находятся в непосредственном контакте друг с другом в виде неконтролируемых хлопьев. Напротив, при контролируемом образовании хлопьев молекулы добавок всегда находятся между частицами пигмента без прямого контакта с ними.

к снижению блеска, при этом краски должны быть оценены на предмет возможных нежелательных эффектов. Добавки для флокуляции в основном применяются в грунтовках, основах и системах защитных покрытий.

Следует учитывать показатели стабилизации красок с одним пигментом, блеском и прозрачностью. Показатель для смесей, поведение при флодинге/флотации, следует оценивать с помощью теста на «истирание» и осаждение. Неоднородная пленка краски после истирания указывает на слабо стабилизированные частицы пигмента. Разница в цвете между истертой и не истертой областью указывает на степень образования хлопьев, а также на степень флодинга.

Для проведения теста на осаждение диспергированный пигмент разбавляют, наливают в градуированный мерный цилиндр и хранят в течение определенного периода времени. С помощью флокулированных систем постепенно образуется слой без пигмента,

### ► Рисунок 8 – Растворители



Иллюстрация: © Kansai Helios

Контролируемая флокуляция образует трехмерные сетчатые структуры, которые приводят к тиксотропному (псевдопластичному состоянию или быстрому возвращению в гелевое состояние) поведению потока внутри покрытия. Благодаря этим структурам вязкость в состоянии покоя довольно высока. Однако при приложении силы сдвига хлопья пигментов распадаются и вызывают снижение вязкости. Хлопья могут восстанавливаться после того, как приложение силы сдвига будет отменено, что позволяет достигать таких реологических свойств, как провисание и оседание, а также превосходной стабильности на вертикальных поверхностях при большой толщине пленки. Кроме того, благодаря контролируемой флокуляции можно контролировать как флотацию, так и флодинг, поскольку различные пигменты связаны вместе в хлопьях и, следовательно, не могут отделяться от смеси. Совместная флокуляция может привести

который обычно имеет четкую границу. Напротив, стабильные коллоидные системы демонстрируют переход между прозрачным надосадочным связующим раствором и пигментированной фазой.

Когда один пигмент диспергируется, количество добавки и условия измельчения могут быть оптимизированы для достижения наилучшего возможного качества измельчения. При совместном измельчении нескольких различных пигментов необходимы компромиссы в отношении параметров измельчения. Совместное измельчение пигментов не рекомендуется в связи с различными свойствами разных пигментов в зависимости от процесса измельчения. Пигмент, который трудно измельчить, можно заменить, если это возможно, или измельчить отдельно, или добавить в виде концентрата пигмента.

Слишком большое или слишком малое количество добавок может отрицательно сказаться на стабильности диспергирования пигмента. Необходимое количество увлажняющих и диспергирующих добавок зависит от типа пигмента, так как добавки остаются на поверхности пигмента. Если количество диспергатора слишком мало, то эти преимущества не удастся реализовать полностью. Если количество слишком велико, толщина защитного барьера уменьшается в результате переполнения поверхности пигмента, что также влияет на стабилизацию. Адгезия или твердость лакокрасочной пленки также может быть снижена из-за наличия свободных молекул в лакокрасочной пленке.

Производители предоставляют информацию о типах добавок и количествах, подходящих для конкретных типов пигментов и типов красок (на водной или растворяющей основе). Однако для оптимизации дозировки следует разработать серию лабораторных тестов.

В следующей таблице представлены рекомендуемые уровни использования добавок (BNK, ND).

Когда лабораторные испытания переносятся на производство, сопоставимые результаты измельчения могут быть достигнуты только при соблюдении одинаковых условий.

#### 6.4 Замена антикоррозионного пигмента Red Lead (Красный свинец) (PR 105) (PR 105)

Пигмент красный сурик, миниум (Пигмент Красный 105) – один из старейших и наиболее популярных видов антикоррозионного пигмента с отличными антикоррозионными свойствами, в основном используемый для металлических грунтовок. Это не прямой ингибитор, требующий реакции с определенной системой смол. При использовании в льняном масле или других связующих масляных экстрактах он вступает в реакцию с кислотными группами в смоле с образованием свинцового мыла, которое оказывает ингибирующее коррозию действие.

► Таблица 6 – Рекомендуемый уровень использования добавок

ТИП СМАЧИВАЮЩИХ И ДИСПЕРГИРУЮЩИХ ДОБАВОК	НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ПИГМЕНТЫ	ОРГАНИЧЕСКИЕ ПИГМЕНТЫ	ОБЩАЯ РЕЦЕПТУРА
Классические низкомолекулярные полимеры	0,5-2% добавки от количества пигмента	1-5% добавки от количества пигмента	0,1-1% добавки
Высокомолекулярные полимеры	1-10% добавки от количества пигмента	10-80% добавки от количества пигмента	0,2-3% добавки

► Рисунок 9 – Погружная мельница



фото: НЦПТ Иордания

Антикоррозионная защита без химического вмешательства достигается, если значительно снизить диффузионную способность и проницаемость агрессивных агентов, таких как кислород, вода и соли, с помощью соответствующего состава. Для достижения этого свойства лучше всего подходят пластинчатые пигменты, такие как алюмосиликаты, пластинчатый оксид железа или слюда.

На антикоррозионные свойства грунтовок влияют такие многочисленные факторы, как тип смолы, соотношение объемной концентрации пигмента (ОКП) к критической объемной концентрации пигмента (КОКП), тип антикоррозионного пигмента и других пигментов и наполнителей, условия диспергирования и общая рецептура краски. Все эти факторы следует принимать во внимание в процессе реформулирования краски.

В таблице 7 представлена информация о пигментах, альтернативных пигменту Красный свинец.

Первой альтернативой для замены антикоррозионного свинцового пигмента является фосфат цинка. Он не содержит свинца и шестивалентного хрома; однако

► Таблица 7 – Возможные альтернативы свинцовому антикоррозионному пигменту

ТИП ПИГМЕНТА	ПИГМЕНТ	МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ
Химически активные антикоррозионные пигменты	Оксид цинка (ZnO). Фосфат цинка (ZnPO <sub>4</sub> ) Модифицированные фосфаты цинка Фосфат кальция Модифицированные фосфаты кальция	Связывают стимуляторы коррозии, такие как хлорид или сульфат, путем образования нерастворимых соединений и/или стабилизации значения pH покрытия, контактирующего с коррозионной средой. Поэтому необходима невысокая растворимость в коррозионной среде.
Электрохимически активные антикоррозионные пигменты	Хромат цинка (ZnCrO <sub>3</sub> )*, Фосфат цинка (ZnPO <sub>4</sub> ) Модифицированные фосфаты цинка Фосфат кальция Модифицированные фосфаты кальция	Пассивируют металлические поверхности, формируя такие тонкие слои, как хромовые или фосфатные. Растворимость и реакционная способность являются критическими параметрами активных пигментов
Активный катодный защитный антикоррозионный пигмент	Цинковая пыль	Особый тип активного пигмента, который действует за счет катодной защиты при нанесении на железистые подложки. Действуют как расходные аноды и защищают металлическую подложку. Состав краски должен быть таким, чтобы обеспечивать хороший электрический контакт между металлом подложки и частицами расходного пигмента. Наиболее важным требованием, позволяющим грунтовкам, богатым цинком, обеспечивать защиту от коррозии, является ОКП, близкий к КОКП или превышающий его.
Пассивные антикоррозионные пигменты	Слюдистый оксид железа Алюмосиликаты	Барьерные пигменты: действуют, укрепляя пленку краски и снижая ее проницаемость для агрессивных агентов. Это химически инертные пигменты с пластинчатой или чешуйчатой формой частиц. Эти формы образуют стенку из плоских частиц, которые защищают подложку от контакта с водой и электролитами.

\* Хромат цинка содержит шестивалентный хром и не может использоваться для замещения.

его антикоррозионные свойства не так хороши, как у свинцовых пигментов. Комбинация фосфата цинка и оксида цинка является хорошим вариантом для снижения цены и обеспечения достаточных антикоррозионных свойств. Оксид цинка имеет тенденцию вступать в реакцию с жирными кислотами, присутствующими в связующем веществе, что приводит к образованию цинкового мыла, которое действует как барьер для агрессивных агентов.

В примере 3 представлена рецептура алкидного базового покрытия с фосфатом цинка. В примере 4 представлена рецептура базового покрытия на основе эпоксидного эфира в сочетании с фосфатом цинка и оксидом цинка (см. Примеры реформулирования в Приложении 3).

Производство антикоррозионных пигментов на основе модифицированных ортофосфатов и полифосфатных пигментов цинка значительно повысило эффективность работы обычных фосфатов цинка (Neubach 2019). Поскольку эффективность пигмента зависит от связующего вещества, производители пигментов рекомендуют различные варианты фосфата цинка для различных видов связующих компонентов.

Цинк является тяжелым металлом, и в последние годы возрос спрос на антикоррозионные краски, не содержащие цинка. Фосфат кальция является альтернативой стандартному фосфату цинка и Table 8 пригоден для использования в качестве альтернативной замены красного свинца. Кроме того, антикоррозионные свойства могут быть достигнуты за счет использования ортофосфата магния кальция, а модифицированный фосфат кальция является альтернативой пигменту для долговременной антикоррозионной защиты.

Важен и выбор наполнителей, поскольку наполнители являются основными ингредиентами, присутствующими в базовых покрытиях (около 32% в примере 3, см. Приложение 3). Физические свойства наполнителей, такие как распределение по размерам и форме, показатель преломления, плотность, твердость и цвет, вместе с их кристаллической структурой и химическим составом поверхности обеспечивают функциональные свойства этих минералов (Paint and Coating Industry Magazine 2001). Наполнители могут улучшить механические свойства и устойчивость к коррозии. Использование наполнителей с частицами пластинчатой формы предотвращает попадание воды,

кислорода и других химических веществ на подложку через наложение частиц в пленке.

Платиновый тальк (гидратированный силикат магния) является проверенным антикоррозийным гидрофобным наполнителем, ограничивающим проникновение воды и агрессивных веществ в лакокрасочную пленку. Он уменьшает коррозию, отслаивание и образование пузырей на лакокрасочной пленке. Благодаря форме частиц и химической инертности тальк также способствует адгезии, увеличивая долговечность краски.

Слюда и фарфоровая глина также являются функциональными наполнителями, которые благодаря своей форме улучшают антикоррозийные свойства базовых покрытий.

Там, где это возможно, для улучшения защиты от коррозии, обеспечиваемой покрытиями, можно использовать нетоксичные органические добавки. Эта комбинация обеспечивает превосходное сочетание эксплуатационных характеристик с точки зрения антикоррозийной синергии (Heubach 2021).

В примере 4 (приложение 3) представлена композиция базового покрытия на основе эпоксидного эфира с ингибитором коррозии.

#### 6.4.1 Оценка альтернатив

Антикоррозийная краска на основе красного свинца имеет оранжевый цвет. Никакие альтернативы не обеспечивают такого цвета, но, поскольку антикоррозийные краски никогда не наносятся без верхнего слоя, который скрывает цвет, соблюдать это требование не столь важно. Компания должна связаться со своими отраслевыми клиентами и объяснить преимущества для здоровья и окружающей среды, а также возможные преимущества соответствия требованиям, способные нивелировать недостаток, связанный с увеличением затрат на новую, не содержащую свинца рецептуру. Кроме того, более низкая стоимость может быть достигнута путем реформулирования (см. Приложение 3, Тематическое исследование 1).

В следующей таблице представлены оценки альтернатив красному свинцу.

► Рисунок 10 – Линия упаковки

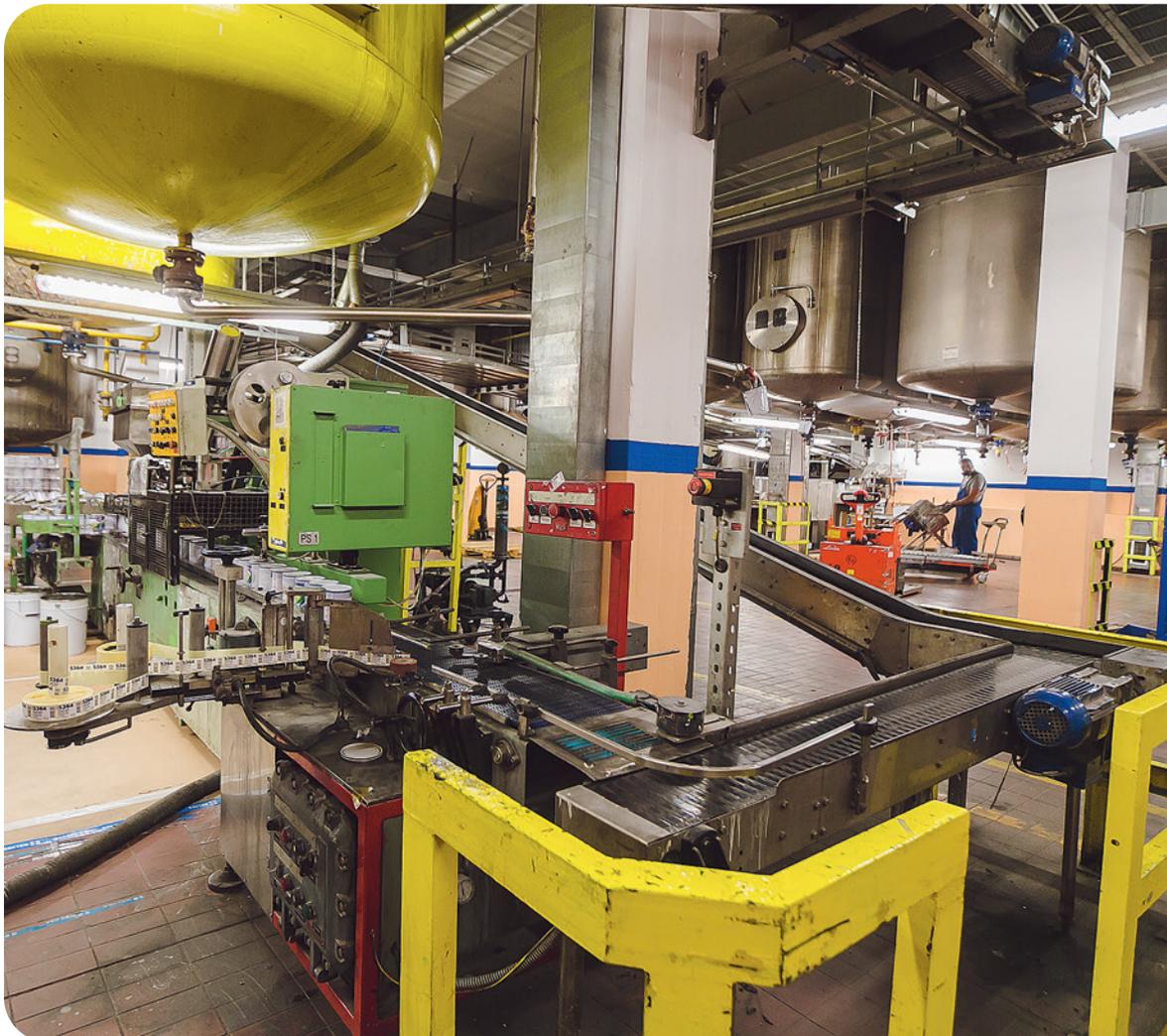


Иллюстрация: © Kansai Helios

► Таблица 8 – Оценка альтернатив PR 105

ТРЕБОВАНИЕ	СВИНЕЦ КРАСНЫЙ (PR 105)	АЛЬТЕРНАТИВА	
		ОРТОФОСФАТ ЦИНКА (PW 32)	ОРТОФОСФАТ КАЛЬЦИЯ
Функция	Отличные антикоррозионные свойства	Фосфат цинка и его модификации обладают хорошими антикоррозионными свойствами.  Цвет грунтовки не может быть одинаковым, но декорирование не является важной функцией грунтовки.	Ортофосфат кальция и его модификации обладают очень хорошими антикоррозионными свойствами.  Цвет грунтовки не может быть одинаковым, но декорирование не является важной функцией грунтовки.
Производственный процесс		Нет необходимости в изменениях в производственном процессе.	Нет необходимости в изменениях в производственном процессе.
Опасность для окружающей среды и здоровья человека (OECD 2021a, ECHA 2021c and Pcmag 2001)	<p><b>H302:</b> Вреден при проглатывании.</p> <p><b>H332:</b> Вреден при вдыхании.</p> <p><b>H351:</b> Возможно, вызывает рак, если убедительно доказано, что данная опасность не вызывается никакими другими путями воздействия.</p> <p><b>H360:</b> Может снизить фертильную функцию или повредить нерожденному ребенку.</p> <p><b>H360Df:</b> Может нанести вред нерожденному ребенку. Возможно, снижает фертильность.</p> <p><b>H362:</b> Может нанести вред детям, находящимся на грудном вскармливании.</p> <p><b>H372:</b> Вызывает повреждение органов.</p> <p><b>H372:</b> Вызывает повреждение центральной нервной системы, крови и почек при длительном или многократном воздействии при вдыхании или попадании внутрь.</p> <p><b>H410:</b> Крайне токсичен для водных организмов, вызывает долгосрочные последствия</p>	<p><b>H400:</b> Крайне токсичен для водных организмов</p> <p><b>H410:</b> Крайне токсичен для водных организмов, имеет долгосрочные последствия.</p> <p>Продукт не представляет опасности для человека при правильном использовании (использование средств индивидуальной защиты).</p>	<p>Трикальцийфосфат не представляет опасности для здоровья человека из-за его низкого профиля опасности.</p> <p>Это химическое вещество не обладает свойствами, опасными для окружающей среды, из-за его низкого профиля опасности (не токсичен для водных организмов на пределе растворимости в воде).</p>
Экономическая целесообразность		Экономически эффективная альтернатива. В зависимости от продукта стоимость может незначительно увеличиться.	Стоимость выше.
Доступность		На рынке существует множество поставщиков фосфата цинка.	Ортофосфат кальция доступен на рынке.

Для оценки эффективности замены необходимо проводить параллельное тестирование свинцовой антикоррозионной краски и реформулированной краски. Оценивается время высыхания, механические свойства и проводится проверка антикоррозионных свойств. Испытание антикоррозионных свойств на открытом воздухе – длительный процесс, но такие ускоренные антикоррозионные испытания, как испытание солевым распылением (ASTM B117-11 и DIN EN ISO 9227) и испытание на влажность (ISO 6270-1:2017), могут проводиться в сотрудничестве с производителем (производителями) пигментов.

### 6.5 Замена свинцовых белил (PW 1)

Несмотря на свой низкий показатель преломления (1,94), основной пигмент из карбоната свинца использовался в составах красок в течение многих лет. Этот пигмент был успешно заменен более эффективным пигментом из диоксида титана (PW 6), обладающим почти десятикратно увеличенной укрывистостью (Müller and Poth 2017). Данный состав на основе пигмента диоксида титана может содержать меньше белого пигмента в сухой пленке. Разница может быть покрыта менее дорогими наполнителями, позволяющими достичь тех же результатов.

Если замещение осуществляется в рецептуре на основе алкидов, необходима осторожность в использовании сушилок, поскольку свинцовые белила действуют как сиккатив, вызывающий равномерное затвердевание. Количество сиккатива в новой рецептуре должно быть увеличено. Рекомендуются сушилки из циркония и стронция (см. главу 7).

### 6.6 Замещение хромата свинца (PY 34) и сульфата молибдата хромата свинца (PR 104)

Рецептура краски сложна и зависит от предъявляемых требований. Важную роль играет выбор пигмента, как и связующего вещества, поскольку декоративные эффекты и технические свойства напрямую связаны с ним.

Чтобы облегчить компаниям процесс замещения, в этом разделе представлена информация о свойствах выбранных альтернативных пигментов.

Экономическая целесообразность зависит от множества факторов, присущих конкретной организации, и они не включаются в оценку. Представлены только относительные затраты на пигмент.

PY 34 и PR 104 используются для свойств, отвечающих декоративным характеристикам, таким как яркие цвета, чистые цветовые оттенки и высокая видимость (сигнальная функция краски), а также для выполнения таких сложных технических требований, как отличная укрывистость, устойчивость к свету и атмосферным воздействиям и термостойкость, в сочетании отсутствием миграции красящего вещества.

В следующей таблице представлены технические характеристики PY 34 и PR 104.

► Таблица 9 – Характеристики PY 34 и PR 104

ХАРАКТЕРИСТИКА	ОПИСАНИЕ
Функциональность оттенка и насыщенность цвета	PY 34 – зеленый оттенок до среднего и красного оттенка желтого; PR 104 от желтого до синего оттенка оранжевого.
Диспергируемость	Отличная диспергируемость. Для определенных целей могут быть диспергированы только с помощью растворителя.
Укрывистость (непрозрачность)	Отличные текучие свойства, возможность высокой загрузки пигмента, что обеспечивает хорошую укрывистость.
Термостойкость	Превосходная термостойкость. Эти пигменты можно использовать при температурах выше 200 °C.
Миграция красящего вещества	Пигменты не выщелачиваются и не просачиваются в нижний слой или в другие окрашенные детали
Устойчивость к свету, атмосферным и химическим воздействиям	Устойчивость хроматов свинца к свету и атмосферным воздействиям зависит от используемых типов и стабилизации их поверхности. Большинство хроматов свинца, используемых на рынке, являются стандартными типами и обладают отличной светостойкостью и атмосферостойкостью.  Плохая устойчивость к щелочам и кислотам.

► Рисунок 11 – Окраска автомобиля в покрасочной камере



Фотографии: www.pixabay.com

Замещение или изъятие класса пигмента оказывает непосредственное влияние на последующих пользователей. Составителям рецептов необходимо изменять рецептуры так, чтобы они соответствовали цветовым и техническим требованиям. До сих пор не существует индивидуальной альтернативы пигменту для точной замены 1:1 специфических хромовых желтых пигментов PY 34 или молибденовых красных пигментов PR 104. Наиболее успешным подходом было использование сочетания органической и неорганической пигментации, которое может придать конечной пленке желаемую комбинацию свойств.

На рынке существует множество альтернативных пигментов, и все они имеют свои плюсы и минусы в зависимости от предполагаемого использования. В связи с этим оценка альтернатив является непростой задачей, основанной на нескольких критериях: функции (технические свойства: диспергируемость, термостойкость, устойчивость к атмосферным воздействиям и т. д.), здоровье, безопасность и экологические проблемы, стоимость пигмента и доступность (см. Flow chart 1).

Необходимо знать о различных свойствах, производительности и стоимости бессвинцовых пигментов по сравнению со свинцовыми пигментами.

### 6.6.1 Оценка возможных альтернатив неорганическим пигментам

Неорганическими пигментами, которые потенциально могут заменить PY 34 или PR 104, являются: Ванадат висмута (PY 184), смешанные оксиды металлов (PY 53 и PBr 24), желтый оксид железа (PY 42) и красный оксид железа (PR 101). На рынке доступны и другие пигменты, которые можно использовать в сочетании с другими пигментами для достижения различных уровней производительности, такие как PO 82 (оксид цинка титана олова), PW 6 (диоксид титана) и PY 216 (рутил цинка олова).

Все альтернативы неорганическим пигментам имеют различную интенсивность цвета и функциональность оттенка. Наилучшей возможной альтернативой для PY 34 является ванадат висмута, который обладает аналогичной интенсивностью цвета и очень хорошими техническими свойствами.

Как неорганические пигменты, эти альтернативы обладают аналогичными свойствами PY 34 и PR 104 в отношении непрозрачности, цветопередачи и могут использоваться для наружных составов красок благодаря хорошей светостойкости и атмосферостойкости. Термостойкость этих пигментов также достигает 200 °C, за исключением PR 101 (красный оксид железа), термостойкость которого ниже, чем у PR 104.

► Таблица 10 – Оценки возможных альтернатив неорганическим пигментам

ПИГМЕНТ	СРАВНЕНИЕ СО СВИНЦОВЫМИ ПИГМЕНТАМИ
<b>Возможная альтернатива РУ 34</b>	
Ванадат висмута РУ 184	<p><b>Функция:</b> Очень хорошие технические свойства: прочные краски с миграционными свойствами красящего вещества, сравнимыми с РУ 34, отличная термостойкость.</p> <p><b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости менять производственный процесс.</p> <p><b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> Не классифицируется как опасное для здоровья человека или окружающей среды вещество.</p> <p><b>Экономическая целесообразность:</b> Этот пигмент значительно дороже, но по свойствам аналогичен свинцовому пигменту.</p> <p><b>Доступность:</b> Ограниченные источники сырья (Bi, V)*</p>
Смешанные оксиды металлов РУ 53	<p><b>Функция:</b> Краски долговечны, но хуже сохраняют блеск. Невозможно добиться одинаковой цветовой гаммы. Свойства миграции красящего вещества и термостойкость сопоставимы с РУ 34.</p> <p><b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости менять производственный процесс.</p> <p><b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> Не классифицируется как опасное для здоровья человека или окружающей среды вещество.</p> <p><b>Экономическая целесообразность:</b> Цена аналогична ценам на свинцовый пигмент.</p> <p><b>Доступность:</b> Доступен на рынке.</p>
Оксид железа РУ 42	<p><b>Функция:</b> Краски долговечны. Если важен цвет, не следует использовать этот пигмент, так как его цвета всегда темнее и грязнее. Свойства миграции красящего вещества и термостойкость превосходны.</p> <p><b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости менять производственный процесс.</p> <p><b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> Не классифицируется как опасное для здоровья человека или окружающей среды вещество.</p> <p><b>Экономическая целесообразность:</b> Цена аналогична ценам на свинцовый пигмент.</p> <p><b>Доступность:</b> Доступен на рынке.</p>
<b>Возможная альтернатива PR 104</b>	
Оксид железа PR 101	<p><b>Функция:</b> Краски долговечны. Если важен цвет, не следует использовать этот пигмент, так как его цвета всегда темнее и грязнее. Свойства миграции красящего вещества превосходны, но термостойкость хуже, чем у PR 104.</p> <p><b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости менять производственный процесс.</p> <p><b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> Не классифицируется как опасное для здоровья человека или окружающей среды вещество.</p> <p><b>Экономическая целесообразность:</b> Цена аналогична ценам на свинцовый пигмент.</p> <p><b>Доступность:</b> Доступен на рынке</p>
<b>Возможная альтернатива PR 104 и РУ 34</b>	
Смешанный оксид металла PBr 24	<p><b>Функция:</b> Долговечные краски, но блеск сохраняется хуже, чем в случае свинцовых пигментов. Невозможно добиться той же цветовой гаммы. Отличные свойства миграции красящего вещества и термостойкость.</p> <p><b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости менять производственный процесс.</p> <p><b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> Не классифицируется как опасное для здоровья человека или окружающей среды вещество.</p> <p><b>Экономическая целесообразность:</b> Цена аналогична ценам на свинцовый пигмент.</p> <p><b>Доступность:</b> Доступен на рынке.</p>

\* Существует противоположное мнение о доступности пигмента. Некоторые компании считают, что никаких проблем с доступностью альтернативных пигментов не существует.

### 6.6.2 Оценка возможных альтернатив органическим пигментам

Список органических пигментов, которые могут заменить PY 34 и PR 104, длинен и включает следующие семейства пигментов:

- a. Азодиарилиды (например, PO 13, PO 34, PY 14, PY 83)
- b. Азодианизидин (например, PO 16)
- c. Азобензимидазолы (например, PO 36, PY 151, PY 154, PY 194)
- d. Моноазо (например, PY 65, PY 74, PY 97)
- e. Специальные азо (например, PO 67)
- f. Прочие органические альтернативы (например, PO 73, PY 110, PY 138, PY 189) и пигменты
- g. Дикетопирролопиррол красный – PR 254

На рынке доступны и другие пигменты, которые можно использовать в сочетании с другими пигментами для

достижения различных уровней производительности, таких как PO3, IPO 5 (азогруппа), PR 112 (нафтол AS-D), PR 170 (нафтол), PY 82 (дизазоконденсация) и PR 122 (хинакридон).

#### а. Группа пигментов азодиарилидов

В таблице ниже представлена оценка некоторых пигментов этой группы, которые могут стать альтернативой пигментам PY 34 и PR 104.

Азодиарилиды не обеспечивают функции непрозрачности и затенения. Эти пигменты подходят для использования только внутри помещений из-за их низкой стойкости и устойчивости блеска. Они обладают плохой термостойкостью (при температуре свыше 200 °C происходит разложение с образованием вредных веществ).

► Таблица 11 – Оценки возможных альтернатив азодиарилидным пигментам

ПИГМЕНТ	СРАВНЕНИЕ СО СВИНЦОВЫМИ ПИГМЕНТАМИ
<b>Возможная альтернатива PY 34</b>	
PY 83	<b>Функция:</b> Долговечность ниже, чем у PY 34, поэтому краски, изготовленные с использованием этих пигментов, не подходят для использования на открытом воздухе. Укрывистость ниже, а термостойкость хуже. Хорошие свойства миграции красящего вещества. С помощью этих пигментов можно получить только тусклые оттенки желтого.
PY 14	<b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости вносить изменения в производственный процесс, но из-за низкой диспергируемости органических пигментов стадия измельчения занимает больше времени и требует больше энергии. <b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> Не классифицируется как опасное для здоровья человека или окружающей среды вещество. <b>Экономическая целесообразность:</b> Эти пигменты стоят дороже, чем PY 34. <b>Доступность:</b> Доступен на рынке.
<b>Возможная альтернатива PR 104</b>	
PO 13	<b>Функция:</b> Долговечность ниже, чем у PY 104, поэтому краски, изготовленные с использованием этих пигментов, не подходят для использования на открытом воздухе. Укрывистость ниже, а термостойкость хуже. Хорошие свойства миграции красящего вещества.
PO 34	<b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости вносить изменения в производственный процесс, но из-за низкой диспергируемости органических пигментов стадия измельчения занимает больше времени и требует больше энергии. <b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> Не классифицируется как опасное для здоровья человека или окружающей среды вещество. <b>Экономическая целесообразность:</b> Эти пигменты стоят дороже, чем PY 104. <b>Доступность:</b> Источники сырья для производства ограничены. Существует лишь несколько мировых производителей.

### в. Азодианизидиновая пигментная группа

Эта пигментная группа обладает свойствами, аналогичными свойствам азодиарилидной пигментной группы.

Дианизидиновый пигмент обладает многими из тех же свойств, что и диарилидные пигменты, но лучшей термостойкостью. Эти пигменты не подходят для использования на открытом воздухе из-за их низкой стойкости и устойчивости блеска.

В следующей таблице представлена оценка PO 16 в качестве альтернативы PR 104.

► Таблица 12 – Оценка возможной альтернативы азодианизидиновому пигменту

ПИГМЕНТ	СРАВНЕНИЕ СО СВИНЦОВЫМИ ПИГМЕНТАМИ
PO 16	<p><b>Функция:</b> Составы красок подходят только для использования внутри помещений из-за низкой долговечности и недостаточного сохранения блеска. Укрывистость ниже, а термостойкость хуже. Хорошие свойства миграции красящего вещества.</p> <p><b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости вносить изменения в производственный процесс, но из-за низкой диспергируемости органических пигментов стадия измельчения занимает больше времени и требует больше энергии.</p> <p><b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> В подостром пероральном исследовании при ограниченной дозе не наблюдалось никаких неблагоприятных эффектов. PO 16 не вызывает генотоксичности.</p> <p><b>Экономическая целесообразность:</b> Этот пигмент дороже, чем PR 104.</p> <p><b>Доступность:</b> Источники сырья для производства ограничены. Существует лишь несколько мировых производителей.</p>

### с. Группа пигментов азобензимидазолонов

Несмотря на определенные ограничения, эта группа пигментов является одной из лучших альтернатив для замены PY 34 и PR 104.

В следующей таблице представлены оценки PO 36, PY 151, PY 154 и PY 194 по сравнению с PY 34 и PR 104.

Эти желтые пигменты ограничены зелеными оттенками желтого, поэтому яркие, насыщенные оттенки желтого цвета получить не удастся.

► Таблица 13 – Оценки возможных альтернатив азобензимидазолоновому пигменту

ПИГМЕНТ	СРАВНЕНИЕ СО СВИНЦОВЫМИ ПИГМЕНТАМИ
<b>Возможная альтернатива PY 34</b>	
PY 151	<p><b>Функция:</b> Может использоваться для наружных составов красок, несмотря на меньшую долговечность и сохранение блеска по сравнению с PY 34. Термостойкость сравнима с термостойкостью этого пигмента. Миграция красящего вещества отсутствует.</p>
PY 154	<p>PY 194 прозрачен и обладает самой низкой стойкостью из всех этих пигментов.</p> <p><b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости вносить изменения в производственный процесс, но из-за низкой диспергируемости органических пигментов стадия измельчения занимает больше времени и требует больше энергии.</p>
PY 194	<p><b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> Эти пигменты не оказывают неблагоприятного воздействия на здоровье человека или окружающую среду.</p> <p><b>Экономическая целесообразность:</b> Прямые затраты, связанные с пигментами, выше.</p> <p><b>Доступность:</b> Эти пигменты доступны на рынке.</p>
<b>Возможная альтернатива PR 104</b>	
PO 36	<p><b>Функция:</b> Этот пигмент может быть использован для наружных составов красок, несмотря на несколько меньшую долговечность и сохранение блеска по сравнению с PR 104. Термостойкость сравнима с термостойкостью свинцовых пигментов. Хорошие свойства миграции красящего вещества. Цвет очень близок к цвету PR 104, но немного грязноват.</p> <p><b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости вносить изменения в производственный процесс, но из-за низкой диспергируемости органических пигментов стадия измельчения занимает больше времени и требует больше энергии.</p> <p><b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> Этот пигмент не оказывает неблагоприятного воздействия на здоровье человека или окружающую среду.</p> <p><b>Экономическая целесообразность:</b> Прямые затраты, связанные с пигментами, выше.</p> <p><b>Доступность:</b> Пигмент доступен на рынке.</p>

#### d. Группа моноазопигментов

В следующей таблице представлены оценки этих пигментов по сравнению с PY 34.

Моноазопигменты обладают очень низкой стойкостью к растворителям, что приводит к потере цвета. Эти пигменты по большей части могут использоваться в красках на водной основе.

► Таблица 14 – Оценки группы моноазопигментов в качестве альтернативы PY 34

ПИГМЕНТ	СРАВНЕНИЕ СО СВИНЦОВЫМИ ПИГМЕНТАМИ
PY 65	<p><b>Функция:</b> Из-за недолговечности эти пигменты подходят только для использования в помещении. Термостойкость и сохранение блеска также ниже по сравнению с PY 34. Миграция красящего вещества происходит в красках на основе растворителя. Эти пигменты являются хорошими альтернативами PY 34 в отношении цвета. Можно добиться ярко-зеленого и красного оттенка желтого.</p> <p><b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости вносить изменения в производственный процесс, но из-за низкой диспергируемости органических пигментов стадия измельчения занимает больше времени и требует больше энергии.</p> <p><b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> Эти пигменты не оказывают неблагоприятного воздействия на здоровье человека или окружающую среду.</p> <p><b>Экономическая целесообразность:</b> Прямые затраты, связанные с пигментами, выше.</p> <p><b>Доступность:</b> Пигменты доступны на рынке.</p>
PY 74	
PY 97	

#### e. Специальные азопигменты

В следующей таблице представлены оценки PO 67 по сравнению с PR 104.

► Таблица 15 – Оценка PO 67 в качестве альтернативы PR 104

ПИГМЕНТ	СРАВНЕНИЕ СО СВИНЦОВЫМИ ПИГМЕНТАМИ
PO 67	<p><b>Функция:</b> Этот пигмент может быть использован для наружных составов красок, несмотря на несколько меньшую долговечность и сохранение блеска по сравнению с PR 104.</p> <p><b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости вносить изменения в производственный процесс, но из-за низкой диспергируемости органических пигментов стадия измельчения занимает больше времени и требует больше энергии.</p> <p><b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> Этот пигмент не оказывает неблагоприятного воздействия на здоровье человека или окружающую среду.</p> <p><b>Экономическая целесообразность:</b> Этот пигмент намного дороже, чем PR 104.</p> <p><b>Доступность:</b> Ограниченная доступность.</p>

## f. Другие органические альтернативы

Дополнительным набором альтернатив PY 34 и PR 104 являются органические пигменты, такие как PO 73, PY 110, PY 138 и PY 139. Пигменты этой группы сильно отличаются между собой, но все они

характеризуются отсутствием непрозрачности и ограниченной интенсивностью цвета.

В следующей таблице представлены оценки этих альтернатив.

► Таблица 16 – Оценки других органических пигментов в качестве альтернативы PY 34 и PR 104

ПИГМЕНТ	СРАВНЕНИЕ СО СВИНЦОВЫМИ ПИГМЕНТАМИ
PO 73	<p><b>Функция:</b> Этот пигмент может быть использован для наружных составов красок, несмотря на несколько меньшую долговечность и сохранение блеска по сравнению с PR 104. Термостойкость и свойства миграции красящего вещества хорошие.</p> <p><b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости вносить изменения в производственный процесс, но из-за низкой диспергируемости органических пигментов стадия измельчения занимает больше времени и требует больше энергии.</p> <p><b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> Пигмент не оказывает неблагоприятного воздействия на здоровье человека или окружающую среду.</p> <p><b>Экономическая целесообразность:</b> Этот пигмент намного дороже, чем PR 104.</p> <p><b>Доступность:</b> Ограниченная доступность.</p>
PY 110	<p><b>Функция:</b> Пигмент подходит для наружного применения, так как обладает хорошей стойкостью и сохранением блеска. Неплохи и показатели термостойкости и свойств миграции красящего вещества.</p> <p><b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости вносить изменения в производственный процесс, но из-за низкой диспергируемости органических пигментов стадия измельчения занимает больше времени и требует больше энергии.</p> <p><b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> Этот пигмент не оказывает неблагоприятного воздействия на здоровье человека или окружающую среду. Производство чрезвычайно опасно из-за промежуточных продуктов или токсичных растворителей.</p> <p><b>Экономическая целесообразность:</b> Пигмент намного дороже, чем PY 34.</p> <p><b>Доступность:</b> Ограниченная доступность.</p>
PY 138	<p><b>Функция:</b> Пигмент подходит только для внутреннего использования, так как долговечность и сохранение блеска хуже, чем у PY 34. Термостойкость и свойства миграции красящего вещества хорошие.</p> <p><b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости вносить изменения в производственный процесс, но из-за низкой диспергируемости органических пигментов стадия измельчения занимает больше времени и требует больше энергии.</p> <p><b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> Этот пигмент не оказывает неблагоприятного воздействия на здоровье человека или окружающую среду. Производство чрезвычайно опасно из-за промежуточных продуктов или токсичных растворителей.</p> <p><b>Экономическая целесообразность:</b> Этот пигмент намного дороже, чем свинцовые пигменты.</p> <p><b>Доступность:</b> Ограниченная доступность.</p>
PY 139	<p><b>Функция:</b> Этот пигмент обладает худшей стойкостью и сохранением блеска по сравнению с PY 34, но все же может использоваться в составах красок для наружных работ. Термостойкость и свойства миграции красящего вещества хорошие.</p> <p><b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости вносить изменения в производственный процесс, но из-за низкой диспергируемости органических пигментов стадия измельчения занимает больше времени и требует больше энергии.</p> <p><b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> Этот пигмент не оказывает неблагоприятного воздействия на здоровье человека или окружающую среду.</p> <p><b>Экономическая целесообразность:</b> Пигмент намного дороже, чем свинцовые пигменты.</p> <p><b>Доступность:</b> Ограниченная доступность.</p>

### g. Дикетопирролопиррол красный (DPP)

Этот пигмент используется в автомобильных красках и обладает рядом очень хороших свойств, включая термостойкость и высокое сохранение блеска.

В следующей таблице представлены оценки PR 254 в качестве альтернативы PR 104.

- обеспечивать термостойкость >200°C.
- не вызывать миграцию красящего вещества.
- выполнять технические требования, касающиеся оборудования для производства покрытий.

► Таблица 17 – Оценка PR 254 в качестве альтернативы PR 104

ПИГМЕНТ	СРАВНЕНИЕ СО СВИНЦОВЫМИ ПИГМЕНТАМИ
PR 254	<p><b>Функция:</b> Термостойкость и сохранение блеска превосходны. Подходит для составов красок для наружных работ. Хорошие свойства миграции красящего вещества.</p> <p><b>Техническая осуществимость:</b> Нет необходимости вносить изменения в производственный процесс, но из-за низкой диспергируемости органических пигментов стадия измельчения занимает больше времени и требует больше энергии.</p> <p><b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека:</b> Пигмент не оказывает неблагоприятного воздействия на здоровье человека или окружающую среду.</p> <p><b>Экономическая целесообразность:</b> Этот пигмент намного дороже, чем PR 104.</p> <p><b>Доступность:</b> На рынке представлено ограниченное число производителей.</p>

Пигменты PY 34 и PR 104 используются в красках, которые могут обладать исключительной прочностью, сохранением блеска и сигнальной или контрастной функцией цвета. При оценке альтернатив принимались во внимание как качественные (функциональность, техническая осуществимость, производительность EHS), так и количественные (экономическая целесообразность, доступность) критерии.

Ни одна из рассмотренных альтернатив не соответствует полностью всем техническим требованиям, которым соответствовали PY 34 и PR 104.

Пигменты из хромата свинца обычно используются в тех областях, где необходимы не все их высокоэффективные свойства (например, внутри помещений). Поэтому нет необходимости заменять их одним пигментом, обладающим всеми характеристиками, а скорее искать альтернативную рецептуру, отвечающую конкретным требованиям.

Доступные альтернативные пигменты и их комбинации могут:

- охватывать всю цветовую палитру (от желтого, через оранжевый до красного);
- обеспечивать чистые цветовые оттенки;
- удовлетворять высоким требованиям к непрозрачности путем комбинирования органических и неорганических пигментов.
- охватывать различные уровни производительности для внутреннего и наружного использования, обеспечить очень высокую светостойкость и устойчивость к атмосферным воздействиям.

### 6.6.3 Сухие пигментные препараты, гибридные пигменты и пигментные пасты

Пигментная промышленность разработала решение для замены PY 34 и PR 104 с помощью специальных сухих пигментных препаратов. Эти пигменты являются прямой заменой PY 34 и PR 104 в соотношении 1:1. Пигменты при подготовке подобраны таким образом, чтобы обеспечивать хороший баланс между колориметрическими свойствами и укрывистостью в цветовой гамме, близкой к полному оттенку. Пигментные препараты охватывают диапазоны желтого цвета от зеленого до красного оттенка и оранжевого цвета от желтого до синего оттенка.

Гибридные пигменты представляют собой комбинацию специально микронизированной сложной неорганической цветной пигментной сердцевинной частицы и предварительно диспергированного органического красителя, прикрепленного к поверхности сердцевинной частицы. Гибридные пигменты – это лучшая попытка оптимизировать свойства органических и неорганических пигментов. Их можно регулировать по цвету, непрозрачности и силе цвета в соответствии со свинцовыми пигментами, при этом они доступны в пигментных препаратах желтого, оранжевого и красного оттенков. Технология повышения интенсивности цвета гибридных пигментов открывает большие возможности для создания цветов и красок с высокой яркостью, которые обладают высокой прочностью, непрозрачностью и сильным блеском.

В примере 5 (ПРИЛОЖЕНИЕ 3) приведены составы с гибридными пигментами в качестве руководства.

Пигментные пасты представляют собой монопигментированные концентраты с максимально высоким содержанием пигмента и как можно меньшим количеством диспергированной смолы, совместимые с широким спектром связующих веществ. Их можно использовать для тонировки или для изготовления красок.

Если для точной настройки цвета используются пигментные пасты, то добавляются небольшие процентные доли различных паст, а диспергированная смола не влияет на характеристики оттененной краски. Кроме того, их можно использовать в качестве тонирующих эмалей при реформулировании свинцовой краски, если на предприятии нет оборудования для диспергирования.

Краска также может изготавливаться из смеси пигментных концентратов (паст) и наноситься вместе с прозрачным или белым покрытием. В этом случае требуется большее количество паст, а пасты оказывают значительное влияние на характеристики краски. При этом требования к пигментным пастам значительно возрастают.

#### 6.6.4 Реформулирование краски с помощью пигментов

Не существует ни одной альтернативы пигменту, не содержащему свинца, которая охватывала бы все технические свойства РУ 34 или РР 104. Эти пигменты сочетают в себе интенсивность цвета на уровне органических пигментов и лучшие свойства неорганических пигментов, включая хорошую укрывистость, устойчивость к атмосферным воздействиям и свету, термостойкость и устойчивость к миграции красящего вещества. Для достижения этих свойств необходимо использовать комбинацию неорганических и органических пигментов при реформулировании краски. Неорганические пигменты обеспечивают укрывистость, в то время как органические пигменты обеспечивают цвет, интенсивность цвета и прочность окраски. Устойчивость к атмосферным воздействиям зависит от используемых органических пигментов и может быть адаптирована к конкретным требованиям (см. таблицу 18). Комбинируя эти два типа пигментов, можно достигать требуемых характеристик краски.

Первым этапом процесса реформулирования должно быть точное определение того, какими эксплуатационными свойствами (функциями) должна обладать краска в дополнение к цвету:

- Предназначена ли она для внешнего или внутреннего использования (устойчивость к атмосферным воздействиям и свету).
- Допустимая разница в оттенках.
- Необходима ли термостойкость?
- Отличная укрывистость при определенной толщине пленки.

- Оттенок и яркость цвета.
- Допустима ли миграция цвета (используется ли краска в многослойной цветовой системе, назначение краски).

Если краска будет использоваться исключительно в помещении, нет необходимости использовать дорогие, высокоэффективные, светостойкие органические пигменты. Это позволит снизить затраты на реформулирование.

В следующем примере средне- и высокоэффективной пигментации RAL 1021 стоимость пигментов примерно в два раза выше: стоимость состава на основе свинца составляет 0,35 евро за метр<sup>2</sup>, в то время как стоимость состава без свинца составляет 0,71 евро за метр<sup>2</sup> (ЕНА 2014).

#### ► Пример 1: составы RAL 1021, содержащие свинец и не содержащие свинца\*

ПИГМЕНТ	СОСТАВ, СОДЕРЖАЩИЙ СВИНЕЦ (% ПО МАССЕ)	СОСТАВ, НЕ СОДЕРЖАЩИЙ СВИНЦА (% ПО МАССЕ)
РУ 151 (органический)		81,5
РУ 34 (неорганический)	85,8	
РВr 24 (неорганический)	11,0	17,7
РУ 139 (органический)	0,8	0,8

В следующем примере RAL 3000 со средними и высокими характеристиками стоимость пигментов примерно на 30% ниже благодаря использованию 70% неорганических пигментов в составе, стоимость состава на основе свинца составляет 0,31 евро за метр<sup>2</sup>, а стоимость бессвинцового состава составляет 0,20 евро за метр<sup>2</sup> (ЕНА 2014).

#### ► Пример 2: составы RAL 3000, содержащие свинец и не содержащие свинца\*

ПИГМЕНТ	СОСТАВ, СОДЕРЖАЩИЙ СВИНЕЦ (% ПО МАССЕ)	СОСТАВ, НЕ СОДЕРЖАЩИЙ СВИНЦА (% ПО МАССЕ)
РУ 53 (неорганический)	21,5	61,1
РР 104 (неорганический)	63,3	
РР 254 (неорганический)		27,3
РР 122 (неорганический)	8,0	
РР 101 (неорганический)	7,2	11,6

\* Цвет и укрывистость зависят от типа краски, поскольку красители по-разному проявляются в разных связующих веществах.

На самом требовательном уровне производительности стоимость составов, не содержащих хромат свинца, в 2-3 раза выше, в области средней производительности они сопоставимы, а в области достаточно хорошего качества они более доступны (ЕСНА 2014).

В приведенной ниже таблице кратко представлены свойства альтернативных пигментов по сравнению с PY 34 и PR 104.

Процесс реформулирования краски для замены свинцового пигмента требует не только корректировки цвета; это лишь одно из свойств краски, на которое влияют пигменты.

В зависимости от комбинаций пигментов в исходных рецептурах со свинцовым пигментом и в новой рецептуре следует рассмотреть возможность замещения диспергирующего агента и процесса измельчения (см. Раздел 6.3).

► **Таблица 18 – Альтернативные свойства пигментов по сравнению с PY 34 и PR 104**

ПИГМЕНТ	НАРУЖНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ	БОЛЕЕ НИЗКАЯ ТЕРМОСТОЙКОСТЬ*	МИГРАЦИЯ КРАСЯЩЕГО ВЕЩЕСТВА
PY 184, PY 42, PR 101, PY 110, PR 254, PR 122, PW 1, PY 216, PR 122, PY53, PBr.24, PY 151, PY 154, PY 194, PO 73, PY 139	ДА	НЕТ	НЕТ
PO 36	ДА	ДА	НЕТ
PO 13, PO 34, PY 14, PY 83, PO 16, PO 155	НЕТ	ДА	НЕТ
PY 65, PY 74, PY 97	НЕТ	ДА	ДА
PO 67	ДА	НЕТ	ДА
PY 138	НЕТ	НЕТ	НЕТ

\*По сравнению с PY 34, PR 104

После устранения пигментов, которые не соответствуют требованиям, можно проводить корректировку цвета с помощью выбранных пигментов с учетом свойств органических и неорганических пигментов.

Основной подход будет заключаться в измерении цвета краски, содержащей свинцовый пигмент, а затем в использовании инструментов подбора цвета (программного обеспечения и оборудования) для получения требуемого соответствия цвета. Производители пигментов также могут помочь, предложив исходные составы для конкретных цветов. Люди, имеющие опыт в создании оттенков, могли бы определить необходимые пигменты и окончательный состав с помощью многократного окрашивания.

Пигменты, в том числе PY 34 и PR 104, почти никогда не применяются отдельно при конечном использовании. Следовательно, факторы, влияющие на выбор того или иного пигмента для достижения определенного цвета и желаемых эксплуатационных свойств, будут значительно различаться. Каждая краска уникальна, поэтому невозможно найти одно конкретное решение, и даже простое предоставление информации о методах замещения будет зависеть от исходной рецептуры краски и требований.

В некоторых случаях из-за очень хорошей диспергируемости свинцовых пигментов производственный процесс включает диспергирование только с помощью растворителя. Реформулирование свинцовых красок подразумевает использование органических пигментов, поэтому производственный процесс должен быть изменен путем добавления этапа измельчения.

Если свинцовый состав содержит только неорганические пигменты, а бессвинцовый содержит в основном органические пигменты (примеры 1, 2), то для реформулирования требуется новый диспергатор и изменение процесса измельчения (время измельчения должно быть увеличено).

Если рецептура, в которую входит свинец, содержит органический пигмент, необходимо рассмотреть возможность изменения типа и количества диспергатора в зависимости от пигментов в новой рецептуре.

В случае комбинаций органических/ неорганических пигментов следует избегать совместного измельчения в связи с различными свойствами неорганических и органических пигментов, связанных с измельчением. Совместного измельчения можно избежать с помощью:

- Производства тонирующих эмалей и их смешивания для достижения желаемого оттенка;
- Раздельного измельчения пигментов во время процесса (это означает измельчение неорганического пигмента(ов), а затем, на том же оборудовании, измельчение органического пигмента(ов) в разных условиях или наоборот). Хорошим примером такого подхода является комбинация пигментов, представленная в примере 2. Сначала пигменты PY 53 и PR 101 должны быть предварительно диспергированы, после чего диспергированы вместе, а затем проводится измельчение PR 254 или наоборот. Условия измельчения следует регулировать для каждой фазы диспергирования.
- Использования готовых пигментных дисперсий (универсальных дисперсий), совместимых с широким спектром связующих веществ.

С практической точки зрения выбор между этими альтернативными методами производства зависит от количества продукции и мощности оборудования, но значительную роль также играет стоимость.

Для достижения успешного масштабирования условия измельчения в лаборатории должны быть сопоставимы с условиями, существующими на производстве.

Крайне важно проверить стабильность диспергирования (см. раздел 6.3). Если процесс диспергирования не стабилизирован, это может повлиять на воспроизводимость цвета, вызвать помутнение или другие дефекты пленки и негативно сказаться на устойчивости к атмосферным воздействиям.

Устойчивость к атмосферным воздействиям может быть проверена с помощью атмосферных воздействий на открытом воздухе, но для получения значимого результата необходим длительный период воздействия. По этой причине искусственное выветривание выполняется с помощью ускоренных тестеров на выветривание. Методы включают ускоренное воздействие атмосферных явлений с использованием тестера атмосферных воздействий QU-V, измерителя атмосферных воздействий (ксеноновая или угольная дуговая лампа) или испытания на солнце (ультрафиолетовое излучение). Ускоренные испытания на атмосферостойкость могут длиться несколько тысяч часов в зависимости от области применения. Новую рецептуру необходимо тестировать параллельно со свинцовой краской. Во время и после испытания на атмосферостойкость измеряются сохранение цвета (или разница по сравнению с неэкспонированными красками), сохранение блеска (или разница в блеске по сравнению с неэкспонированными красками) и известкование.

Солнечный свет содержит весь видимый спектр света, лампы накаливания имеют больше желтых и оранжевых оттенков, в то время как флуоресцентные имеют больше фиолетовых и красных оттенков.

### ► Текстовая врезка 3 – Световой короб



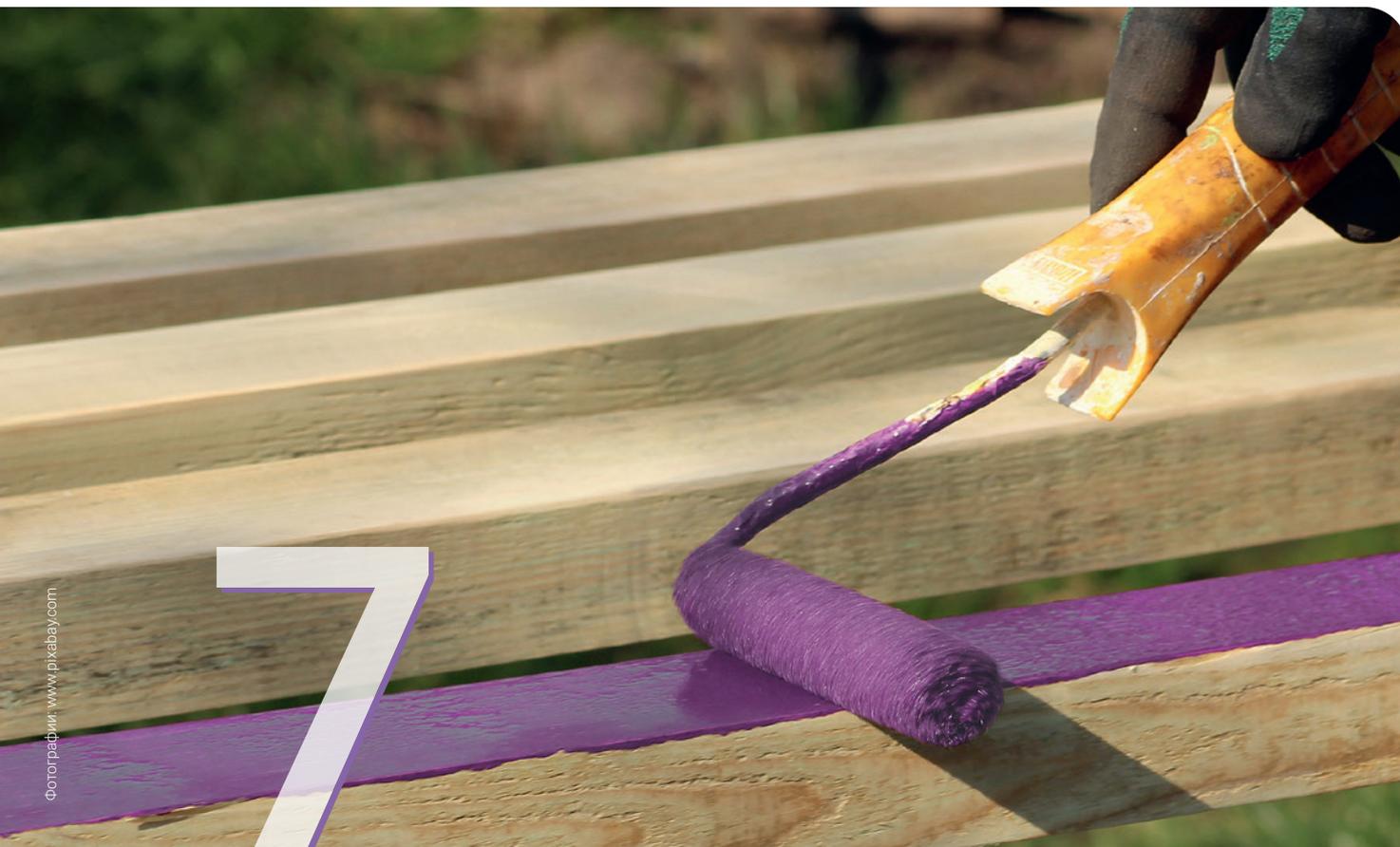
Фото: Любезно предоставлено BYK-Gardner

Чтобы правильно оценить соответствие цветов, необходимо:

- Нанести образцы, подлежащие испытанию, поверх базового слоя.
- Дать базовому слою (если он сушится на воздухе) достаточно времени для высыхания.
- Нанести образцы краски тем же способом.
- Нанести стандартный цвет и тестируемый цвет примерно одинаковой толщины.
- Сравнить цвета, используя световой короб или дневной свет.

Поскольку окрашенный объект с большей вероятностью будет использоваться при дневном освещении, именно его следует использовать для оценки цвета. Если для сравнения цветов используется световой короб, можно использовать различные виды источников света.

В случае замещения пигмента может возникнуть метамерия. Метамерия появляется тогда, когда цвет двух объектов совпадает при одном источнике света, но отличается при другом. Наиболее распространенной причиной этого является то, что один образец содержит пигмент или пигменты, которых нет в другом образце. Пример: цвет образцов совпадает при дневном свете, но не совпадает при освещении лампами накаливания.



фотографии: www.pixabay.com

## ЗАМЕНА СВИНЦОВЫХ СУШИЛОК

В этой главе представлена информация о наиболее часто используемых сушилках (октоат свинца и нафтенат свинца), но для читателей, ищущих информацию о других сушилках или более подробную информацию о наиболее часто используемых сушилках, приведены ссылки на литературу.

Замещение свинцовой сушилки не требует сложного формулирования. Поэтому настоящее Руководство содержит информацию об общих принципах роли сушилок, индивидуальных характеристиках и принципах дозирования и тестирования краски в качестве руководящих принципов для замещения и будущих рецептов красок без добавок свинца, предназначенных для сушки на воздухе.

### 7.1 Роль и состав сушилок

Некоторые связующие вещества, такие как смолы на основе олифы и модифицированные смолы, такие как алкиды и эпоксидные эфиры, отверждаются в результате образования межмолекулярных связей, которое запускается атмосферным кислородом. В процессе сушки можно выделить несколько различных стадий. Первый процесс – это физическое высыхание краски.

В этом процессе растворитель испаряется, и в результате слияния частиц связующего образуется замкнутая пленка. Затем происходит химическая сушка (также называемая окислительной сушкой), которая представляет собой процесс автоокисления липидов и означает, что краска высыхает путем окисления связующего соединения молекулярным кислородом, содержащимся в воздухе. Этот процесс может быть ускорен с помощью сушилок, которые действуют как катализаторы.

Сушилки относятся к классу мыл, которые добавляются в системы покрытий для сушки на воздухе, чтобы ускорить превращение жидкой пленки в твердое покрытие или способствовать ему в течение соответствующего времени после нанесения. Превращение происходит путем образования межмолекулярных связей путем окисления, процесса, катализатором которого является катион металла в сушилке.

В растворе сушилки, также называемые сиккативами, представляют собой металлоорганические соединения, растворимые в органических растворителях и связующих веществах. Анион в металлическом мыле в значительной степени определяет, будет ли сушилка соответствовать основным желаемым свойствам, а именно:

- хорошей растворимости и высокой стабильности в различных связующих веществах.
- хорошей стабильности сушилки при хранении.
- способности к сохранению при высокой концентрации металла.
- достаточно низкой вязкости, облегчающей обращение с сушилкой.
- сушилка должна обладать оптимальным каталитическим эффектом и
- наилучшим соотношением цены и качества (Bieleman 2000).

Металлы, которые использовались в соединениях сушилок, можно отнести к трем категориям: первичные сушилки (также называемые активными или окислительными сушилками), вторичные сушилки (также называемые сквозными сушилками) и вспомогательные сушилки. Металлы, используемые для сушилок в каждой категории, перечислены в следующей таблице:

► **Таблица 19 – Металлы, используемые в сушилках**

ПЕРВИЧНЫЕ СУШИЛКИ	ВТОРИЧНЫЕ СУШИЛКИ	ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СУШИЛКИ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Кобальт</li> <li>• Марганец</li> <li>• Железо</li> <li>• Церий</li> <li>• Ванадий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Свинец</li> <li>• Цирконий</li> <li>• Висмут</li> <li>• Барий</li> <li>• Церий</li> <li>• Стронций</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Кальций</li> <li>• Цинк</li> <li>• Литий</li> <li>• Калий</li> </ul>

Органические кислоты для получения таких солей металлов выбираются с учетом их оптимальной совместимости со связующими веществами и оптимальной растворимости.

Первые сушилки изготавливались на основе жирных кислот или канифоли, которые впоследствии были заменены нафтенной кислотой, материалом, получаемым из сырой нефти. Из-за нехватки нафтенной кислоты в современных сушилках она была заменена синтетическими кислотами с разветвленной цепью, такими как октоатная кислота (2-этилгексановая кислота), изонановая (3,5,5-триметилгексановая кислота) кислота или неодекановая кислота (в основном 2,2,3,5-тетраметилгексановая кислота). Синтетические кислоты обладают слабым запахом, обеспечивают более высокое содержание металлов и стабильное качество.

Карбоксилаты металлов классифицируются следующим образом:

- Нейтральные
- Кислотные (чаще классифицируются как нейтральные)
- Основные
- Сверхосновные (относится к использованию  $\text{CO}_2$ , который заменяет часть кислоты в сушилке).

## 7.2 Свойства отдельных сушилок

**В качестве вторичной сушилки широко использовался свинец.** Вторичные сушилки активны на этапах образования межмолекулярных связей в процессе сушки, они отвечают за общее высыхание всего слоя краски. Активность свинцовой сушилки в качестве единственной сушилки крайне низка. Свинец также улучшает гибкость и долговечность пленки. Помимо токсичности, свинцовые сушилки имеют и другие

недостатки. Они могут вызвать образование осадков в пленке, что приводит к помутнению и потере блеска. Этот эффект может быть сведен к минимуму при использовании в сочетании с кальциевой сушилкой, который действует как эмульгатор и улучшает диспергирующие и смачивающие свойства пигмента. Они также могут вызывать окрашивание серой, поскольку вступают в реакцию с серой с образованием черного сульфида свинца. Во время хранения краски реакция свинцовой сушилки с длинноцепочечными жирными кислотами, образующимися в результате гидролиза алкидной смолы, может привести к нерастворимости соли свинца.

Свинцовые сушилки используются в сочетании с кобальтом или марганцем. Кроме того, нередко добавляют кальций, чтобы избежать выпадения свинца в осадок и образования запаха. Вот типичный состав для комбинации сушилок на основе свинца, рассчитанный как доля металла в общем количестве твердых частиц смолы в краске:

- 0,05% кобальта
- 0,5% свинца
- 0,1% кальция

**Кобальт** является первичной сушилкой и сам по себе функционирует преимущественно как поверхностная сушилка. Как простое металлическое мыло, он проявляет наилучшую эффективность при комнатной температуре и может использоваться в широком спектре покрытий и лаков. При использовании отдельно кобальт может вызывать образование складок на поверхности и слабо обеспечивает сквозную сушку. По этой причине он используется в сочетании с другими металлами, такими как марганец, цирконий, стронций, свинец, кальций, и комбинированными сушилками на основе этих металлов. Если кобальт добавляется в качестве сушилки к неразбавленной смоле, может произойти значительное усиление вязкости. Кобальтовые сушилки могут использоваться сами по себе в системе на водной основе, но чаще всего их комбинируют с ускорителем сушки.

Кобальт необходимо добавлять в очень небольших количествах, поэтому он, как правило, приводит к меньшему обесцвечиванию по сравнению с другими более сухими металлами. Кроме того, кобальт не обесцвечивает белые покрытия в той же степени, что и другие сушилки, поскольку темно-синий цвет кобальта нейтрализует желтый цвет масел и алкидных связующих и тем самым повышает белизну краски.

МАИР (Международное агентство по изучению рака) классифицирует кобальт и соединения кобальта как «возможно канцерогенные для человека» (группа 2B). Кроме того, это вещество может стать причиной аллергического контактного дерматита. Из-за этой характеристики рекомендуется по возможности замещать кобальтовые сушилки.

Альтернативой кобальтовым сушилкам являются сушилки на основе ванадия, железа и марганца.

**Марганец** также является активной сушилкой, хотя и менее эффективной, чем кобальт. В качестве ускорителя полимеризации при термической обработке марганец обычно более эффективен, чем кобальт. Кобальт и марганец существенно улучшают поверхностную сушку лакокрасочной пленки; эффективность низкотемпературной сушки марганца выше, чем у кобальта. Покрытия с марганцем не сморщиваются в условиях высокой влажности, как пленки, где присутствует только кобальт. Как правило, лучше использовать белые краски без марганца или с очень низким содержанием марганца, поскольку при высоком содержании марганца образуется розовый или розовато-желтый оттенок. Преимущество марганца также заключается в том, что он не приводит к хрупкости пленок, подвергнувшихся термической обработке, в отличие от кобальта, используемого отдельно. Кроме того, эффективность марганца достаточно высока в таких системах, подверженных шелушению, как покрытия на основе уретанового масла. Однако марганец редко используется отдельно: основной сушилкой обычно является кобальт, а марганец

остается полезным модификатором. Действие марганцевых сушилок может быть изменено с помощью органических стимуляторов сушки.

**Ванадиевые** сушилки обеспечивают как поверхностную, так и сквозную сушку пленки покрытия. Существенным недостатком является его тенденция окрашивать пленку; это значительно ограничивает применение ванадия в красках. Возможно, ванадий также подвержен проблемам, связанным с потерей способности к высыханию. Его можно использовать в покрытиях для сушки на открытом воздухе на основе растворителей и в красках с высоким содержанием твердых частиц. В своей эмульгируемой форме он также может быть использован в системах на водной основе.

Кальций обладает ограниченной эффективностью в качестве сушилки, но очень полезен в сочетании с активными сушилками. Кальций удерживает пленочную матрицу открытой, что позволяет большему количеству кислорода проникать в пленку и большему количеству растворителя выходить наружу в начале процесса сушки. Он очень эффективен при использовании вместе с кобальтом и цирконием, так как способствует высыханию в таких неблагоприятных погодных условиях, как низкие температуры и высокая влажность. Когда кальций используется в качестве вспомогательной сушилки, потеря способности к высыханию становится менее серьезной проблемой при хранении красок в течение более длительного периода времени. Кальциевые сушилки улучшают твердость и блеск, а также уменьшают образование поверхностной пленки и шелушение. Большинство сушилок добавляется на стадии производства краски, за исключением вспомогательных сушилок, таких как цинк и кальций, которые обычно могут добавляться в пигментную пасту из-за их эффективности в качестве смачивающих и диспергирующих агентов.

Альтернативой замене сушилок на основе свинца являются сушилки на основе циркония или стронция.

**Цирконий**, подобно свинцу и редкоземельным металлам, представляет собой сквозную сушилку. Цирконий эффективен только в сочетании с первичными сушилками. Он способствует поверхностному и сквозному высыханию. В отличие от свинца, цирконий плохо смачивает пигмент и диспергирует его. Поэтому необходима его комбинация с кальцием. Свойства высыхания комбинации кобальта/циркония/кальция при температуре окружающей среды и влажности очень похожи на свойства комбинированной сушилки на основе свинца. Однако существуют некоторые проблемы, связанные с эффективностью этого состава в критических условиях, т. е. при температуре ниже 10°C.

**Стронций** обладает не только теми же характеристиками сквозной сушки, что и цирконий, но и преимуществами в обеспечении вспомогательных характеристик сушки, в результате чего улучшается стабильность при хранении и уменьшению «потери сушки», что особенно полезно в системах, которые сильно пигментированы или с высоким уровнем добавок. Стронций, по-видимому, превосходит

недостаточные характеристики циркония и вот-вот станет наиболее популярным выбором для замены свинца. Кроме того, это эффективный смачивающий и диспергирующий агент, предотвращающий помутнение и образование складок. Однако использование стронция может негативно сказаться на работе на открытом воздухе.

Сверхосновные сушилки на основе стронция являются экономически эффективной альтернативой, обеспечивающей превосходную производительность высушивания и более экономичной, чем нейтральные.

В индустрии покрытий стало обычной практикой использовать комбинации металлов. Эти комбинации включают одну или несколько активных сушилок с одной или несколькими вспомогательными сушилками. Эти комбинированные сушилки предлагаются как готовые к использованию, так и в виде предварительных комплектов сушилок.

По сравнению с традиционными однометаллическими сушилками смешанные сушилки обладают многими преимуществами:

- повышенной эффективностью;
- меньшим количеством сырья;
- меньшим риском ошибок при взвешивании;
- оптимальными пропорциями металла;
- упрощенным производственным процессом;
- однородным качеством.

**Ускорители сушки** или комплексообразователи представляют собой неметаллические соединения (органические лиганды), которые повышают активность первичных металлов сушилок, вызывая более быстрое высыхание пленки покрытия. Они функционируют путем образования комплексов с атомами металлов с помощью образования хелатов. В коммерческих целях широко используются два различных типа ускорителей сушки. Это 2,2-бипиридил и 1,10-фенантролин. Они используются как в системах сушки на открытом воздухе как на основе растворителей, так и на водной основе. В покрытиях на водной основе гидролиз первичной сушилки может приводить к потере способности к высыханию при хранении покрытия. При объединении первичных сушилок с ускорителями сушки достигается некоторая защита от гидролиза. Кроме того, при использовании ускорителей сушки в некоторой степени уменьшается потеря способности к высыханию из-за адсорбции металлической сушилки на поверхности пигмента.

Во время хранения может произойти преждевременное и нежелательное межмолекулярное соединение связующего вещества на границе раздела атмосферы (поверхности) под воздействием кислорода. Средства, препятствующие образованию пленки на поверхности, могут ингибировать или замедлять эти нежелательные окислительные процессы.

### 7.3 Потеря способности к высыханию

Краски, высыхающие при окислении, обычно имеют тенденцию к более длительному времени высыхания после длительного хранения. Потеря способности к высыханию вызывается главным образом:

- **Хемосорбцией сушилки на поверхности пигмента:** в отличие от физической адсорбции, которая является обратимым процессом, хемосорбция приводит к постоянной иммобилизации сушилки. Хемосорбция затрагивает пигменты с кислотными группами на поверхности и в основном происходит с пигментами, имеющими большую площадь поверхности, такими как сажа и различные органические пигменты. Состав растворителя также влияет на процесс хемосорбции; самая сильная адсорбция происходит с плохими растворителями сушилок, такими как полярные или неполярные растворители. Системы с ароматическими минеральными растворителями более склонны к хемосорбции, чем системы, разбавленные ароматическим уайт-спиритом.
- **Солеобразованием;** это продукт реакции более сухого иона и длинноцепочечных алифатических кислот — их образование вызвано гидролизом связующего или другого ингредиента, при этом он, как правило, не растворяется в краске и откладывается после кристаллизации, что приводит к порче сушилки.
- **Формированием нерастворимых комплексов:** это явление обычно происходит в красках со слабым запахом, разбавленных чистыми алифатическими растворителями. Комплексы различных типов сушилок, состоящие из таких относительно короткоцепочечных алифатических кислот, как октаноаты, имеют лишь ограниченную растворимость в этих растворителях и тенденцию к кристаллизации. Сверхосновные сушилки более чувствительны к этому эффекту, чем нейтральные сушилки. Сушилки, состоящие из более длинных кислот, таких как C9-C11, более растворимы и менее склонны к кристаллизации в этих системах покрытий.
- **Гидролиз сушилки:** этот процесс является основной причиной потери способности к высушиванию в системах покрытий на водной основе. В присутствии воды происходит быстрая гидратация сушилки. Более того, вода является хорошим лигандом для кобальта и поэтому легко связывает это вещество. Образовавшиеся гидраты нестабильны и приводят к гидролизу металлического мыла и, следовательно, к нерастворимости основного металла.

► Рисунок 12 – Производство смолы



Иллюстрация: © Kansai Heios

Потери способности к высыханию можно избежать следующими способами:

- **Выбором такой системы сушилки**, которая полностью совместима с системой покрытия. Сушилка должна растворяться в связующем веществе и не приводить к образованию помутнения при хранении или на стадии сушки. Для пигментированных систем рекомендуется провести тест на совместимость в среде без добавления пигмента или наполнителей.
- **Введением расходуемой сушилки на этапе измельчения**. Можно использовать вспомогательную сушилку, такую как кальций, особенно когда потеря способности к сушке происходит из-за хемосорбции основной сушилки на пигменте. Этот подход имеет свои ограничения и может использоваться не всегда, поскольку передозировка вспомогательной сушилки может негативно сказаться на вязкости и твердости (смягчающий эффект), а также на долговечности или стойкости к окрашиванию.
- **Используйте «питательную сушилку»**, такую как гидроксинафтенат кобальта. Эта питательная сушилка выпускается в виде пасты и нерастворима в минеральных спиртах. Такие сушилки:
  - Восполняют активные металлы, адсорбированные на пигментах (темные цвета);

- Высвобождают дополнительные металлы контролируемым образом;
- Медленно реагирует с остаточной кислотностью смолы.

#### 7.4 Оценка альтернатив свинцовым сушилкам

Сушилки могут содержать компоненты (органические растворители или ускорители сушки), оказывающие нежелательное воздействие на здоровье и/или окружающую среду. Поэтому при замене необходимо рассматривать весь продукт, а не только активное металлическое соединение. В этом разделе основное внимание уделяется альтернативам октоату свинца, распространенной сушилке. Синтетическая кислота, используемая в октоате свинца и его несвинцовых альтернативах, октоатной кислоте (2-этилгексановая кислота), в настоящее время определяется как опасная и потенциально вредит младенцу в утробе матери (ECHA 2021d). Для использования рекомендуются такие неопасные альтернативы, как сушилки на основе изононановой кислоты (3,5,5-триметил-гексановая кислота) или неodeкановая кислота (главным образом 2,2,3,5-тетраметил-гексановая кислота).

В приведенной ниже таблице представлена оценка альтернатив октоату свинца.

► Таблица 20 – Оценка альтернатив октоату свинца

ТРЕБОВАНИЕ	ОКТОАТ СВИНЦА*	АЛЬТЕРНАТИВЫ			
		ОКТОАТ ЦИРКОНИЯ*	ОКТОАТ СТРОНЦИЯ**	НЕОДЕКАНАТ ЦИРКОНИЯ	НЕОДЕКААТ СТРОНЦИЯ
<b>Функция</b>	Сквозная сушилка (ЕСНА 2021)	Сквозная сушилка	Сквозная сушилка	Сквозная сушилка	Сквозная сушилка
<b>Техническая осуществимость</b>	Сушилка добавляется для замедления реакции.	Нет необходимости в изменениях в производственном процессе.	Нет необходимости в изменениях в производственном процессе.	Нет необходимости в изменениях в производственном процессе.	Нет необходимости в изменениях в производственном процессе.
<b>Опасность для окружающей среды и здоровья человека</b>	<p><b>H226</b> – Легковоспламеняющиеся жидкость и пар</p> <p><b>H302</b> – Вреден при проглатывании</p> <p><b>H332 – Вреден при вдыхании</b></p> <p><b>H410 – Крайне токсичен для водных организмов, имеет длительные последствия воздействия.</b></p> <p><b>H360 (f,d)</b> – Может нарушить фертильную функцию. Может нанести вред нерожденному ребенку.</p> <p><b>H371</b> – Может привести к повреждению органов при длительном или многократном воздействии</p> <p><b>H336</b> – Может вызвать сонливость или головокружение</p>	<p><b>H302</b> – Вреден при проглатывании</p> <p><b>H304</b> – Может привести к летальному исходу при проглатывании и попадании в дыхательные пути</p> <p><b>H318</b> – Вызывает серьезные повреждения глаз</p> <p><b>H361d</b> – Может быть вреден для младенца в утробе матери.</p> <p><b>H315</b> – Вызывает раздражение кожи</p>	<p><b>H302</b> – Вреден при проглатывании</p> <p><b>H304</b> – Может привести к летальному исходу при проглатывании и попадании в дыхательные пути</p> <p><b>H318</b> – Вызывает серьезные повреждения глаз</p> <p><b>H361d</b> – Может быть вреден для младенца в утробе матери.</p> <p><b>H315</b> – Вызывает раздражение кожи</p>	<p><b>H304</b> – Может привести к летальному исходу при проглатывании и попадании в дыхательные пути</p>	<p><b>H304</b> – Может привести к летальному исходу при проглатывании и попадании в дыхательные пути</p>
<b>Экономическая целесообразность</b>		Цены нестабильны.	Стронциевое сырье, как правило, дешевле, а цены на него стабильнее по сравнению с цирконием.	Эти сушилки стоят дороже, чем сушилки на основе других кислот.	
<b>Доступность</b>	Свинцовые сушилки доступны на рынке, но запрещены во многих странах	Циркониевый песок, производимый преимущественно в Австралии, Западной Африке и Китае, сырье для всех циркониевых химикатов, в дефиците из-за ограничений на добычу полезных ископаемых, что уже привело к снижению доступности и последующему росту цен.	Проблем с поставками стронция нет, и в настоящее время цена стабильна.	Эти сушилки все еще производятся несколькими компаниями, но не являются широкодоступными.	

\* Опасности для окружающей среды и здоровья человека на основе ЛДБ компании DURA

\*\* Там же

## 7.5 Реформулирование краски с помощью сушилок

Поскольку процесс окислительного отверждения представляет собой сложную реакцию, в которой образование и разрыв межмолекулярных связей происходят одновременно, дозировка сушилок имеет решающее значение. Для эффективной сушки требуется минимальное количество сушилки. Добавление слишком большого количества ухудшает пленкообразование и свойства пленки, поскольку металлы способствуют дальнейшему непрерывному окислению, что приводит к усиливающейся хрупкости связующего вещества и, следовательно, краски.

Количество некоторых сушилок, таких как органические соли кобальта, марганца, ванадия и железа, ограничено из-за окрашивания лакокрасочной пленки.

Кроме того, некоторые пигменты способны ускорять окислительную сушку, например, оксиды железа (в основном прозрачные сорта из-за их большой площади поверхности), пигменты металлического цинка, оксиды цинка, карбонаты кальция и свинцовые

пигменты. Другие пигменты могут действовать как ингибиторы окислительного отверждения, например сажа, ультрамариновые пигменты и некоторые фталоцианиновые пигменты. Они адсорбируют сушилки на своих поверхностях. Таким образом, следует немного увеличить количество сиккативной добавки (Bieleman 2000).

Имеющиеся в продаже сушилки характеризуются содержанием в них металла. В технических паспортах указаны ориентировочные количества сушилок, включая комбинированные продукты. Рекомендации для красок на основе стандартных длинных масляных алкидных смол будут отличаться от рекомендаций для покрытия с коротким масляным алкидом или покрытия с высоким содержанием твердых частиц; аналогичным образом, природа масла/жирной кислоты и любые гибридизации повлияют на оптимальную систему сушки. Чтобы добиться максимальной производительности краски, составителю необходимо найти правильный баланс основных, сквозных и вспомогательных сушилок. Конкретные металлы могут улучшить определенные качества, такие как твердость, блеск, сквозное высыхание.

► Таблица 21 – Рекомендуемые диапазоны начальных точек (Durachem ND) для выбранных сушилок

МЕТАЛЛ	ДИАПАЗОН, РАССЧИТАННЫЙ КАК ПРОЦЕНТНОЕ СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛА В ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦАХ СМОЛЫ				
	ЖИРНАЯ АЛКИДНАЯ СМОЛА	ТОЩАЯ АЛКИДНАЯ СМОЛА	ЗАПЕКАНИЕ/ ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА	НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ	СВЕРХНИЗКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЛОВ
Свинец	0,50-0,80	0,35-0,70			
Цирконий	0,20-0,40	0,15-0,30		0,10-0,30	0,08-0,15
Стронций	0,20-0,40	0,15-0,30			
Кобальт	0,04-0,07	0,03-0,06	0,02-0,05	0,04-0,12	0,08-0,15
Кальций	0,15-0,30	0,10-0,20		0,05-0,10	0,15-0,45
Марганец	0,06-0,09	0,04-0,09	0,02-0,05	0,06-0,14	0,08-0,15
Ванадий	0,08-0,12	0,06-0,09			

► Текстовая врезка 4 – Как рассчитывать необходимое количество сушилки?

Необходимое количество сушилки рассчитывается по следующему уравнению:

$$\text{кг сушилки} = (\text{кг смолы}) \times (\% \text{ твердых частиц смолы}) \times (\% \text{ от дозы}) / 100 \times (\% \text{ металла в сушилке})$$

Пример: Предположим, имеется краска с содержанием алкидной смолы (50% твердых веществ) 500 кг в рецептуре (1000 кг), и при этом нужна дозировка 0,3% циркониевой сушилки (18%)

$500 \times 50 \times 0,3 / 100 \times 18 = 4,2$  ➔ Следует добавить 4,2 кг циркониевой сушилки (18%) на 1000 кг краски.

В приведенной ниже таблице указаны рекомендуемые диапазоны начальных точек (одного из производителей):

Свинец нельзя просто заменить цирконием; соотношение кобальта и кальция также должно быть скорректировано. Согласно различным источникам, свинцовые сушилки в рецептуре заменены на 60-75% сушилок на основе циркония, рассчитанных по содержанию металла. Лучше всего было бы начать с количества сушилок, рекомендованного производителем.

Сушилки из циркония эквивалентно заменяются стронциевыми сушилками, рассчитанными по содержанию металла. Если такая сушилка замещает свинцовую сушилку, нет необходимости изменять количество сушилок на основе кобальта и кальция.

Необходимо протестировать краску и отрегулировать количество сушилок для достижения наилучшего возможного результата, но общее правило заключается

в том, чтобы сводить количество сушилок к минимуму для избежания негативных последствий.

Если время высыхания и свойства пленки сопоставимы с эталонным продуктом (с использованием свинцовой сушилки), следует изучить вопрос о том, как хранение влияет на новую рецептуру. Хранение при повышенной температуре (40°C в течение двух недель) в некоторой степени сопоставимо с длительным хранением. Увеличение времени сушки после хранения указывает на потерю способности сушилки к высушиванию. Если в альтернативной системе наблюдалось сильное разделение фаз или осаждение, чего не было в случае эталонного продукта, то альтернативная система неприемлема, особенно если образец не поддавался повторному перемешиванию. Вязкость, блеск и твердость сухой пленки следует измерять до и после хранения.

В таблице 22 приведены меры, используемые для устранения проблем, связанных с сушилками.

#### ► Текстовая врезка 5 – Испытания на высыхание

После первоначального испытания на время высыхания наиболее перспективные альтернативные системы сушилок следует протестировать на стабильность, вязкость, твердость пленки, блеск и пожелтение (один месяц в темном шкафу). Все испытания при технической оценке альтернатив должны проводиться в качестве сравнительных испытаний, что означает, что эталоном является продукт, содержащий оригинальную систему свинцовой сушилки.

► Рисунок 13 – Регистратор времени высыхания

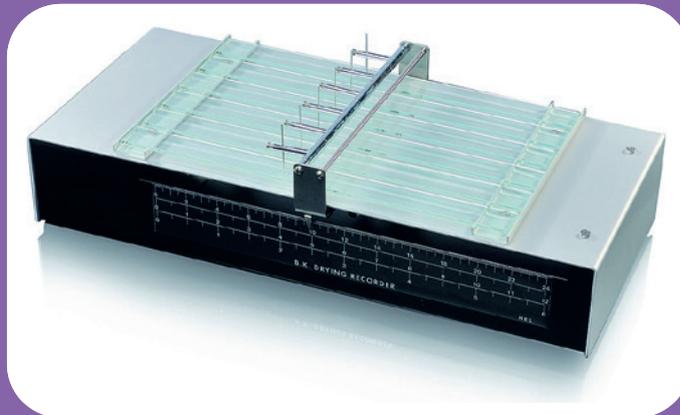


Фото. Любезно предоставлено ВУК-Gardner

► Таблица 22 – Устранение проблем, связанных с сушилками\*

ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С СУШИЛКАМИ	УВЕЛИЧИТЬ <b>ИЛИ</b> УМЕНЬШИТЬ <b>ИЛИ</b> ДОБАВИТЬ <b>ИЛИ</b> ЗАМЕНИТЬ			
Пленка слишком клейкая	Кобальт или марганец		Кобальт или калий	
Цветение	Кальций			
Липкость после высыхания	Цирконий		Железо	
Плохое сохранение цвета			Цинк	
Недостаточно блеска			Цинк	
Слабое высушивание при высокой влажности			Церий или лантан	
Покрытие слишком мягкое			Цинк, церий или висмут	
Потеря способности к высыханию из-за поглощения пигмента	Нейтральный кальций		Цинк, железо или ускоритель сушки	
Потеря способности к высыханию из-за осаждения сушилки	Сверхосновный кальций		Ускоритель сушки	
Слишком медленное высыхание	Все сушилки			
Краска обладает слабой водостойкостью				Кальций с барием или стронцием
Образование складок	Кальций	Кобальт	Цинк	Кобальт с марганцем
Образование пленки на поверхности банки	Средство, препятствующее образованию пленки на поверхности	Кобальт		
Слабая сквозная сушка	Цирконий или кальций	Кобальт		
Пожелтение	Кальций или лантан	Церий или марганец		
Медленное высыхание поверхности	Кобальт			Кальций или калий
Улавливание пыли	Кобальт			
Медленное высыхание при низкой температуре				Кальций с барием, стронцием или литием или кобальт с марганцем
Пленка слишком хрупкая	Цирконий	Кобальт		
Сульфидное окрашивание				Свинец с цирконием или стронцием
Слабое диспергирование пигмента	Добавить октоат цинка или кальция в пигментную пасту			

В настоящее время считается, что стронциевые сушилки обладают лучшими универсальными характеристиками по сравнению с циркониевыми сушилками. Они являются экономичной альтернативой

циркониевым сушилкам, обеспечивающей превосходную производительность сушки при низких температурах и высокой влажности.

\* Источник: Troy Corporation



Фотографии: www.pikabay.com

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Свинец является хроническим и кумулятивным токсином. Воздействие свинца является серьезной проблемой для общественного здравоохранения и окружающей среды. Наиболее восприимчивы к неблагоприятному воздействию свинца младенцы, маленькие дети (особенно в возрасте до 5 лет) и беременные женщины, и даже относительно низкие уровни воздействия могут нанести серьезный ущерб здоровью человека.

Переход на составы красок без преднамеренного добавления свинцового сырья является сложной задачей для отрасли, и поставщики сырья пытаются помочь производителям красок справиться с возникающими трудностями. Этот процесс начался почти десять лет назад, и с тех пор на рынке появилось много сырья, способного заменить соединения свинца в красках.

Свинцовый антикоррозионный пигмент (PR 105) обладает превосходными антикоррозионными свойствами, но может быть заменен фосфатами цинка или для улучшения антикоррозионных характеристик

- модифицированными ортофосфатами и полифосфатными пигментами цинка. Дальнейшее улучшение производительности и защита окружающей среды приводят к появлению фосфата кальция и его модификаций.

PY 34 и PR 104 соответствуют строгим техническим требованиям и обеспечивают четкие, глубокие оттенки, однако они чрезвычайно опасны. Не существует единого пигмента, который мог бы заменить эти пигменты, но при соблюдении определенных критериев, которым должна соответствовать краска, в качестве альтернативы можно использовать комбинацию пигментов.

Альтернативой свинцовым сушилкам являются циркониевые или стронциевые сушилки.

В ходе пилотного тестирования реформулировки краски с участием МСП в рамках проекта СПМРХВ ГЭФ были получены следующие результаты.

### ► Текстовая врезка 6 – Основные выводы об экспериментальном реформулировании

В большинстве МСП, участвующих в проекте, свинцовые сушилки не используются, и все тематические исследования связаны с заменой свинцового пигмента.

В ходе проекта было определено, что свинцовые пигменты используются в красках на основе растворителей и на водной основе

- Некоторые малые предприятия не располагают всем необходимым оборудованием для проведения испытаний характеристик краски и расширения масштабов деятельности. Недостаток шлифовального оборудования можно устранить с помощью пигментных паст.
- Поставщики проявляют меньший коммерческий интерес к небольшим рынкам (потребителям), а доступность бессвинцовых пигментов ограничена (Иордания, Эквадор). Помимо пандемии COVID-19, этот фактор замедлил реализацию данного проекта в этих странах.
- Все участники согласились с тем, что важное значение имеет техническая поддержка поставщиков. Некоторые партнеры по проекту организовали встречу с

техническим персоналом проекта, которая привела к лучшему пониманию процесса реформулировки и ускорила правильный выбор пигмента.

- МСП успешно и значительно снизили концентрацию свинца в реформулированных красках, как показано в тематическом исследовании 3 (Приложение 3). Содержание свинца снизилось с 34 689 частей на миллион в исходной рецептуре до менее 56 частей на миллион в реформулированной алкидной краске
- Экономические издержки реформулирования были неоднородны. В некоторых случаях сырье, альтернативное свинцовому, было дешевле, что снижало стоимость, как показано в тематическом исследовании 1 (Приложение 3). В других случаях цена краски значительно возросла.
- Компании успешно реформулировали производимые свинцовые краски, однако необходима дальнейшая работа по точному подбору оттенков и оптимизации затрат.

Дополнительную информацию о тематических исследованиях МСП см. в приложении 3.

В настоящем Руководстве представлены общие принципы реформулирования краски. Каждое реформулирование, обусловленное различными исходными составами, содержащими свинец, в отношении цвета и других свойств краски, требует особого подхода. Компаниям-участникам был предоставлен углубленный анализ и более конкретные данные в соответствии с их особыми потребностями.

По мнению представителей лакокрасочной промышленности, изменение состава красок для устранения соединений свинца вполне осуществимо, а технические и финансовые последствия поддаются контролю.

Устранение соединения свинца также может обеспечить потенциальные экономические преимущества. Производя или используя краски без соединений свинца, производители и пользователи красок (например, изготовители игрушек) могут обеспечивать доступ к рынкам, где содержание свинца в красках уже ограничено.

► Рисунок 14 – Завод по производству красок в Колумбии



Фото: НЦПГ Колумбии

## Библиографическая ссылка

Bieleman J. (ed) (2000). Additives for Coatings. Weinheim: Verlag GmbH. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527613304>.

ВУК (ND). ВУК (ND) Смачивающие и диспергирующие добавки (<https://ebooks.byk.com/en/wetting-and-dispersing/why-do-we-use-wetting-and-dispersing-additives/>)

Дата обращения: апрель 2020 г.

Датское агентство по охране окружающей среды (2003 г.). Замена кобальтовых пигментов и метилэтилового кетоксида. <https://www2.mst.dk/udgiv/publications/2004/87-7614-097-0/pdf/87-7614-098-9.pdf>.

Demayo A., Taylor M.C., Taylor K.M. and Hodson P.V. (1982). Токсичные последствия свинца и свинцовых соединений для здоровья человека, водной фауны, диких растений и домашнего скота. Critical Reviews in Environmental Control, 12, 257-305. <http://dx.doi.org/10.1080/1064338820938168>.

Durachem (ND). Техническая записка. Типичная дозировка сушилки и расчет добавки [http://www.durachem.com/docs/Tech\\_Brief-Drier\\_Dosage\\_and\\_Addition\\_Calculation.pdf](http://www.durachem.com/docs/Tech_Brief-Drier_Dosage_and_Addition_Calculation.pdf).

Дата обращения: январь 2021 г.

Edwards S., Rossi M., and Civie P. (2005). (2005) Оценка альтернатив для сокращения использования токсичных веществ: Обзор методов и инструментов. Lowells: Массачусетский институт сокращения использования токсичных веществ, Университет Лоуэлл. <https://www.turi.org/content/download/3369/30384/file/2005+M%26P+Report+23+Edwards+Rossi+Civie+-+Alternatives+Assessment+Survey+of+Methods+and+Tools.pdf>.

Европейское химическое агентство (2021). Руководство по подготовке заявки на получение разрешения, версия 1. [https://echa.europa.eu/documents/10162/13643/authorisation\\_application\\_en.pdf/8f8fdb30-707b-4b2f-946f-f4405c64cdc7](https://echa.europa.eu/documents/10162/13643/authorisation_application_en.pdf/8f8fdb30-707b-4b2f-946f-f4405c64cdc7).

Дата обращения: январь 2021 г.

Европейское химическое агентство (2021). Руководство по информационным требованиям и оценке химической безопасности, <https://echa.europa.eu/guidancedocuments/guidance-on-information-requirements-and-chemical-safety-assessment>.

Дата обращения: март 2020 года.

Европейское химическое агентство (2021а). Информационная карточка вещества: Нафтенат свинца, <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.051.610>.

Дата обращения: январь 2021 г. Дата обращения: март 2020 года.

Европейское химическое агентство (2021). Информационная карточка вещества: Свинец bis. <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.005.553>.

Дата обращения: январь 2021 г.

Европейское химическое агентство (2021с). Информационная карточка вещества: Нафтенат свинца, <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.029.040>.

Дата обращения: январь 2021 г.

Европейское химическое агентство (2021). Информационная карточка вещества: 2-этилгексановая кислота. <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.005.222>.

Дата обращения: январь 2021 г.

Европейское химическое агентство (2014). Представление третьей стороной информации об альтернативных вариантах подачи заявок на авторизацию (неконфиденциально): BASF SA [https://echa.europa.eu/documents/10162/17086/instructions\\_third\\_parties\\_afa\\_en.pdf/7bcfcfc7-e189-4e65-8e95-3c93520344c3?t=1447069994330](https://echa.europa.eu/documents/10162/17086/instructions_third_parties_afa_en.pdf/7bcfcfc7-e189-4e65-8e95-3c93520344c3?t=1447069994330).

Дата обращения: май 2019 года.

Goldschmidt A., and Streitberger H.-J. (2007), BASF Handbook Basics of Coating Technology, Second Revised Edition. Hannover: Vincentz Network

Haig S.M., D'Elia J., Eagles-Smith C., Fair J.M., Gervais J. et al. (2014). Сохраняющаяся проблема отравления птиц свинцом от боеприпасов и рыболовных снастей. The Condor. 116(3):408–28. <https://academic.oup.com/condor/article/116/3/408/5153126>.

Heubach, (2019). Освобождение от свинца для охраны окружающей среды, [https://www.heubachcolor.com/fileadmin/downloads/brochures/Bleifrei\\_web\\_1.pdf](https://www.heubachcolor.com/fileadmin/downloads/brochures/Bleifrei_web_1.pdf).

Дата обращения: март 2020 года.

Heubach (2021). Heubach (2021) Антикоррозионные средства, предложенные экспертами, [https://www.heubachcolor.com/fileadmin/downloads/brochures/ACO\\_Broschuere\\_web.pdf](https://www.heubachcolor.com/fileadmin/downloads/brochures/ACO_Broschuere_web.pdf).

Дата обращения: апрель 2021 года

ICL (2021). HALOX Z-PLEX 111, <https://www.halox.com/halox-z-plex-111/>.

Дата обращения: март 2021 года.

Международная сеть по ликвидации загрязняющих веществ (2015а). Замещение свинцовых пигментов в декоративных красках на основе растворителя. Англия: Safinah <https://ipen.org/sites/default/files/documents/Replacement%20of%20lead%20pigments%20in%20solvent%20based%20decorative%20paints.pdf>.

Международная сеть по ликвидации загрязняющих веществ (2015 б). Замещение свинцовых сушилок в алкидных декоративных красках на основе растворителя. Англия: Safinah <https://ipen.org/sites/default/files/documents/Lead%20drier%20replacement%20in%20solvent%20based%20alkyd%20decorative%20paints.pdf>.

Mannari, V. and Patel C.J., (2015). Сведения о сырье, Ганновер: Vincentz Network

Müller B. and Poth U. (2017). Лакокрасочная рецептура, международный учебник, 3-е полностью переработанное издание. Ганновер: Vincentz Network

Paint and Coatings Industry Magazine, (2001). Добавки, <https://www.pcimag.com/articles/84133-extenders>.

Дата обращения: март 2020 года.

Prospector (2021). Поиск покрытий и составов <https://www.ulpros-pector.com/en/la/Coatings/Formulation/search?start=500&sl=123859653>.

Дата обращения: январь 2021 г.

Olofsson, A.(2011). Принцип замещения при регулировании химических веществ: конструктивная критика. Journal of Risk Research 17:5, 573-575, DOI: 10.1080/13669877.2013.841739%

Организация экономического сотрудничества и развития (2021) – Глобальный портал информации о химических веществах, <https://www.echemportal.org/echemportal/substance-search>.

Дата обращения: январь 2021 г.

Организация экономического сотрудничества и развития (2021b). База данных существующих химических веществ. <https://hpvchemicals.oecd.org/ui/search.aspx>.

Дата обращения: январь 2021 г.

Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (2010 год). Окончательный обзор научной информации о свинце – Версия декабря 2010 г. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27635>.

Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (2021 год). Дополнение к бизнес-плану Глобального альянса по ликвидации свинцовой краски.

Rodrigues E.G., Virji M. A., McClean M. D.M, Weinberg J. et al. (2010). Личное воздействие, поведение и условия на рабочем месте как факторы, определяющие уровень свинца в крови у маляров-мостовиков. Journal of Occupational Environmental Hygiene 7(2):80–7. <https://dx.doi.org/10.1080/2F15459620903418316>.

Were F.H., Moturi M.C., Gottesfeld P., Wafula G. et al. (2014). Воздействие свинца и кровяное давление у работников различных промышленных предприятий Кении. Journal of Occupational Environmental Hygiene 11(11):706–15. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15459624.2014.908258>.

Всемирная организация здравоохранения. Глобальное устранение свинцовой краски: Зачем и как странам следует действовать. Технический брифинг. <https://www.who.int/publications/item/9789240005143>.

Всемирная организация здравоохранения. Краткое руководство по аналитическим методам измерения содержания свинца в красках, второе издание. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332932>.

Zhou S., Williams A.P., Berg A.M., Cook B.I., Zhang Y, and Hagemann S. (2019). Обратные связи между землей и атмосферой усугубляют одновременную засуху почвы и засушливость атмосферы. Протоколы Национальной академии наук 116(38):18848–53. <https://doi.org/10.1073/pnas.1904955116>.

## Приложения

### ▶ ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – СОВЕТЫ ПО ПОИСКУ ИНФОРМАЦИИ О МЕНЕЕ ОПАСНЫХ АЛЬТЕРНАТИВАХ

#### При выполнении поиска в Интернете:

Поисковой запрос:

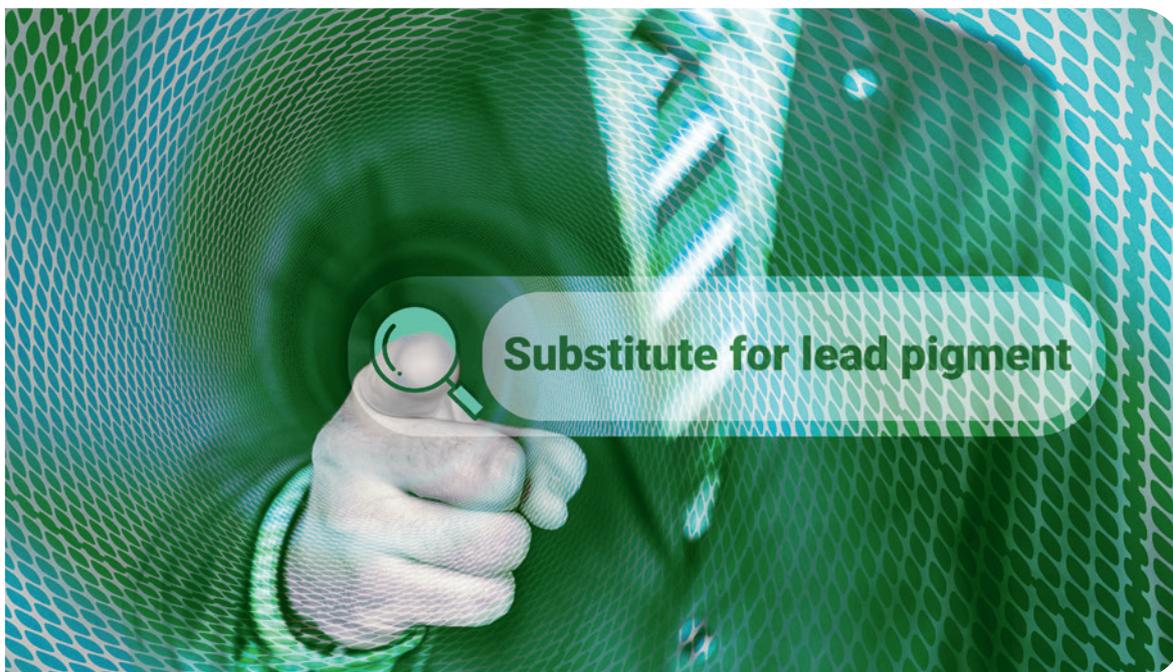
- Заменить... (Название химического вещества, которое следует заменить)
- Альтернатива... (Название химического вещества, которое следует заменить)
- Название химического вещества, которое следует заменить... (название продукта, например, краски)
- Безопасный/более безопасный, зеленый, здоровый, экологичный... (название продукта)

Включите в поиск:

- Химическое название + способ применения (например, пигмент в красках)
- Формулируйте запрос как можно точнее: сектор, процесс, продукт, функция
- Синонимы и идентификационные номера (CAS, EC и т.д.)

#### ▶ Рисунок 15 – Начать с поиска

Фотографии: www.pixabay.com



## ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – ФОРМУЛИРОВКИ – ПРИМЕРЫ

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Примеры 1 и 2 – см. главу 6.6.4 РЕФОРМУЛИРОВАНИЕ КРАСКИ

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Цвет и укрывистость зависят от типа краски, поскольку красители по-разному проявляются в разных связующих веществах

### ▶ Пример 3 - Состав бессвинцовой недорогой алкидной грунтовки с длительным сроком службы (ICL 2021)

ПЕРЕТИР		
СЫРЬЕ/ПОСТАВЩИК	%МАС./МАС.	КЛАСС
70% жирная алкидная смола	21.05	Связующее вещество
Минеральные спирты (без запаха)/LANXESS	18.71	Растворитель
Bentone 34/Омуа	0.94	Загуститель
Метанол/LANXESS	0.23	Растворитель
Vaufferox 180 M/Bayer	4.68	Синтетический красный пигмент из оксида железа
Усовершенствованные добавки HALOX® Z-PLEX 111/ICL	9.35	Комплекс фосфата цинка (осаждение и анодная пассивация)
Слюдяной тальк AT.1.	32.74	Шпатлевка
LET DOWN		
70% жирная алкидная смола	2.34	Связующее вещество
Минеральные спирты /LANXESS	8.84	Растворитель
Цирконий 12% (OMG Europe)	0.28	Сиккатив
Кобальт 12% (OMG Europe)	0.09	Сиккатив
Цинк 8% (OMG Europe)	0.37	Сиккатив
Кальций 4% (OMG Europe)	0.19	Сиккатив
Skino 1 (OMG Европа)	0.19	Средство, препятствующее образованию пленки на поверхности
<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>	

### ▶ Пример 4 – Состав базового покрытия на основе промышленного эпоксидного эфира, не содержащего свинца

ПЕРЕТИР		
СЫРЬЕ/ПОСТАВЩИК	%МАС./МАС.	КЛАСС
Специальные смолы Uranox EE4 X-50/DSM	20.00	Связующее вещество
Bentone 34 (10% в уайт-спирите/этанол, 85/5)/Омуа	4.7	Загуститель
Special black 100/Orion	0.30	Пигмент
Оксид цинка	4.4	Пигмент
Фосфат цинка ZP 10/Heubach	11.20	Пигмент
Fintalc M15/Mondo Minerals B.V.	9.00	Шпатлевка
Barytes EWO/Sachtleben Minerals	4.40	Шпатлевка (сульфат бария)
Vaufferox 222 FM	1.70	Пигмент
Heucorin RZ/Heubach	1.20	Органический ингибитор коррозии
LET DOWN		
Специальные смолы Uranox EE4 X-50/DSM	14.70	Связующее вещество
Octa Soligen Co 6/Borchers	0.10	Сушилка
Exkin II	0.20	Средство, препятствующее образованию пленки на поверхности
Shellsol A (Shell)	12.10	Растворитель
<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>	

Эта краска быстро сохнет, высыхает «от пыли» за 45 минут, высыхает для обработки за 2 часа и полностью отверждается за один день

► **Пример 5 – Приблизительные составы, не содержащие свинец (Propsector 2021)**

SHADE			
<b>RAL 1018</b>	<b>%MAC./MAC.</b>	<b>RAL 1021</b>	<b>%MAC./MAC.</b>
Brufasol Yellow AL 10	59.708	Brufasol Yellow AL 10	63.290
Диоксид титана	38.800	PY 4	18,987
PY 83	1.194	PY 83	2.532
PY 101	0.298	PY 101	10.126
		PB 15.3	3.165
		PG 7	1.909
<b>RAL 1023</b>	<b>%MAC./MAC.</b>	<b>RAL 2000</b>	<b>%MAC./MAC.</b>
Brufasol Yellow AL 30	95.487	Brufasol Yellow AL 30	62.651
PY 83	1.909	PR 177	12.048
PY 101	2.604	PY 83	12.048
		PY 101	13.253
<b>RAL 2004</b>	<b>%MAC./MAC.</b>	<b>RAL 3000</b>	<b>%MAC./MAC.</b>
Brufasol Yellow AL 30	52.175	Brufasol Yellow AL 30	24.795
PO 34	27.536	PR 254	24.793
PY 101	5.797	PY 101	25.619
Диоксид титана	14.492	Диоксид титана	14.049
		Оксид красный	10.744

► **Пример 6 – Не содержащие свинца примерные составы с гибридными пигментами\***

ПИГМЕНТ	АЛЬТЕРНАТИВА А	АЛЬТЕРНАТИВА В
(Уровень пигмента в пересчете на твердое связующее – 23,7%)		
<b>RAL 1003 Signal Yellow</b>	<b>%MAC./MAC.</b>	<b>%MAC./MAC.</b>
TICO® Yellow 594	39.80	52.82
TICO® Yellow 622 N	24.90	25.35
HEUCODUR® Yellow 152	13.00	
HEUCODUR® Yellow 151	20.12	19.49
Iron Oxid Yellow	2.8	2.34
<b>RAL 1004 Golden Yellow</b>	<b>%MAC./MAC.</b>	<b>%MAC./MAC.</b>
TICO® Yellow 594	65.15	
HEUCODUR® Yellow 152	19.60	
Iron Oxid Yellow	15.25	
<b>RAL 1007 Daffodil Yellow</b>	<b>%MAC./MAC.</b>	<b>%MAC./MAC.</b>
TICO® Yellow 594	13.50	
TICO® Yellow 622 N	46.79	
HEUCODUR® Yellow 251	39.70	
Carbon black	0.01	
<b>RAL 1023 Traffic Yellow</b>	<b>%MAC./MAC.</b>	<b>%MAC./MAC.</b>
TICO® Yellow 594	68.40	96.70
TICO® Yellow 622 N	3.10	3.30
HEUCODUR® Yellow 251	28.50	

\* Другие примеры можно найти на сайте: [https://www.heubachcolor.com/fileadmin/downloads/guide\\_formulations/Richtformulierungen\\_Tico.pdf](https://www.heubachcolor.com/fileadmin/downloads/guide_formulations/Richtformulierungen_Tico.pdf)

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – ТЕМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕФОРМУЛИРОВАНИЯ КРАСКИ

В этом разделе представлены примеры успешного реформулирования свинцовых красок. В период с 2019 по 2021 год в отдельных МСП в семи странах были осуществлены пилотные демонстрационные проекты.

### ПРИМЕР 1 – РЕФОРМУЛИРОВАНИЕ СВИНЦОВОЙ КРАСКИ (АЛКИДНАЯ АНТИКОРРОЗИОННАЯ КРАСКА)



**Компания и адрес:** Zhejiang Yutong New Material Co., Ltd., No. 11, Shengyang Road, Shangma Industrial Park, Wenling Economic Development Zone, Zhejiang, China.

**Контактное лицо:** Ву Сяоцзюнь, менеджер по исследованиям и разработкам

**Количество сотрудников:** 110

Компания решила принять участие в этом проекте по соображениям конкурентоспособности, экологической осведомленности и социальной ответственности.

#### ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ДАННЫЕ

Установленная мощность (т/год)	25000 т/год
Производство в 2019 году (т)	11000 т/год
Тип производимых в настоящее время красок	покрытия на основе растворителей, промышленные покрытия на водной основе
Тип красок, содержащих свинец	алкидная антикоррозионная краска, алкидное декоративное покрытие
Производство красок, содержащих свинец, в 2019 году (т)	900 т/год
Потребление сырья, содержащего свинец, в 2018 году (т)	73 т/год

#### ВЫБОР ПРОДУКТА ДЛЯ РЕФОРМУЛИРОВАНИЯ

Торговое наименование продукта	<b>Антикоррозионная краска</b>
Тип продукта (основа, использование)	На основе алкидной смолы, используется в качестве грунтовки и антикоррозионного покрытия на стальных конструкциях выше ватерлинии и на суше
Производство этой краски в 2018 году (т)	2012 т
% (вес) производства этого продукта, связанного со свинцовой краской производства в 2018 году	44,7%
Причины выбора этого продукта	Данная компания производит только алкидные продукты, в состав которых входят содержащие свинец пигменты. При реформулировании этих продуктов в производственной программе больше не будет использоваться свинцовая краска.

## РЕФОРМУЛИРОВАНИЕ ПРОДУКТА

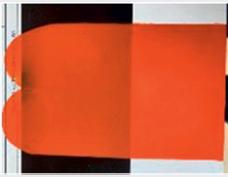
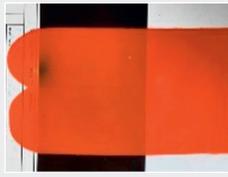
### СЫРЬЕ

Соединение свинца, подлежащее замещению	Пигмент красный свинец (PR 105)
Содержание соединений свинца в рецептуре выбранного продукта (% в расчете на общую рецептуру)	Грунтовка: 15%; декоративные покрытия (в зависимости от оттенка); 0-20%
Общее потребление этого соединения свинца в 2019 году (т)	73 т

### ОЦЕНКА АЛЬТЕРНАТИВ

Возможные альтернативы, которые были оценены	Красный оксид железа, железо-титановый порошок
Выбранные альтернативы	Для тестирования были выбраны обе альтернативы
Основная причина выбора альтернативы	Процесс производства такой же, как и у красного свинца. Альтернативы не содержат тяжелых металлов, а цена на них ниже
Потенциал для внедрения этих альтернатив в другие продукты (количество продуктов и/или тонн, если возможно)	Используется только в выбранном продукте

### РЕЗУЛЬТАТЫ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Требование (в соответствии с техническими характеристиками)	Свинцовая краска (красный свинец)	Краска, не содержащая свинца (красный оксид железа)	Краска, не содержащая свинца (железо-титановый порошок)
Цвет			
Размер частиц (мкм)	≤60 мкм	≤60 мкм	≤60 мкм
Время высыхания	Поверхность 10 мин Отверждение 6 ч	Поверхность 10 мин Отверждение 6 ч	Поверхность 10 мин Отверждение 6 ч
Солевой аэрозоль (300 ч)	300 ч	300 ч	300 ч
Адгезия	2	2	2
Твердость	НВ	НВ	НВ

**► Текстовая врезка 7 – Заключение и последующие шаги**

- Реформулированные продукты, не содержащие свинец, обладают аналогичными свойствами по механическим, сушильным и антикоррозионным свойствам по сравнению со свинцовой краской. При использовании красного оксида железа цвет продукта сильно отличается, но аналогичен при использовании альтернативы железо-титанового порошка.
- Реформулированные продукты примерно на 10% дешевле, чем исходная рецептура.
- Однако по-прежнему существуют проблемы, связанные с предпочтениями клиентов в отношении красной свинцовой краски. Кроме того, необходимо повышать осведомленность местных постоянных клиентов и общественности о вопросах отказа от свинца.

**► Рисунок 16 – Завод по производству красок Zhejiang Yutong New Material Co. в Китае**

Фото: НЦП Китая

## ПРИМЕР 2 – РЕФОРМУЛИРОВАНИЕ СВИНЦОВОЙ КРАСКИ (ЭПОКСИДНОЕ НАПОЛЬНОЕ ПОКРЫТИЕ)

	<p><b>Компания, адрес и веб-сайт:</b> Zhejiang Tiannv Group Paint Co., Ltd., No. 150, Gaoxin West Second Road, Tongxiang Economic Development Zone, Jiaxing City, Zhejiang Province, China; <a href="http://www.tiannucoating.com">www.tiannucoating.com</a></p> <p><b>Контактное лицо:</b> Чжан Яронг, технический руководитель</p> <p><b>Количество сотрудников:</b> 298</p> <p>Компания решила принять участие в этом проекте по соображениям конкурентоспособности, экологической осведомленности, соблюдения стандартов и социальной ответственности.</p>
---	--

### ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ДАННЫЕ

Установленная мощность (т/год)	120000 т/год
Производство в 2019 году (т)	52211 т/год
Тип производимых в настоящее время красок	1) Покрытия на основе растворителей: промышленные антикоррозионные покрытия, предварительно нанесенные покрытия на катушки, электронные изоляционные покрытия, алкидные покрытия, специальные покрытия и т.д. 2) Промышленные покрытия на водной основе 3) Архитектурные покрытия на водной основе
Тип красок, содержащих свинец	Краски, используемые для окрашивания, такие как желтая и оранжевая
Производство красок, содержащих свинец, в 2019 году (т)	15000 т/год
Потребление сырья, содержащего свинец, в 2018 году (т)	696,5 т/год

### ВЫБОР ПРОДУКТОВ ДЛЯ РЕФОРМУЛИРОВАНИЯ

Торговое наименование продукта	Эпоксидное напольное покрытие
Тип продукта (основа, использование)	Эпоксидная смола и аминный отвердитель являются основными пленкообразующими базовыми материалами, которые в основном наносятся на поверхность цемента, бетона, камня или стали для украшения и защиты грунтового слоя.
Производство этой краски в 2019 году (т)	860 т
% (вес) производства этого продукта, связанного со свинцовой краской производства в 2018 году	25%
Причины выбора этого продукта	Выпущен обязательный стандарт для контроля опасных веществ, включая свинец.

## РЕФОРМУЛИРОВАНИЕ ПРОДУКТА

## СЫРЬЕ

Соединение свинца, подлежащее замещению	Хромат свинца – PY 34
Содержание соединений свинца в рецептуре выбранного продукта (% в расчете на общую рецептуру)	0%-25% в зависимости от оттенка
Общее потребление этого соединения свинца в 2019 году (т)	517 т
% (вес) производства этого продукта, связанного с производством свинцовой краски	11.2

## ОЦЕНКА АЛЬТЕРНАТИВ

Возможные альтернативы, которые были оценены	Органический желтый, желтый оксид железа
Выбранная альтернатива (альтернативы)	Органический желтый (PY 83, PY 74), желтый оксид железа (PY 42)
Основная причина (причины) выбора этой альтернативы	Альтернативные пигменты не содержат тяжелых металлов, таких как свинец и хром.
Потенциал для реализации этой (этих) альтернативы (альтернатив) в других продуктах (количество продуктов и/или тонн, если возможно)	Необходим дальнейший лабораторный анализ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Требование (в соответствии с техническими характеристиками)	Сырье, подлежащее замещению – PY 34	Альтернатива – желтый оксид железа и органический желтый
Время высыхания	Поверхность 2 часа, внутри 10 часов	Поверхность 2 часа, внутри 10 часов
Твердость по карандашной шкале (царапина)	2H	2H
Ударопрочность/см	50	50
Гибкость/мм	2	2
Испытание сетчатым надрезом/уровень	1	1
Стойкость к истиранию (750 г/500 г)/г	0.042	0.050
Водонепроницаемость (168h)	Отсутствуют пузыри, отсутствует опадение, обесцвечивание первого уровня	Отсутствуют пузыри, отсутствует опадение, обесцвечивание первого уровня
Нефтестойкость (120# бензин 168h)	Отсутствуют пузыри, отсутствует опадение, обесцвечивание первого уровня	Отсутствуют пузыри, отсутствует опадение, обесцвечивание первого уровня
Кислотостойкость (10%H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 168h)	Отсутствуют пузыри, отсутствует опадение, обесцвечивание первого уровня	Отсутствуют пузыри, отсутствует опадение, обесцвечивание первого уровня
Устойчивость к щелочам (10%NaOH, 168h)	Отсутствуют пузыри, отсутствует опадение, обесцвечивание первого уровня	Отсутствуют пузыри, отсутствует опадение, обесцвечивание первого уровня

## РЕФОРМУЛИРОВАНИЕ ПРОДУКТА

### РЕЗУЛЬТАТЫ РАСШИРЕНИЯ МАСШТАБОВ

Требование	Свинцовая краска	Краска, не содержащая свинца
Цвет		
Время высыхания	Поверхность 2 часа, внутри 10 часов	Поверхность 2 часа, внутри 10 часов
Твердость по карандашной шкале (царапина)	2H	2H
Ударопрочность/см	50	50
Гибкость/мм	2	2
Испытание сетчатым надрезом/уровень	1	1
Стойкость к истиранию (750 g/500 г)/г	0.045	0.048
Водонепроницаемость (168h)	Отсутствуют пузыри, отсутствует опадение, обесцвечивание первого уровня	Отсутствуют пузыри, отсутствует опадение, обесцвечивание первого уровня
Нефтестойкость (120# бензин 168h)	Отсутствуют пузыри, отсутствует опадение, обесцвечивание первого уровня	Отсутствуют пузыри, отсутствует опадение, обесцвечивание первого уровня
Кислотостойкость (10%H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 168h)	Отсутствуют пузыри, отсутствует опадение, обесцвечивание первого уровня	Отсутствуют пузыри, отсутствует опадение, обесцвечивание первого уровня
Устойчивость к щелочам (10%NaOH, 168h)	Отсутствуют пузыри, отсутствует опадение, обесцвечивание первого уровня	Отсутствуют пузыри, отсутствует опадение, обесцвечивание первого уровня

#### ► Текстовая врезка 7 – Заключение и последующие шаги

- Результаты лабораторных испытаний в основном совпадают с результатами масштабных испытаний. Использование органических желтых пигментов в сочетании с желтым оксидом железа и диоксидом титана могло бы заменить оригинальные пигменты, содержащие свинец, в эпоксидных красках для пола.
- Продукт в принципе может быть замещен, однако существуют некоторые проблемы:
  - 1) различия в насыщенности цвета, их невозможно настроить на исходный цвет.
  - 2) слабая функциональность оттенков.
- Следующий шаг – работа над улучшением функциональности оттенков для продуктов желтого цвета и снижение затрат при обеспечении качества продукции.

► Рисунок 17 – Завод по производству красок Zhejiang Tiannv Group Paint Co., Ltd. в Китае



Фото: НЦЦП Китая

### ПРИМЕР 3 – РЕФОРМУЛИРОВАНИЕ СВИНЦОВОЙ КРАСКИ (ЖЕЛТАЯ АЛКИДНАЯ КРАСКА)



**Компания:** LIP-04\*, Эквадор  
**Контактное лицо:** Густаво Арготи, генеральный директор  
**Количество сотрудников:** 14

Компания решила принять участие в этом проекте по соображениям экологической осведомленности и социальной ответственности.

#### ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ДАННЫЕ

Установленная мощность (т/год)	75 тонн в год (1200 галлонов в месяц)
Производство в 2018 году (т)	производство 38 тонн в год по требованию
Тип производимых в настоящее время красок	Алкидные эмали и архитектурные краски
Тип красок, содержащих свинец	Желтые и красные алкидные эмали Желтые латексные архитектурные краски
Производство красок, содержащих свинец, в 2018 году (т)	1,4 т/год (250 галлонов в год)
Потребление сырья, содержащего свинец, в 2018 году (т)	0,7 т/год

#### ВЫБОР ПРОДУКТА ДЛЯ РЕФОРМУЛИРОВАНИЯ

Торговое наименование продукта	<b>Ярко-желтая эмаль</b>
Тип продукта (основа, использование)	Алкидная эмаль, используемая в качестве верхнего покрытия на металлических или деревянных поверхностях.
Производство этой краски в 2018 году (т)	0,55 т/год
% (вес) производства этого продукта, связанного со свинцовой краской производства в 2018 году	8,0%
Причины выбора этого продукта	Компания крайне заинтересована в том, чтобы ее технологические процессы и сырье не содержали свинец

\* Компании Эквадора просили не указывать их названия.

## РЕФОРМУЛИРОВАНИЕ ПРОДУКТА

## СЫРЬЕ

Соединение свинца, подлежащее замещению	Свинцовый крон желтый (PY 34)
Содержание соединений свинца в рецептуре выбранного продукта (вес в % в расчете на общую рецептуру)	5.73%
Общее потребление этого соединения свинца в 2018 году (т)	0.29 т/год

## ОЦЕНКА АЛЬТЕРНАТИВЫ

Возможные альтернативы, которые были оценены	Образцы цвета краски были отправлены в компанию Mathiesen для анализа и рекомендаций. Предложенной альтернативой был гибридный пигмент из линейки LF.
Выбранная альтернатива (альтернативы)	Canary Yellow LF-761
Основная причина (причины) выбора этой (этих) альтернативы (альтернатив)	Аналогичные качественные характеристики исходного продукта
Потенциал для реализации этой (этих) альтернативы (альтернатив) в других продуктах (количество продуктов и/или тонн, если возможно)	Продукт для домашнего использования

## РЕФОРМУЛИРОВАНИЕ ПРОДУКТА

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Требование (в соответствии с техническими характеристиками)	Свинцовая краска	Краска, не содержащая свинца	NTE INEN 2094*
Метод испытания и значение			
Содержание свинца в сухой основе (NTE-INEN 2093)	34,689 ч./млн	<56 ч./млн	< 600 ч./млн Содержание свинца в краске, предложенное Глобальным альянсом: < 90 ч./млн
Зеркальный блеск 60° (NTE-INEN 1003)	5,4 UB	43,8 UB	Тип блеска 1 и 2: Минимум 70 Тип матирования: Максимум 15
	Полученные значения не соответствуют значениям, определенным в стандарте INEN 2094 для яркой эмали, однако соответствуют значениям для матовой или полуматовой эмали. Стандарт INEN 2094 носит добровольный и рекомендательный характер.		

\* Эквадорский технический стандарт красок INEN 2094: Синтетические алкидные эмали для сушки на воздухе. Требования; текущие, справочные и добровольные.

## РЕФОРМУЛИРОВАНИЕ ПРОДУКТА

### РЕЗУЛЬТАТЫ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Требование (в соответствии с техническими характеристиками)	Свинцовая краска	Краска, не содержащая свинца	NTE INEN 2094
Твердые вещества по массе (NTE-INEN 1024)	40.21 %	37.68%	Минимум 35%
Тонкость дисперсии (NTE-INEN 1007)	50 мкм	10 мкм	Максимум 20 мкм
Водостойкость (NTE-INEN 1539)	Отсутствие образования пузырей, размягчения, потери адгезии, изменения цвета	Отсутствие образования пузырей, размягчения, потери адгезии, изменения цвета	Не должно быть складок, пузырей, изменений цвета или каких-либо других дефектов, видимых невооруженным глазом.
Прилегание (NTE-INEN 1006)	<35%	65-85%	Тип блеска: Минимум 90% Тип матирования: Минимум 90%
	Значения не соответствуют значениям, определенным в стандарте INEN 2094 для глянцевой или матовой эмали. Стандарт INEN 2094 носит добровольный и рекомендательный характер.		
Время высыхания до возможности прикосновения (NTE-INEN 1011)	1,75 часа	1,9 часа	максимум 2 часа.
Время высыхания при обработке (NTE-INEN 1011)	10 часов	11 часов	максимум 8 часов.
Флотация (NTE-INEN 2088)	Нет разницы в цвете	Нет разницы в цвете	Они не должны иметь заметных различий в цвете.
Повышенная устойчивость к атмосферным воздействиям (NTE-INEN-ISO 16474-3) <b>Время воздействия: 100 часов.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Сохранение блеска 56%</li> <li>Имеет заметные изменения в цвете</li> <li>Не выявлено растрескивания, образования пузырей или потери способности к прилеганию</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Сохранение блеска 36%</li> <li>Имеет заметные изменения в цвете</li> <li>Не выявлено растрескивания, образования пузырей или потери способности к прилеганию</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для краски типа 1: минимальное сохранение яркости 80% от начального значения, для почти готовой краски и краски типа 2 минимальное сохранение яркости должно составлять 70% от начального значения.</li> <li>Не должно возникать трещин, пузырей, потери способности к прилеганию или заметных изменений цвета.</li> </ul>
	Полученные результаты соответствуют требованиям стандарта частично, так как они не соответствуют параметру сохранения яркости и имеют акцентированные изменения цвета		

### РЕЗУЛЬТАТЫ РАСШИРЕНИЯ МАСШТАБОВ

Требование	Свинцовая краска	Краска, не содержащая свинца
<p><b>ПРИМЕЧАНИЕ:</b> на сегодняшний день объем проекта не включает тесты масштабирования; тем не менее, компания по-прежнему заинтересована в проведении других испытаний по изменению состава с помощью пигментов от других поставщиков (например, Clariant и BASF), которые являются более доступными с экономической точки зрения.</p>		

**► Текстовая врезка 7 – Заключение и последующие шаги**

- Тест реформулирования с использованием пигмента Canary Yellow LF-761 соответствует требованиям компании с точки зрения оттенка и укрывистости.
- Пигмент Canary Yellow LF-761, предоставленный компанией Mathiesen и протестированный для эмали краски алкидного типа, требует осуществления процесса измельчения для краски с измененным составом, которая соответствует требуемым техническим характеристикам.
- Пигмент Canary Yellow LF-761 соответствует ожиданиям в отношении содержания свинца, требуемого в проекте, с концентрацией свинца в пересчете на сухое вещество <math><0,0056\%</math> (<math><56 \text{ ч./млн}</math>).
- Краска с измененным составом соответствует большинству параметров, установленных стандартом красок NTE INEN 2094. Синтетические алкидные эмали для сушки на воздухе. Требования.
- Цена на краску с измененным составом увеличивается на 42,20% по сравнению с ценой на краску, которую компания производит в настоящее время.

**► Рисунок 18 – Производство желтой алкидной краски в Эквадоре**

Фото: НЦЦП Эквадора

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4 – ИЗБРАННЫЙ СПИСОК СТАНДАРТОВ ИСО ДЛЯ ОБЩИХ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Эти методы предназначены для проверки эксплуатационных свойств краски и не включают методы определения содержания свинца в краске. Методы отбора проб и тестирования свинцовой краски см. в кратком руководстве ВОЗ по аналитическим методам измерения содержания свинца в краске, второе издание. [9]

### **ИСО 1513:2010 – Экспертиза и подготовка тестовых образцов**

В ИСО 1513:2010 определяется как процедура предварительного исследования отдельного образца, полученного для тестирования, так и процедура подготовки тестового образца путем смешивания и сокращения серии образцов, представляющих партию или объем краски, лака или сопутствующего продукта.

### **ИСО 1514:2016 – Стандартные пластинки для тестирования**

В стандарте ИСО 1514:2016 определяется несколько типов стандартных пластинок и описывает процедуры их подготовки перед покраской. Эти стандартные пластинки предназначены для использования в общих методах испытаний красок, лаков и сопутствующих товаров

### **ИСО 1519:2011 – Испытание на изгиб (цилиндрический стержень)**

В ИСО 1519:2011 определяется процедура проведения эмпирических испытаний для оценки стойкости покрытия из краски, лака или сопутствующего продукта к растрескиванию и/или отслоению от металлической или пластмассовой основы при изгибе вокруг цилиндрического стержня в стандартных условиях.

Для многослойной системы каждый слой может быть протестирован отдельно или как система в целом.

Указанный метод может быть выполнен либо как испытание «соответствует/не соответствует» путем проведения испытания с одним заданным размером стержня для оценки соответствия конкретному требованию, либо путем повторения процедуры с использованием стержней с постепенно уменьшающимся диаметром для определения диаметра первого стержня, на котором покрытие трескается и/или отслаивается от подложки.

Указаны два типа устройств, тип 1 подходит для использования на испытательных пластинках толщиной до 0,3 мм, а тип 2 - для использования на испытательных пластинках толщиной до 1,0 мм. Установлено, что оба типа устройств дают аналогичные результаты с одним и тем же покрытием, но обычно для тестирования данного продукта используется только одно устройство.

### **ИСО 1520:2006 – Испытание на глубокую вытяжку**

В ИСО 1520:2006 определяется процедура проведения эмпирических испытаний для оценки стойкости покрытия из краски, лака или связанного с ним продукта к растрескиванию и/или отслоению от металлической основы при постепенной деформации путем вдавливания в стандартных условиях.

Для многослойной системы каждый слой может быть протестирован отдельно, либо же испытанию подвергается вся система. Способ может быть выполнен следующим образом: либо как испытание «соответствует/не соответствует» путем тестирования на заданную глубину вытяжки для оценки соответствия конкретному требованию, либо путем постепенного увеличения глубины вытяжки для определения минимальной глубины, на которой покрытие трескается и/или отсоединяется от подложки.

### **ИСО 1522:2006 – Испытание на затухающем маятнике**

В ИСО 1522:2006 определяется два метода проведения испытания на затухающем маятнике на покрытии краской, лаком или другим соответствующим продуктом. Стандарт применим как к одиночным покрытиям, так и к системам с несколькими покрытиями.

### **ИСО 1524:2020 – Определение степени перетира**

В ИСО 1524:2020 определяется метод определения тонкости перетира красок, чернил и сопутствующих продуктов с использованием подходящего калибра, градуированного в микрометрах.

Он применим ко всем типам жидких красок и сопутствующих продуктов, за исключением продуктов, содержащих пигменты в виде хлопьев (например, стеклянные хлопья, слюдяные оксиды железа, цинковые хлопья).

### **ИСО 2409:2013 – Испытание методом решетчатого надреза**

Настоящий Международный стандарт определяет метод испытаний для оценки стойкости лакокрасочных покрытий к отделению от подложек, когда покрытие подвергается прямоугольному решетчатому надрезу, проникающему к подложке. Свойство, определяемое с помощью этой процедуры эмпирического испытания, зависит, помимо прочих факторов, от адгезии покрытия либо к предыдущему слою, либо к подложке. Однако эту процедуру не следует рассматривать как средство измерения адгезии.

Там, где требуется измерение адгезии, может быть использован метод, описанный в стандарте ИСО 4624. Данный метод не подходит для покрытий общей толщиной более 250 мкм или для текстурированных покрытий.

**ИСО 2431:2019 – Определение времени истечения с использованием воронок**

Этот документ описывает метод определения времени текучести красок, лаков и сопутствующих продуктов, который может использоваться для контроля консистенции.

Используются четыре воронки аналогичных размеров, но с диаметрами отверстий 3 мм, 4 мм, 5 мм и 6 мм. Приведены два метода проверки воронок на износ.

Воронки со сменной форсункой в данном документе не обсуждаются, поскольку при их использовании не соблюдаются строгие допуски на подачу испытуемого материала в форсунку.

**ИСО 2808:2019 – Определение толщины пленки**

В этом документе описываются методы измерения толщины покрытий, нанесенных на подложку. Описываются методы определения толщины влажной пленки, толщины сухой пленки и толщины пленки неотвержденных порошковых слоев.

**ИСО 2810:2004 – Краски и лаки. Испытания покрытий на влияние атмосферных воздействий. Экспозиция и оценка**

В ИСО 2810:2004 определяются условия, которые необходимо учитывать при выборе типа естественного атмосферного воздействия, и процедуру естественного атмосферного воздействия, которая будет использоваться для определения стойкости покрытий или систем покрытий (прямое атмосферное воздействие или атмосферное воздействие за оконным стеклом).

Естественное атмосферное воздействие используется для определения стойкости покрытий или систем покрытий (обозначаемых в следующем тексте просто покрытиями) к воздействию солнечного излучения и атмосферы. Особые атмосферные воздействия, такие как промышленное загрязнение, не принимаются во внимание.

**ИСО 2813:2014 – Определение блеска под углом 20°, 60° и 85°**

В ИСО 2813:2014 описывается метод определения блеска покрытий под углом 20°, 60° или 85°. Метод подходит для измерения блеска нетекстурированных покрытий на плоских непрозрачных подложках.

**ИСО 2815:2003 – Испытание на вдавливание по Бухгольцу**

В ИСО 2815:2003 описывается метод проведения испытания на вдавливание на однослойном покрытии или многослойной системе краски, лака или сопутствующего продукта с использованием твердомера Бухгольца. Длина полученного углубления указывает на остаточную деформацию покрытия.

Этот тест на вдавливание не подходит для продуктов, содержащих сильный пластификатор.

**ИСО 3248:2016 – Определение влияния тепла**

В ИСО 3248:2016 описывается метод определения стойкости однослойных покрытий или многослойных систем красок, лаков или сопутствующих продуктов к изменениям блеска и/или цвета, образованию пузырей, растрескиванию и/или отслаиванию от основы в условиях заданной температуры.

Эта процедура применима к изделиям, предназначенным для использования в бытовых радиаторах или других приборах, которые могут подвергаться воздействию аналогичных температур.

**ИСО 3668:2017 – Визуальное сравнение цвета красок**

В ИСО 3668:2017 определяется метод визуального сравнения цвета пленок красок или сопутствующих продуктов со стандартом (либо эталонным стандартом, либо свежеприготовленным стандартом) с использованием источников искусственного света в стандартном коробе.

Он не применим к покрытиям, содержащим пигменты со специальными эффектами, например металлическим, без предварительного согласования всех деталей условий освещения и визуальной оценки

**ИСО 3856-1:1984 – Определение содержания «растворенного» металла. Часть 1. Определение содержания общего «растворенного» хрома в жидкой части краски. Метод пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии****ИСО 4628-1:2016 – Оценка степени разрушения покрытий. Обозначение количества и размера дефектов и интенсивности однородных изменений внешнего вида**

- Часть 1: Вводная часть и система обозначений
- Часть 2: Оценка степени разрушения покрытий. Обозначение количества и размера дефектов и интенсивности однородных изменений внешнего вида. Часть 2: Оценка степени образования пузырей
- Часть 3: Оценка степени разрушения покрытий. Обозначение количества и размера дефектов и интенсивности однородных изменений внешнего вида. Часть 3: Оценка степени ржавления
- Часть 4: Оценка степени разрушения покрытий. Обозначение количества и размера дефектов и интенсивности однородных изменений внешнего вида. Часть 4: Оценка степени растрескивания
- Часть 5: Оценка степени разрушения покрытий. Обозначение количества и размера дефектов и интенсивности однородных изменений внешнего вида. Часть 5: Оценка степени отслаивания

- **Часть 6: Оценка степени разрушения покрытий. Обозначение количества и размера дефектов и интенсивности однородных изменений внешнего вида. Часть 6: Оценка степени меления методом ленты**
- **Часть 7: Оценка степени разрушения покрытий. Обозначение количества и размера дефектов и интенсивности однородных изменений внешнего вида. Часть 7: Оценка степени меления с применением бархата**
- **Часть 8: Оценка степени разрушения покрытий. Обозначение количества и размера дефектов и интенсивности однородных изменений внешнего вида. Часть 8: Оценка степени расслоения и коррозии вокруг надписи или другого искусственного дефекта**
- **Часть 10: Оценка степени разрушения покрытий. Обозначение количества и размера дефектов и интенсивности однородных изменений внешнего вида. Часть 10: Оценка степени нитевидной коррозии**

**ИСО 6270-1:2017 — Определение влагостойкости.**

**Часть 1. Конденсация (воздействие с одной стороны)**

В ИСО 6270-1:2017 описывается метод определения стойкости лакокрасочных пленок, лакокрасочных систем и сопутствующих продуктов к условиям конденсации в соответствии с требованиями к покрытию или спецификациями продукта.

**ИСО 6270-2:2017 Определение влагостойкости — Часть 2: Конденсация (экспонирование в камере с резервуаром с нагретой водой)**

**ИСО 6270-3:2018 Определение влагостойкости — Часть 3: Конденсация (экспонирование в камере с резервуаром с нагретой водой).**

**ИСО 6504-1:2019 Определение укрывистости — Часть 1: Метод Кубелка-Мунка для красок белых и светлых тонов.**

В этом документе описывается метод определения укрывистости (скорости растекания, необходимой для обеспечения укрывистости 98%) красок белых или светлых тонов. Он применим к лакокрасочным пленкам, имеющим значение тройного стимула  $Y \geq 70$  и укрывистость  $> 80\%$ . Он не применим к флуоресцентным или металлическим краскам.

**ИСО 6504-3:2019 Определение укрывистости — Часть 3: Определение укрывистости красок для кладки, бетона и для внутренних работ**

В этом документе описываются методы определения укрывистости, обеспечиваемой слоями краски белого или светлого цвета со значениями  $Y$  и  $Y_{10}$ , превышающими 25, нанесенными на черно-белую диаграмму или на бесцветную прозрачную фольгу. В последнем случае значения трехкоординатной системы  $Y$  и  $Y_{10}$  измеряются на черно-белых пластинках. Впоследствии на основе этих значений системы координат вычисляется укрывистость.

**ИСО 6860:2006 – Испытания на изгиб (конический стержень)**

В ИСО 6860:2006 описывается процедура проведения эмпирических испытаний для оценки стойкости покрытия из краски, лака или связанного с ним продукта к растрескиванию и/или отсоединению от металлической основы при изгибе вокруг конического стержня в стандартных условиях.

Для многослойной системы каждый слой может быть протестирован отдельно, либо же испытанию подвергается вся система.

**ИСО 9117-1:2009 — Испытания при сушке. Часть 1: Определение состояния полного высыхания по всей толщине и времени его достижения**

**ИСО 9117-2:2010 — Испытания при сушке. Часть 2: Испытание давлением с целью определения способности к штабелированию**

**ИСО 9117-3:2010 — Испытания при сушке. Часть 3: Испытание на высушивание поверхности с использованием баллотини**

**ИСО 9117-4:2012 — Испытания при сушке. Часть 4: Испытание с использованием механического регистратора**

**ИСО 9514:2019 — Определение жизнеспособности многокомпонентных лакокрасочных систем. Подготовка и кондиционирование образцов, а также руководящие положения по проведению испытаний**

**ИСО 15528:2020 — Материалы лакокрасочные и сырье для них. Отбор проб**

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5 – НЕПОЛНЫЙ СПИСОК ПОСТАВЩИКОВ\*

Таблица 23 – Неполный список поставщиков по состоянию на май 2021 года

КОМПАНИЯ	ВБ-САЙТ
<b>ПИГМЕНТЫ</b>	
BASF Colors & Effects	<a href="http://www.colors-effects.com">www.colors-effects.com</a>
Mathiesen	<a href="https://www.grupomathiesen.com/en/">https://www.grupomathiesen.com/en/</a>
Ferro	<a href="https://www.ferro.com">https://www.ferro.com</a>
Pyosa Industrias	<a href="https://www.pyosa.com">https://www.pyosa.com</a>
Clariant	<a href="https://www.clariant.com/en/Business-Units/Pigments">https://www.clariant.com/en/Business-Units/Pigments</a>
Jiangsu Shuangle Pigment	<a href="http://www.jsshuangle.com/en">http://www.jsshuangle.com/en</a>
Yingze New Material	
Heubach, Ltd	<a href="https://heubachcolor.com/">https://heubachcolor.com/</a>
Sun Chemical Corporation	<a href="https://www.sunchemical.com/pigment-products/">https://www.sunchemical.com/pigment-products/</a>
Ferro Corporation	<a href="https://www.ferro.com/Contact">https://www.ferro.com/Contact</a>
	<a href="https://www.clariant.com/en/Business-Units/Pigments">https://www.clariant.com/en/Business-Units/Pigments</a>
The Shepherd Color Company	<a href="https://www.shepherdcolor.com/">https://www.shepherdcolor.com/</a>
Nubiola	<a href="https://www.ferro.com/nubiola">https://www.ferro.com/nubiola</a>
Venator	<a href="https://www.venatorcorp.com/">https://www.venatorcorp.com/</a>
Dominion Colour Corporation	<a href="https://www.dominioncolour.com/">https://www.dominioncolour.com/</a>
Bruchsaler Farben	<a href="https://www.bruchsaler-farben.de/en/home.html">https://www.bruchsaler-farben.de/en/home.html</a>
Vijay Chemical Industries	<a href="http://vijaychemical.com/">http://vijaychemical.com/</a>
Vibfast Pigments PVT.LTD.	<a href="http://www.vibfast.com/">http://www.vibfast.com/</a>
Trust Chem	<a href="https://www.trustchem.eu/organic-pigments/">https://www.trustchem.eu/organic-pigments/</a>
Resins and Chemicals PVT.LTD.	<a href="http://www.asrresin.com/pro_org_yellow.php">http://www.asrresin.com/pro_org_yellow.php</a>
Special-Chem	<a href="https://coatings.specialchem.com/product/p-aarbor-colorants-corporation-naphthol-red-pigment-pr-112">https://coatings.specialchem.com/product/p-aarbor-colorants-corporation-naphthol-red-pigment-pr-112</a>
Sudarshan	<a href="http://www.sudarshan.com/perch/resources/decorative-brochure-feb-2018.pdf">http://www.sudarshan.com/perch/resources/decorative-brochure-feb-2018.pdf</a>
Milano Colori	<a href="http://www.milano-colori.com/en/plastics-rubber/pigments/organic-pigments/">http://www.milano-colori.com/en/plastics-rubber/pigments/organic-pigments/</a>
Hangzhou Boray Pigments Co LTD	<a href="http://bofinepigment.com/">http://bofinepigment.com/</a>
Hangzhou Multicolor Chemical Co LTD	<a href="http://www.multicolor-pigment.com/pid10206407/Pigment+Yellow+183.htm">http://www.multicolor-pigment.com/pid10206407/Pigment+Yellow+183.htm</a>

\* Упоминание коммерческой компании или продуктов в этих руководящих принципах не означает их одобрения со стороны ЮНЕП.

КОМПАНИЯ	ВБ-САЙТ
----------	---------

#### СУШИЛКИ

Venator	<a href="https://www.venatorcorp.com/products-and-applications/products/driers">https://www.venatorcorp.com/products-and-applications/products/driers</a>
DURA	<a href="http://www.durachem.com/home.html">http://www.durachem.com/home.html</a>
American Elements	<a href="https://www.americanelements.com/">https://www.americanelements.com/</a>
DOW	<a href="http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDOWCOM/dh_090c/0901b8038090c235.pdf?filepath=productsafety/pdfs/noreg/233-01137.pdf&amp;fromPage=GetDoc">http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDOWCOM/dh_090c/0901b8038090c235.pdf?filepath=productsafety/pdfs/noreg/233-01137.pdf&amp;fromPage=GetDoc</a>
Comar Chemicals PVT.LTD	<a href="https://www.comarchemicals.com/index.php/en/products-en/other-organometallics-en/paint-driers-en">https://www.comarchemicals.com/index.php/en/products-en/other-organometallics-en/paint-driers-en</a>
Blackfriar	<a href="http://www.blackfriar.co.uk/product/liquid-driers/">http://www.blackfriar.co.uk/product/liquid-driers/</a>
Matrix Universal	<a href="http://www.matrixuniversal.com/paint_driers.html">http://www.matrixuniversal.com/paint_driers.html</a>
Silver Fern Chemical Inc.	<a href="http://www.silverfernchemical.com/product-lines/paint-driers/">http://www.silverfernchemical.com/product-lines/paint-driers/</a>

#### ФОСФАТ ЦИНКА/МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ФОСФАТ ЦИНКА

Shijiazhuang Xin sheng chemical co.,Ltd	<a href="http://zincphosphatepigment.sell.everychina.com/p-108713315-anti-corrosion-zinc-phosphate-pigment-325-mesh-cas-7779-90-0-white-powder.html">http://zincphosphatepigment.sell.everychina.com/p-108713315-anti-corrosion-zinc-phosphate-pigment-325-mesh-cas-7779-90-0-white-powder.html</a>
BassTech International	<a href="http://basstechintl.com/">http://basstechintl.com/</a>
Numinor Chemical Industries Ltd	<a href="http://www.numinor.com/">http://www.numinor.com/</a>
Pigment Sanayi A.S	<a href="http://www.pigment.com.tr/">http://www.pigment.com.tr/</a>
SNCZ Société Nouvelle des Couleurs Zinciques	<a href="https://www.societe.com/societe/societe-nouvelle-des-couleurs-zinciques-330575887.html">https://www.societe.com/societe/societe-nouvelle-des-couleurs-zinciques-330575887.html</a>
Dimacolor Industry Group Co., Ltd	<a href="http://www.dimacolorgroup.com/news_en.html">http://www.dimacolorgroup.com/news_en.html</a>
Heubach, Ltd	<a href="https://heubachcolor.com/">https://heubachcolor.com/</a>
Noelson chem	<a href="http://www.noelson.com/en/index.html">http://www.noelson.com/en/index.html</a>
Shanghai Ocen Zinc Industry Co., Ltd	<a href="https://guide31651.guidechem.com/productlist-c72-p1.html">https://guide31651.guidechem.com/productlist-c72-p1.html</a>

#### ДИСПЕРГИРУЮЩИЕ АГЕНТЫ

Byk Additives & Instruments	<a href="https://www.byk.com/en">https://www.byk.com/en</a>
Evonik Industries AG	<a href="https://corporate.evonik.com/en">https://corporate.evonik.com/en</a>
Clariant	<a href="https://www.clariant.com/en/Business-Units/Industrial-and-Consumer-Specialties/Paints-and-Coatings">https://www.clariant.com/en/Business-Units/Industrial-and-Consumer-Specialties/Paints-and-Coatings</a>
Borchers	<a href="http://www.borchers.com/index.php?id=2">http://www.borchers.com/index.php?id=2</a>
Ester	<a href="https://www.esterchem.co.in/paints-inks.html">https://www.esterchem.co.in/paints-inks.html</a>
BASF	<a href="https://www.basf.com/za/en/who-we-are/sites-and-companies.html">https://www.basf.com/za/en/who-we-are/sites-and-companies.html</a>
Shah Patil & Company	<a href="http://www.shahpatilexports.in/paint_&amp;_ink_additives.htm">http://www.shahpatilexports.in/paint_&amp;_ink_additives.htm</a>
Harmony Additive PVT. LTD	<a href="https://www.harmonyadditive.com/paint-dispersing-agent.html">https://www.harmonyadditive.com/paint-dispersing-agent.html</a>

Веб-сайт <https://www.ulprospector.com/en/eu/Coatings/search> может использоваться для поиска поставщиков пигментов и сиккативов и связи с ними.

