

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра воспроизводства и переработки лесных ресурсов

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова
«_____» декабря 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Б1.В.12

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих
производств**

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Технологии и дизайн мебели

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

| | |
|--|------------|
| 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ | 3 |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ | 4 |
| 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ | 5 |
| 3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения..... | 5 |
| 3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости | 5 |
| 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 6 |
| 4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий | 6 |
| 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам | 9 |
| 4.3 Лабораторные работы..... | 101 |
| 4.4 Практические занятия..... | 101 |
| 4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект | 102 |
| 5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 103 |
| 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 104 |
| 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 104 |
| 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 105 |
| 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 105 |
| 9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ практических работ | 107 |
| 9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта..... | 122 |
| 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 122 |
| 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 123 |
| Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине..... | 124 |
| Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины | 141 |
| Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе | 142 |
| Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине..... | 143 |

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательскому и производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане

Цель дисциплины

Приобретение обучающимися знаний о материалах, применяемых для покрытий, принципах формирования защитно-декоративных покрытий, методах нанесения, отверждения и облагораживания покрытий, нормировании отделочных материалов и контроля качества получаемых покрытий

Задачи дисциплины

Основная задача дисциплины – формирование у обучающегося комплекса систематизированных знаний, умений и навыков, необходимых для самостоятельного решения практических вопросов по технологии и оборудованию для производства защитно-декоративных покрытий с учетом комплексного и рационального использования сырья, улучшения качества продукции, повышения производительности труда и снижения себестоимости продукции в свете основных тенденций развития соответствующих отраслей деревообрабатывающей промышленности.

| Код компетенции | Содержание компетенций | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|-----------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| ОК-7 | способность к самоорганизации и самообразованию | знать: - источники и методы поиска необходимых данных; уметь: - самостоятельно работать с технической литературой; - самообразовываться; владеть: – навыками самостоятельной работы с технической литературой. |
| ПК-1 | способность организовывать и контролировать технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами | знать: - технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами; уметь: - организовывать и контролировать технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами; - владеть: - методами организации и контроля технологических процессов на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами |

| | | |
|-------|---|--|
| ПК-13 | владение методами комплексного исследования технологических процессов, учитывающих принципы энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды | знать: - методы комплексного исследования технологических процессов; уметь: - использовать методы комплексного исследования технологических процессов; - владеть: - методами комплексного исследования технологических процессов, учитывающих принципы энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды |
|-------|---|--|

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ОД.12 Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов является обязательной дисциплиной вариативной части.

Дисциплина Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: Технология мебельных и деревообрабатывающих производств, Оборудование отрасли, Полимерные материалы, Технология древесно-полимерных и отделочных материалов в деревообработке.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов представляет основу для преддипломной практики и подготовки к государственной итоговой аттестации

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

| Форма обучения | Курс | Семестр | Трудоемкость дисциплины в часах | | | | | | Курсовой проект | Вид промежуточной аттестации |
|--------------------------------------|------|---------|---------------------------------|------------------|--------|---------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------------------------------|
| | | | Всего часов | Аудиторных часов | Лекции | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Очная | 4 | 8 | 180 | 72 | 36 | 24 | 12 | 72 | КП | экзамен |
| Заочная | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Заочная (ускоренное обучение) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Очно-заочная | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

| Вид учебных занятий | Трудоемкость (час.) | в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.) | Распределение по семестрам, час |
|--|---------------------|--|---------------------------------|
| | | | 8 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего) | 72 | 22 | 72 |
| Лекции (Лк) | 36 | 11 | 36 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 24 | 7 | 24 |
| Практические занятия (ПЗ) | 12 | 4 | 12 |
| Курсовой проект | + | - | + |
| Групповые (индивидуальные) консультации | + | - | + |
| II. Самостоятельная работа обучающихся (СР) | 72 | - | 72 |
| Подготовка к лабораторным работам | 20 | - | 20 |
| Подготовка к практическим занятиям | 20 | - | 20 |
| Подготовка к экзамену в течение семестра | 20 | - | 20 |
| Выполнение курсового проекта | 12 | - | 12 |
| III. Промежуточная аттестация экзамен | 36 | - | 36 |
| Общая трудоемкость дисциплины | час. | 180 | 180 |
| | зач. ед. | 5 | 5 |

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

| № раздела и темы | Наименование раздела и тема дисциплины | Трудоемкость, (час.) | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.) | | | |
|------------------|---|----------------------|---|---------------------|----------------------|------------------------------------|
| | | | учебные занятия | | | Самостоятельная работа обучающихся |
| | | | лекции | Лабораторные работы | Практические занятия | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. | Защитно-декоративные покрытия древесных материалов и их роль в формировании качества изделий из древесины. | 12 | 2 | - | - | 10 |
| 1.1. | Предмет курса. Защитно-декоративные покрытия древесных материалов и их роль в формировании качества изделий из древесины. История и перспективы развития техники и технологии отделки. | 12 | 2 | - | - | 10 |
| 2. | Компоненты лакокрасочных материалов и их значение. Требования предъявляемые к ним | 17 | 7 | - | - | 10 |
| 2.1 | Классификация материалов защитно-декоративных покрытий. Виды и свойства пленкообразователей. Вязкость лакокрасочных материалов. поверхностное натяжение, свойства порошков, дисперсий, пленок. | 5 | 2 | - | - | 3 |
| 2.2 | Полиэфирные парафиносодержащие и беспарафиновые лаки, эмали, грунтовки и шпаклевки на основе ненасыщенных полиэфирных олигомеров. Полиуретаны, виды лакокрасочных материалов на их основе. | 5 | 2 | - | - | 3 |
| 2.3 | Водорастворимые, водоразбавляемые и водно-дисперсионные материалы. Порошковые лакокрасочные материалы, перспектива их применения на древесных подложках. Нитроцеллюлозные и пентафталевые лакокрасочные материалы. Отделочные пленки, их назначение, свойства и представленные к ним требования. Методы испытания пленочных и лакокрасочных материалов. | 7 | 3 | - | - | 4 |

| | | | | | | |
|-----------|--|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 3. | Реология защитно-декоративных покрытий и лакокрасочных материалов | 42 | 6 | 12 | 12 | 12 |
| 3.1 | Смачивание подложки лакокрасочными материалами. Понятия и определения, связанные с поверхностными явлениями на границе твердое тело – жидкость – газ. Работа адгезии лакокрасочного материала, смачивание шероховатых поверхностей, критическое поверхностное натяжение смачивание. Растекание лакокрасочных материалов. | 15 | 3 | - | 6 | 6 |
| 3.2 | Адгезия. Природа адгезионных связей. Факторы, влияющие на адгезионную прочность покрытий. Внутреннее напряжение в покрытиях. Влияние внутренних напряжений в покрытиях на адгезионную прочность. Способы снятия напряжений. | 27 | 3 | 12 | 6 | 6 |
| 4. | Способы нанесения жидких лакокрасочных материалов. | 30 | 8 | 12 | - | 10 |
| 4.1 | Классификация методов нанесения. Нанесение жидких лакокрасочных материалов способом распыления. Пневматическое распыление, безвоздушное распыление, распыление в электрическом поле токов высокого напряжения. | 17 | 2 | 12 | - | 3 |
| 4.2 | Струйный облив, облив с последующей выдержкой в парах растворителей, облив с помощью лаковой завесы (налив), окунание, протягивание через ванну закрытого типа, вальцовый способ. | 7 | 3 | - | - | 4 |
| 4.3 | Метод акваграфии, декалькомании, шелкографии. Нанесение пленочных покрытий. Облицовывание, ламинирование, каширование. Сущность методов, технологические режимы, оборудование, достоинства и недостатки, области применения. | 6 | 3 | - | - | 3 |
| 5. | Методы интенсификации процессов отверждения защитно-декоративных покрытий | 15 | 5 | - | - | 10 |
| 5.1 | Общие сведения о пленкообразовании. Процессы, приводящие к пленкообразованию: испарение летучих растворителей, химические превращения, расплав-охлаждение. Кинетика процессов. Метод интенсифика- | 6 | 2 | - | - | 4 |

| | | | | | | |
|-----------|---|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | ции процессов отверждения с помощью нагрева. | | | | | |
| 5.2 | Конвективный подвод тепла, предварительный нагрев подложек, отверждение с помощью инфракрасного излучения. Отверждение под действием ультрафиолетового излучения. Радиационно-химическое отверждение покрытий. Режимы, оборудование, достоинства и недостатки. Область применения. | 9 | 3 | - | - | 6 |
| 6. | Методы отделки древесины и древесных материалов | 15 | 5 | - | - | 10 |
| 6.1 | Подготовка поверхности древесины и древесных материалов к отделке. Классификация методов. Механические методы: зачистка, шлифование, заделка дефектов и сучков, удаление ворса, холодный и горячий прокат. | 6 | 2 | - | - | 4 |
| 6.2 | Декоративная обработка покрытий: шлифование и полирование. Применяемые материалы, инструменты, оборудование режимы. Имитационная отделка и ее особенности. Области применения. Оборудование и организация рабочих мест в отделочных цехах. Конвейеризация и автоматизация. Расчет производительности отделочного оборудования. Подготовка лакокрасочных материалов и нормирование их расхода. | 9 | 3 | - | - | 6 |
| 7. | Перспективные направления развития технологии отделки древесины и древесных материалов | 13 | 3 | - | - | 10 |
| 7.1 | Перспективные направления развития техники и технологии отделки в деле защиты окружающей среды. Значение внедрения новой техники, материалов, высокоэффективных технологий. Значение концентрации и специализации для дальнейшего совершенствования технологии защитно-декоративных покрытий. Роль и задачи инженера-технолога в современном производстве. | 13 | 3 | - | - | 10 |
| | ИТОГО | 144 | 36 | 24 | 12 | 72 |

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Раздел 1. Защитно-декоративные покрытия древесных материалов и их роль в формировании качества изделий из древесины.

Тема 1.1. Предмет курса. Защитно-декоративные покрытия древесных материалов и их роль в формировании качества изделий из древесины. История и перспективы развития техники и технологии отделки.

Лекция проводится в форме дискуссии (2 часа)

Выпуск качественных изделий из древесины во многом определяется формированием защитно-декоративных покрытий, которое в настоящее время осуществляется преимущественно нанесением различных видов лакокрасочных материалов. Для улучшения внешнего вида и защиты изделий от воздействия окружающей среды применялись и другие виды обработки поверхности древесины: резьба, выжигание, инкрустация, золочение. Многие из этих видов обработки, широко применяемые на протяжении многих столетий, к настоящему времени практически утратили свое значение как промышленные способы и сохранились лишь как разновидности прикладного искусства.

Возникновение защитно-декоративных покрытий, как об этом свидетельствуют сохранившиеся предметы из древесины, относящиеся к глубокой древности, связывалось с ростом материального производства. Древесина была одним из первых материалов, которым человек стал пользоваться для изготовления орудий труда и предметов быта. Естественное стремление украсить и защитить от разрушения предметы и орудия привело к тому, что уже в I...IV вв. до н. э. в Древнем Египте, Китае, Вавилоне применяли краски, пленкообразователями для которых были белок, воск, природные смолы, а пигментами — охра, гипс, малахит, древесный уголь.

В последующем (XV...XVI вв.) после разработки и распространения способа получения винного спирта в Европе появились первые лаки, а в 1730 г. во Франции братья Мартен получили патент на способ полирования древесины, широко распространившийся во всем мире под названием столярной полировки.

Русские мастера с давних пор владели техникой приготовления и применения олиф и масляных красок. С XVII в. широкую известность получил так называемый "русский" или "хохлоมской" способ художественной росписи деревянных изделий, отличающийся не только оригинальной техникой исполнения, но и исключительно высокой стойкостью покрытий.

Роль и значение лакокрасочных покрытий особенно возросли (XIX... первая половина XX вв.) в связи с развитием промышленных способов производства изделий из древесины. Тем не менее техника нанесения покрытий лакокрасочных материалов и обработки оставалась ручной, а ассортимент лаков и красок был крайне узким.

Научно-технические основы технологии защитно-декоративных покрытий стали закладываться в нашей стране только в начале 30-х годов, когда при индустриализации страны стали широко применяться при отделке нитроцеллюлозные лаки и пневматический метод распыления лакокрасочных материалов. В это же время появились станки и механизированные аппараты для нанесения политуры, шлифования и полирования покрытий.

Еще более значительные изменения техники отделки произошли в конце 50-х — начале 60-х годов, вызванные большими успехами развития химии полимеров. Появление полиэфирных, полиуретановых, карбамидоформальдегидных и других синтетических пленкообразователей позволило получить принципиально новые лакокрасочные системы. Это в свою очередь привело к появлению новых методов нанесения и отверждения покрытий, совершенствование которых в последующие двадцать лет привело к возможности высокой степени механизации и автоматизации формирования покрытий и дальнейшего совершенствования технологии.

В настоящее время производство лакокрасочных материалов является важной отраслью химической промышленности, на долю которой приходится 8 ... 10 % ее продукции. В 1990 г. в промышленно развитых странах производство лакокрасочных материалов на душу населения составило 18 ... 30 кг. Ежегодный мировой прирост лакокрасочной продукции составляет 4 ... 6 %. Значительно увеличивается доля синтетического сырья в производстве лакокрасочных материалов,

которая приближается к 70 % от объема других пленкообразователей. Ассортимент лакокрасочной продукции включает более 1500 наименований, из них в деревообрабатывающей промышленности используют более 100 наименований.

В производстве лакокрасочных материалов прослеживается четкая тенденция к сокращению производства лакокрасочных материалов, содержащих органические растворители. Все большую роль играют вододисперсионные и порошковые материалы, а также составы, не содержащие летучих компонентов и изготавливаемые на основе жидких мономеров, олигомеров или полимеров, наносимых в состоянии расплава, так называемые 100 %-ные лаки и краски.

Замена традиционных материалов на продукты, не содержащие органические растворители или имеющие их в ограниченном количестве, одновременно способствует решению проблемы охраны окружающей среды.

Появление нового вида лакокрасочных материалов — порошков, содержащих незначительный процент растворителей, вызвало к ним повышенный интерес, особенно в машиностроении и приборостроении. Внедрение же их в практику отделки древесины сдерживается вследствие их непрозрачности и невысокого блеска покрытий, а также в связи с необходимостью плавления порошков при температуре выше 200 С. Воздействие на древесину таких температур вызывает ее разложение, следовательно, необходимо искать пути снижения температур плавления порошков, что позволит применять их для формирования защитно-декоративных покрытий на таких материалах, как древесностружечные и древесноволокнистые плиты, фанера, а также на деревянных деталях сельскохозяйственных машин, вагонов, судов, автомобилей.

Деревообрабатывающая промышленность по объему отделочных работ, выполняемых промышленными способами, занимает третье место после машиностроения и строительной индустрии, используя при этом значительное количество лакокрасочной продукции.

Ожидается изменение структуры потребления лакокрасочных материалов: использование парафинсодержащих полиэфирных лаков уменьшится на 4 %, полиэфирных лаков УФ-отверждения увеличится более чем на 3 %, нитроцеллюлозных лакокрасочных материалов значительно (с 51 до 43 %) сократится, полиуретановых лаков увеличатся более чем на 4 %, матовых лаков резко повысится, пленочных материалов возрастет,

Намечающиеся структурные изменения потребления лакокрасочных материалов при дальнейшем повышении требований к качеству покрытий и снижении расхода материалов на единицу отделываемой поверхности могут быть обеспечены улучшением качества подготовки подложки под отделку; модификацией лакокрасочных материалов; созданием технологий получения тонкослойных покрытий; разработкой совершенных способов нанесения лакокрасочных материалов; созданием технологий формирования покрытий без облагораживания; разработкой грунтов, шпатлевок, обеспечивающих получение изолирующих (барьерных) слоев, уменьшающих расход кровных лакокрасочных материалов; совершенствованием процессов отверждения покрытий.

В учебнике систематизированы применительно к особенностям древесины научные представления о структуре покрытий, строении и свойствах лакокрасочных материалов, рассмотрены закономерности построения технологических процессов. Однако проблема создания высококачественных защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов этим не исчерпывается. Для обоснования выбора того или иного технологического процесса уже недостаточно тех традиционных методов, которыми человечество пользовалось тысячелетиями, опираясь лишь на индивидуальные способности человека. В современных условиях проектирование технологий надо ставить на основе математических методов, для чего следует продолжить работы по выбору и обоснованию критериев оценки качества покрытий, разработке и анализу целевых связей показателей качества с факторами управления, проводить оптимизацию параметров технологического процесса с помощью электронно-вычислительных машин.

Это позволит автоматизировать управление процессами отделки, что приведет к существенному сокращению затрат труда инженерно-технических работников предприятий на разработку технической документации, значительно снизит трудовые затраты на проведение экспериментальных работ и обработку статистического материала при внедрении новых видов лакокрасочных материалов и режимов отделки, позволит прогнозировать ход технологического процесса при различном качестве материалов.

Раздел 2. Компоненты лакокрасочных материалов и их значение. Требования, предъявляемые к ним

Тема 2.1. Классификация материалов защитно-декоративных покрытий. Виды и свойства пленкообразователей. Вязкость лакокрасочных материалов. поверхностное натяжение, свойства порошков, дисперсий, пленок

Лекция проводится в форме дискуссии (2 часа)

Основной целью технологии защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов является получение пленок, обеспечивающих защиту от воздействия внешней среды и улучшение декоративных свойств подложек.

Под термином пленка понимают состояние вещества в виде сплошного тонкого слоя. Различают пленки свободные и адгезированные. Лакокрасочные покрытия — это пленки, связанные адгезионными силами с поверхностью подложек, которые представляют собой твердые поверхности, на которых создаются покрытия. В качестве подложек в производстве изделий из древесины и древесных материалов используются натуральная древесина различных пород в виде массива, строганого или лущеного шпона, фанеры, древесноволокнистые и древесностружечные плиты, облицованные бумажно-смоляными пленками. Каждый древесный материал, используемый в качестве подложки, имеет особенности, которые следует учитывать при формировании защитно-декоративных покрытий, что и найдет свое отражение в соответствующих разделах учебника.

Защитно-декоративные покрытия, в отличие от клеевых соединений, у которых клеевой слой связан с обеих сторон с твердыми поверхностями, имеют две поверхности контакта: одну — с внешней средой (газообразной), другую — с подложкой (твердым телом). Влияние внешней среды и подложки на лакокрасочные материалы проявляется по-разному. Поэтому покрытия следует рассматривать как физически и химически неоднородные системы.

Влияние воздуха на верхний слой в процессе формирования пленки проявляется в большей степени. Особенно это сказывается на степени окислительной деструкции и других химических превращений пленкообразователя, протекающих с участием кислорода и влаги воздуха. Подложка также участвует в протекании химических реакций: при формировании покрытий, особенно при высоких температурах, нередко проявляется ее катализирующая или ингибирующая роль. Все это определенным образом сказывается на структуре пленок. Адгезионный слой имеет как правило, анизотропную плоскоориентированную структуру.

Неоднородность состава, структуру и, как следствие этого, анизотропию свойств, присущие лакокрасочным покрытиям, нельзя рассматривать только как отрицательные явления. В этом может быть определенным положительный эффект, особенно при создании многослойных покрытий. Таким образом, особенности лакокрасочных покрытий — химическая и физическая неоднородность, плоскостная ориентация, анизотропия, напряженность, высокая удельная поверхность и другие — должны учитываться при эксплуатации, оценке и, особенно, при выборе технических средств и приемов их получения. Нанесение лакокрасочных покрытий обладает рядом преимуществ перед другими способами отделки (золочением, обжигом, резьбой инкрустацией, интарсией и др.): простотой получения покрытий и возможностью применения для защиты и облагораживания изделий любых форм и размеров; возможностью изменить защитные и декоративные свойства покрытий, применяя разные материалы; возможностью ремонта и подновления непосредственно на месте эксплуатации; возможностью сочетания лакокрасочных покрытий с другими видами эстетико-декоративной отделки; более низкой стоимостью.

Однако при нанесении лакокрасочных защитно-декоративных покрытий возможен ряд дефектов: неравномерность покрытий по толщине; неоднородность внешней поверхности, наличие включений; недостаточная или неравномерная степень блеска; относительно невысокая механическая прочность, термо-, водо-, биостойкость и др.

При всем различии свойств лакокрасочных покрытий этот способ отделки имеет единое техническое решение задачи защиты поверхности древесины от внешнего воздействия и улучшения декоративных свойств без существенного изменения формы и размеров изделий.

Классификация защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов проводится по различным признакам: по химическому и эксплуатационному признакам, по строению покрытий, оптическим свойствам и агрегатному состоянию лакокрасочных материалов.

В зависимости от агрегатного состояния лакокрасочных материалов защитно-декоративные покрытия могут быть сформированы на основе жидких лакокрасочных материалов, порошков или пленочных материалов.

Прозрачные покрытия применяют преимущественно для древесины и древесных материалов, обладающих красивой текстурой и цветом. Нередки случаи, когда натуральный цвет древесины изменяется за счет отбеливания или специального крашения. Для формирования прозрачных покрытий применяются прозрачные материалы: лаки или пленки. Непрозрачные покрытия полностью скрывают цвет и текстуру древесины и древесных материалов, поэтому этот вид защитно-декоративных покрытий формируется на древесине хвойных или малоценных лиственных пород. Для непрозрачных покрытий применяют непрозрачные материалы: краски, эмали, порошки и пленки на основе пропитанных бумаг.

По строению лакокрасочные покрытия подразделяются на одно- и многослойные; последние в свою очередь, могут быть одно- и разнородными, т.е. изготовленными из одного или разных по химической природе лакокрасочных материалов. Для многослойных покрытий принято соответствующее название слоев: первый контактирующий с подложкой, слой называется грунтовочный, или грунтом, далее следует промежуточные слои и, наконец, верхний – покровный слой. В настоящее время, несмотря на общую тенденцию к сокращению числа слоев, многослойные покрытия сохраняют свое значение. Однако при формировании прозрачных декоративных покрытий функции промежуточных слоев все больше выполняют шпатлевочные материалы или специально создаваемые для этих целей так называемые грунтлаки.

На рис. 1.1 показаны типовые структурные схемы защитно-декоративных покрытий на древесных подложках. На практике встречаются значительные отклонения от этих схем в зависимости от качества поверхности отделываемой древесины, свойств отделочных материалов и требований к покрытию. Для создания рассмотренных структур используют различные отделочные материалы, представляющие собой более или менее сложные композиции исходных веществ. Основную роль играют пленкообразующие вещества. Лакокрасочные покрытия в зависимости от вида основного пленкообразователя делятся на 7 групп: полиэфирная (ПЭ), полиуретановая (УР), меламиновая (МЛ), полиакриловая (АК), карбамидная (МЧ), нитроцеллюлозная (НЦ), пентафталева (ПФ).

В зависимости от показателей внешнего вида лакокрасочные покрытия подразделяются на две подгруппы: с открытыми порами А и с закрытыми порами Б, а внутри подгруппы на категории: 1-я категория, 2-я категория и 3-я категория. Кроме того, покрытия, образованные синтетическими облицовочными материалами, делятся по фактуре на гладкие и рельефные (с порами).

В зависимости от степени блеска или матовости лакокрасочные покрытия делятся на высокоглянцевые (ВГ), глянцевые (Г), полуглянцевые (ПГ), полуматовые (ПМ) и матовые (М).

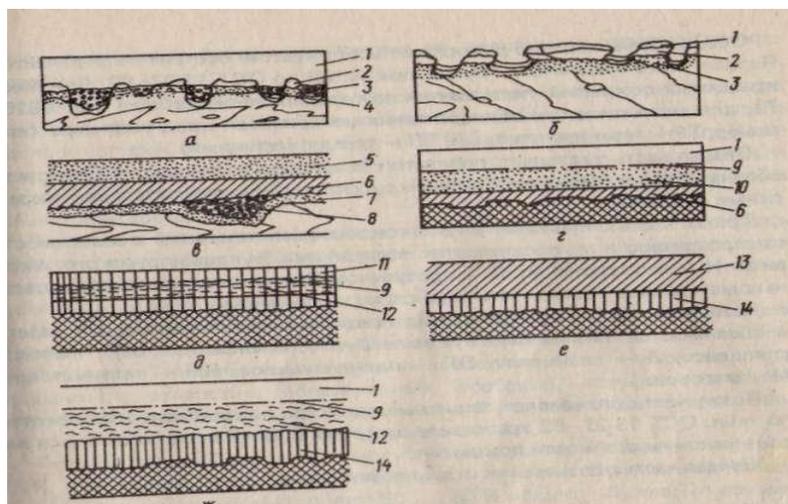
Покрытия, образованные синтетическими облицовочными материалами, в зависимости от рода полимера делятся на две группы: облицовочные материалы на основе бумаг, пропитанных термореактивными полимерами (ТР), и на основе термопластичных полимеров (ТП).

Группа покрытий, образованная облицовочными материалами на основе, бумаг, пропитанных термореактивными полимерами, в зависимости от применяемого пропиточного материала делится

на три подгруппы: меламино- (А) и карбамидоформальдегидные, модифицированные с лаковым покрытием (Б и В).

По эксплуатационному признаку или назначению покрытия делятся на атмосферостойкие, стойкие, внутри помещений, химически стойкие, термо-, морозо-, водостойкие и др.

Рис. 1.1. Типовые структурные схемы защитно-декоративных покрытий на древесных подложках: а — лакокрасочное, прозрачное с закрытыми порами; б — то же с открытыми; в — то же непрозрачное; г — то же имитационное; д — пленочное, ламинированное; е — то же отделочно-облицовочное; ж — комбинированное;



1 — Лак; 2 — прозрачный грунт; 3 — краситель; 4 - порозаполнитель; 5 — эмаль, краска; 6 — шпатлевка; 7 — непрозрачный грунт; 8 — местная шпатлевка; 9 — рисунок; 10 — фоновая краска; 11 — пропиточная смола; 12 — бумага; 13 — облицовочный материал; 14 — клей

Приведенная классификация согласуется с нормативно-технической документацией, применяемой в производстве изделий из древесины: в производстве мебели — ОСТ 13-27-82 "Покрытия защитно-декоративные на мебели из древесины и древесных материалов. Классификация и обозначения"; в производстве столярно-строительных изделий (окна, двери, паркетные доски и щиты, ДВП с лакокрасочным покрытием, доски пола, плинтусы, наличники, поручни, раскладка и др.) — ГОСТ 24404—80 "Изделия из древесины и древесных материалов. Покрытия лакокрасочные. Классификация и обозначения"; в производстве лыж — ОСТ 13-61—77 "Покрытия защитно-декоративные на лыжах. Классификация и обозначения".

Перечисленные классификаторы предусматривают также систему назначений защитно-декоративных покрытий, которая иллюстрируется ниже на примере ОСТ 13-27-82.

Обозначение защитно-декоративных покрытий состоит из пяти частей. Первая часть обозначает группу покрытий по ОСТ 13-27—82. Для лакокрасочных покрытий указывается покровный материал по ГОСТ 9825, для синтетических облицовочных материалов — род полимера (например, ТР — термореактивный, ТП — термопластичный).

Вторая часть указывает подгруппу и категорию покрытия. Подгруппа обозначается заглавными буквами русского алфавита, категории - арабскими цифрами.

Третья часть определяет вид лакокрасочных покрытий в зависимости от прозрачности и обозначается заглавными буквами русского алфавита: Н — непрозрачное; П - прозрачное. Для синтетических облицовочных материалов третья часть индекса не указывается.

Четвертая часть определяет вид покрытия по блеску или матовости и обозначается заглавными буквами русского алфавита: ВГ — высокоглянцевое, Г — глянцевое, ПГ — полуглянцевое, ПМ — полуматовое, М — матовое.

Пятая часть определяет защитные свойства покрытия и обозначается по табл. ОСТ 13-27—82 арабскими цифрами 3, 6 и 9 в зависимости от характеристики стойкости покрытия.

Каждая часть обозначения отделяется точкой.

Примеры обозначения покрытий по ОСТ 13-27—82. 1. Покрытие полиэфирной группы, подгруппа Б, первой категории, образованное лаком ПЭ-265, прозрачное, высокоглянцевое, водо-, тепло-, морозостойкое: лак ПЭ-265. Б1. П. ВГ.9.

2. Покрытие нитроцеллюлозной группы подгруппы Б первой категории, образованное эмалью НЦ-25, непрозрачное, глянцевое, ограничено водостойкое, низко тепло- и низкоморозостойкое: эмаль НЦ-25. Б1.Н.Г.3.

3. Покрытие, образованное облицовочным материалом на основе бумаг, пропитанных термореактивными полимерами (меламиноформальдегидными смолами) подгруппы А, второй категории, полуглянцевое, водо-, тепло-, морозостойкое: ТР. А2. ПГ. 9.

Аналогичным образом обозначаются все встречающиеся в практике отделки разновидности защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов.

Свойства лакокрасочных покрытий в значительной степени зависят от вида подложки и ее предварительной подготовки. Природа покрываемой поверхности влияет на качество защитно-декоративных покрытий больше, чем любое другое свойство лакокрасочного покрытия.

Древесина — биологически нестойкий материал. Поскольку изучение строения и свойств древесины и древесных материалов является предметом специальных курсов, напомним лишь о тех особенностях, которые оказывают непосредственное влияние на результаты отделочных операций.

Таковыми особенностями древесины являются капиллярно-пористое строение с резко выраженной анизотропией строения и свойств не только вдоль и поперек оси ствола дерева, но и в двух поперечных (тангентальном и радиальном) направлениях; способность сохнуть и увлажняться и ограниченно набухать подобно другим коллоидным телам; сложный химический состав.

Пористость древесины и древесных материалов. Вследствие капиллярно-пористого строения при любом положении плоскости среза на поверхности древесины оказывается некоторая часть перерезанных клеток с открытыми внутренними полостями.

На радиальных и тангентальных поверхностях перерезанные полости клеток образуют канавки, углубления и направленные внутрь каналы. Большинство из них не различимы

невооруженным глазом, а лишь канавки и отверстия, образованные, особенно, кольцесосудистыми породами, хорошо видны на поверхности. В технике отделки древесины их принято называть порамидревесины.

Поры и полости древесины могут достигать значительных размеров. Так, в воздушно-сухой древесине поры и полости, заполненные воздухом и частично водой, составляют 50 ... 80 % общего объема. По данным различных исследователей, поперечные размеры полостей паренхимных клеток в свету составляют 5...50 мкм, либриформных — 1 ... 8 мкм, трахеид поздней зоны годичного слоя -- 1,3 ... 40 мкм, трахеид ранней зоны годичного слоя — 3...60 мкм. Наибольшие размеры полостей имеют сосуды древесины: диаметр в свету — 30 ... 90 мкм, ранней древесины кольцесосудистых пород — 300 . . . 500 мкм. Еще большими размерами неровностей наблюдаются у древесностружечных плит.

Таким образом, как бы тщательно ни была выполнена обработка древесины, поверхность ее всегда имеет анатомические неровности, обусловленные капиллярно-пористым строением.,

Наличие пор и полостей древесины, с одной стороны, способствует повышению адгезии к ней лакокрасочных материалов, с другой стороны; значительно увеличивает нерациональный расход материалов. Поэтому при создании защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов во избежание большого расхода лакокрасочных материалов стремятся уменьшить поверхность контакта, для чего проводят шлифование древесины, грунтование с одновременным заполнением пор и сплошное шпатлевание.

Капиллярная проницаемость древесины. Одной из особенностей древесины является ее различная капиллярная проницаемость для жидкостей не только разных пород, но вдоль и поперек волокон. Капиллярная проницаемость выше у заболонных пород древесины и незначительна в древесине ядровых пород (особенно самого ядра). Поперек волокон проницаемость весьма незначительна. Поэтому при нанесении лакокрасочных материалов на тангентальные и радиальные поверхности они сорбируются лишь поверхностным слоем древесины. Капиллярная проницаемость древесины вдоль волокон во много раз выше, чем поперек волокон.

Но и при отсутствии хорошей капиллярной проводимости открытые на торцах полости клеток древесины способны поглощать значительное количество низковязких лакокрасочных составов (красильных растворов, отбеливающих составов, обессмоливающих жидкостей, грунтов, лаков и т. д.). Все это приводит к неравномерному крашению и увлажнению участков поверхности древесины с различным расположением волокон, вызываемом косослоем, свилеватостью и др. Такая неравномерность особенно ярко выражена у древесины березы, бука, липы и других заболонных пород.

Сорбция поверхностными слоями древесины наносимых на нее жидкостей и растворителей может сопровождаться ее набуханием. Хотя взаимодействие древесины с растворителями в этом случае кратковременно и набухание происходит только в поверхностных слоях древесины, тем не менее оно может вызвать появление неровностей в виде поднявшегося ворса, коробления краев пор, микротрещин и т. д.

Набухание, а следовательно, и деформирование поверхности древесины, неодинаково в различных жидкостях и зависит от диэлектрической проницаемости. Максимальное набухание древесины отмечается в воде; с уменьшением диэлектрической проницаемости ϵ степень поглощения жидкостей уменьшается. Древесина практически не набухает в жидкостях с $\epsilon < 6$ - ароматических (уайт-спирит) и особенно алифатических углеводородах (бензол, толуол, ксилол). Наблюдается лишь их частичное впитывание.

Таким образом, состав растворителей в лакокрасочных материалах, наносимых непосредственно на древесину, влияет на стабильность поверхности. При нанесении на нее лакокрасочных материалов рекомендуется применять растворители с низким значением диэлектрической проницаемости.

Еще в большей мере это имеет значение при отделке древесностружечных и древесноволокнистых плит, особенностью которых является сильное поглощение и набухание их в растворителях, выше в несколько раз, чем у массивной древесины. Объясняется это тем, что при изготовлении плит упрессовка стружечного ковра происходит в основном за счет деформирования свободно насыпанной стружки. В результате нагрева и склеивания эти деформации имеют характер остаточных. Под действием растворителей ослабляются клеящие соединения и происходит не только

набухание, но и распрямление древесных частиц, приводящее к линейному расширению плиты в направлении, обратном направлению прессования.

При смачивании некоторыми растворителями поверхности древесностружечных плит, особенно калиброванных, возможно очень большое деформирование отдельных древесных частиц. Опасность такого деформирования поверхности плит тем больше, чем выше диэлектрическая проницаемость применяемых материалов и продолжительнее их действие.

Имеет значение также и смачиваемость поверхности плиты растворителем. Опыт показывает, что у гидрофобизированных парафином плит увлажнение спиртом вызывает большее коробление поверхности, чем увлажнение водой, несмотря на более высокое значение диэлектрической проницаемости у последней. Растворители с низкой диэлектрической проницаемостью практически не вызывают деформирования поверхности плиты.

Степень влияния растворителей и лакокрасочных составов на шероховатость поверхности плит зависит также от содержания смолы в поверхностном слое, его плотности, содержание гидрофобизирующих добавок. При увеличении плотности и содержания смолы набухание, а следовательно, и деформирование поверхности в растворителях, снижаются. Аналогично влияние гидрофобизирующих добавок.

Влажность древесины. Количество влаги в древесине может изменяться под влиянием влажности и температуры окружающего воздуха, что вызывает деформацию древесины. Поэтому для получения надежного в эксплуатации покрытия влажность древесины должна быть в пределах 8 ± 2 % (мебель), 12 ± 2 % (столярно-строительные изделия).

Твердость древесины. При нанесении лакокрасочных материалов на древесину мягких пород в процессе эксплуатации изделия проявляются характерные дефекты покрытия в виде механического повреждения лаковой пленки и вмятин, образующихся, особенно, в зонах ранней древесины. Поэтому поверхность древесины необходимо предварительно уплотнять нанесением твердого слоя грунтовки или шпатлевки, служащего подложкой для основного покрытия, модификацией древесины с помощью различных полимерных композиций, уплотнением поверхностных слоев прокатом предварительно нагретой древесины или комбинацией различных способов одновременно.

Термостойкость древесины. Термическое разложение древесины начинается при температуре около 140 °С. Это сдерживает применение порошковых лакокрасочных материалов для отделки древесины и древесных материалов, не позволяет применять для предварительного аккумуляирования тепла сильно нагретые поверхности плит пресса или цилиндров термопрокатных станков при контактном методе нагрева древесины.

Стойкость к действию грибков. Для повышения этого показателя поверхность древесины обрабатывают различными антисептиками (нафтенатом и пентахлорфенолятом меди, хлоридом цинка, крезотовым маслом и др.). Защита древесины от загнивания в значительной мере может быть достигнута за счет образования лакокрасочных покрытий.

Химический состав древесины. Помимо целлюлозы, гемицеллюлоз и лигнина, составляющих основную массу древесины большинства пород, в ней могут содержаться в больших или меньших количествах также смолы, терпены, камеди, красящие и дубильные вещества, таниды и др. Эти вещества, особенно красящие и таниды, могут оказывать существенное влияние на процессы и результаты отделки древесины, прежде всего на процесс ее крашения.

Известно, что некоторые вещества (гидрохинон и пиракатехин) резко замедляют процесс отверждения лаков, а на древесине некоторых пород некоторые виды лакокрасочных материалов могут вообще не отверждаться. Так, например, полиэфирные лаки с органическими перекисями в качестве инициатора практически непригодны для непосредственного нанесения на древесину полисандра и некоторых других тропических пород. Резкое замедление сушки и образование дефектов пленки у полиэфирных лаков наблюдается также на древесине многих хвойных пород, например сосны, лиственницы, причем не на всей поверхности, а лишь на тех участках, которые имеют сучки, засмолы, или на ядровой части с большим содержанием смолы.

Поверхностная энергия древесины. Древесина относится к низкоэнергетическим материалам с поверхностной энергией менее 50 мДж/м². Поверхностная энергия твердых тел определяет такие важные при отделке свойства, как смачивание, растекание, адгезионную прочность и др. При соответствии знака полярности любые жидкости тем лучше смачивают древесину, чем

выше ее поверхностная энергия. Поверхностная энергия может быть существенно изменена модификацией различными химическими продуктами, поверхностно-активными веществами или физико-механическими методами обработки поверхности древесины.

Таким образом, сложность физико-химического строения древесины приводит к необходимости включать в процесс подготовку ее поверхности к отделке механическими, физическими и химическими методами. Основной целью подготовки поверхности древесины является увеличение поверхностной активности подложки.

Защита поверхности древесины от воздействия воздуха, загрязнения, непосредственного воздействия света, влаги, механических повреждений — основное назначение лакокрасочных покрытий. Защитные свойства покрытий различаются и зависят от целого ряда таких факторов, как природа и свойства пленкообразователя, толщина покрытия, наличие в покрытии пигментов и их вид и др. При создании защитно-декоративных покрытий прежде всего учитываются условия эксплуатации изделий из древесины и древесных материалов. Эксплуатационные качества лакокрасочных покрытий определяются целым комплексом их физико-механических свойств: адгезией к поверхности, твердостью и эластичностью, прочностью на истирание, стойкостью к воздействию тепла, света, влаги, химических реагентов и т.д. Эти свойства меняются в процессе эксплуатации покрытия: относительно быстро при образовании и высыхании пленки и медленно в процессе старения покрытия.

Характерным для большинства лакокрасочных покрытий является Постепенное повышение их твердости, теплостойкости и хрупкости, приводящее к растрескиванию покрытия. Поэтому все определения тех или иных свойств покрытий всегда носят условный характер, так как показатели их не остаются постоянными во времени. По этой же причине сроки проведения испытаний покрытий после их нанесения всегда оговариваются в технических условиях на данный вид лакокрасочного материала.

Физико-механические свойства покрытий в первую очередь определяются свойствами самих лакокрасочных материалов. На них оказывают влияние также условия нанесения, сушки и последующей обработки, толщина и шероховатость поверхности покрытий. Последняя имеет, кроме того, самостоятельное значение, так как определяет характер блеска и, следовательно, внешний вид покрытий.

В зависимости от основного назначения лакокрасочные материалы разделяются в соответствии с ГОСТ 9825-73 "Материалы лакокрасочные. Термины, определения и обозначения" на восемь групп: атмосферостойкие — 1, стойкие внутри помещений — 2, специальные — 5, стойкие к различным средам — 7, термостойкие — 8, электроизоляционные — 9, грунтовки и лаки в виде полуфабрикатов — 0, шпатлевки — 00.

В зависимости от условий эксплуатации изделий имеются рекомендации по применению отделочных материалов для различных изделий из древесины. Так, например, для образования атмосферостойких покрытий при отделке окон, наружных дверей, фургонов, контейнеров и др. рекомендуется использовать материал МЧ-113 и ПФ-115, стойких внутри

помещений покрытий при отделке мебели, внутренних дверей, корпусов телерадиоаппаратуры, часов и др. - НЦ-218, ПЭ-265, МЛ-2111, УР-2124М, специальных покрытий при отделке лыж — МЧ-52. Помимо общих требований, связанных с условиями эксплуатации изделий в целом, необходимо учитывать требования эксплуатации конкретных изделий или некоторых поверхностей этих изделий в связи с их функциональным назначением. Так, например, необходимо учитывать требования водо- и теплостойкости покрытий кухонной мебели, крышек рабочих кухонных столов, крышек обеденных столов и др. Особые требования предъявляются к покрытиям медицинской и лабораторной мебели, где помимо водостойкости должна обеспечиваться еще и стойкость к различным химическим реагентам.

Часто в одном изделии для разных поверхностей в зависимости от их функционального назначения, а следовательно, и условий эксплуатации могут создаваться покрытия с различными физико-механическими показателями. Так, поверхности крышек рабочих кухонных столов облицовываются декоративным бумажно-слоистым пластиком, поверхности крышек обеденных столов покрываются полиэфирными лаками и эмалями, а подстолье, ножки тех и других изделий могут быть отделаны нитроцеллюлозными лаками или эмалями.

Таким образом, более водо- и теплостойкие и стойкие к химическим реагентам покрытия создаются на тех поверхностях, которые в процессе эксплуатации будут подвергаться наибольшему внешнему воздействию.

В ВПКТИМе разработаны рекомендации по отделке мебели лакокрасочными материалами в зависимости от группы стойкости покрытия с учетом условий эксплуатации мебельных изделий.

Согласно РТМ "Метод определения стойкости лакокрасочных покрытий к химреагентам, пищевым продуктам и другим веществам" лакокрасочные покрытия разделяют на три группы: ВС — высокостойкие, С — стойкие, НС — низкостойкие.

Так, покрытия группы ВС на основе полиэфирных, полиуретановых материалов и материалов кислотного отверждения рекомендуются для всех поверхностей (рабочих и лицевых) корпусной мебели, мебели для сидения и лежания, покрытия группы С на основе водоразбавляемых материалов (полиэфирных, полиакриловых, полиуретановых и кислотного отверждения) — для всех поверхностей корпусной мебели, мебели для сидения и лежания, за исключением поверхностей, подвергающихся длительному воздействию влаги (рабочие поверхности кухонной мебели и мебели для предприятий общественного питания), покрытия группы НС на основе нитроцеллюлозных материалов — для всех поверхностей (кроме рабочих) корпусной мебели, мебели для сидения и лежания, кроме поверхностей, подвергающихся воздействию химических реагентов и длительному воздействию влаги.

Защитно- декоративные покрытия на мебели из древесины и древесных материалов должны иметь определенную характеристику по показателям водостойкости, теплостойкости и морозостойкости. По этим показателям защитно-декоративные покрытия делятся на три группы.

К группе с обозначением 3 относятся покрытия ограниченно водостойкие, которые выдерживают в пресной воде при температуре 20 ± 2 °С в течение 6 ч без побеления, низкотеплостойкие, на которых при выдержке при температуре 60 °С в течение 30 мин наблюдается отпечаток, и низкоморозостойкие, которые можно выдерживать при температуре - 30 °С менее 10 ч.

К группе с обозначением 6 относятся покрытия водостойкие, выдерживающие воздействие пресной воды при температуре 20 ± 2 °С в течение 24 ч без побеления, ограниченно теплостойкие, выдерживающие воздействие температуры 60 °С в течение 30 мин без отпечатка, ограниченноморозостойкие, выдерживающие воздействие температуры — 30 °С не менее 10 ч.

К группе с обозначением 9 относятся покрытия водостойкие, выдерживающие воздействие пресной воды при температуре 20 ± 2 °С в течение 24 ч без побеления, теплостойкие, выдерживающие воздействие температуры 100 °С в течение 30 мин без отпечатка, морозостойкие, выдерживающие воздействие температуры - 40 °С не менее 3 сут.

Лакокрасочные материалы в процессе эксплуатации неизбежно испытывают механические воздействия, которые могут быть обусловлены приложением внешней нагрузки (многократный изгиб, растягивающие напряжения, ударные нагрузки): наличием внутренних (остаточных) напряжений; протеканием физических и химических процессов, в пленке (кристаллизация, деструкция и структурирование, улетучивание пластификаторов и др.).

Под механической прочностью понимают сопротивление механическим воздействиям, которые могут вызвать деформацию (изменение формы) или разрушение покрытия. Различают микро- (появление микротрещин) и макроразрушения (нарушение целостности). Прочностные и деформационные свойства покрытий характеризуются рядом показателей: модулем упругости, прочностью при растяжении, твердостью, эластичностью, стойкостью к истиранию и т. д. Не описывая эти показатели в отдельности (методы их определения стандартизованы и широко известны), рассмотрим некоторые принципиальные особенности поведения покрытий при механическом воздействии и способность препятствовать проникновению жидкостей, паров и газов к поверхности подложки из окружающей среды.

Поведение пленок при механическом воздействии. По механическим свойствам полимерные материалы отличаются от низкомолекулярных кристаллических веществ (металлов, силикатов) меньшим модулем упругости ($10 \dots 10^4$ МПа против 10^8 МПа), незначительной прочностью при сжатии, но выдерживают большие напряжения при растяжении и обладают более высокой деформативностью. Последнее связано с рыхлостью упаковки и длинноцепочечным строением молекул полимеров. Вследствие больших размеров такие молекулы гибки и в процессе деформации способны изменять свою форму, не разрушаясь. Для полимеров свойственны три вида

деформаций: упругая, высокоэластическая и остаточная (пластическая). В зависимости от физического состояния полимера пленки в большей или меньшей степени проявляется тот или другой вид деформации. Поскольку в большинстве покрытий полимер находится в застеклованном (аморфном) или кристаллическом состоянии, характерным для них является проявление упругой и высокоэластической деформаций.

Механические свойства покрытий во многом связаны с параметрами их структуры и условиями получения. Прочность пленок возрастает с увеличением молекулярной массы полимера, степени кристаллизации, числа связей (в случае пленок трехмерного строения).

Механическая прочность и способность пленок к деформации изменяются при структурировании: в случае олигомерных пленкообразователей (карбамидоформальдегидные, полиэфирные) они улучшаются по мере роста плотности трехмерной сетки, в случае полимеров типичной является экстремальная зависимость прочности от числа поперечных связей. Деформируемость покрытий при этом падает. Таким образом, применяя в лаках и красках различные структурирующие добавки и изменяя условия отверждения (сушки) покрытий, можно существенно влиять на механические свойства покрытий.

Механические свойства пластифицированных и пигментированных покрытий не однозначно зависят от содержания модифицирующего компонента. При этом в случае пигментированных пленок немаловажное значение имеют химическая природа, размер и форма частиц пигмента, а также его энергетическое взаимодействие с пленкообразующим веществом. Чешуйчатые и волокнистые пигменты и наполнители в отличие от наполнителей с изомерической формой частиц в большей степени усиливают пленкообразователи и нередко способствуют лучшей деформируемости пленок.

Прочность пленок падает при увеличении пористости покрытий. Она не всегда одинакова у пленок разной толщины; определенное влияние оказывает и способ получения покрытия.

Прочностные и деформационные свойства покрытий сильно зависят от температуры. С ее повышением наблюдается уменьшение модуля упругости, твердости, прочности при растяжении и изгибе долговечности покрытий, относительное удлинение пленок при разрыве, наоборот, возрастает.

Прочностные характеристики покрытий не остаются постоянными при изменении характера окружающей внешней среды. В результате адсорбции поверхностью пленки жидких или газообразных продуктов из внешней среды может происходить как понижение ее прочности, вызванное эффектом Ребиндера, так и повышение в результате залечивания локальных микротрещин. При переходе от газообразных сред к жидким, как правило, наблюдается снижение прочности и долговечности покрытий, однако в зависимости от материала пленки действие сред проявляется избирательно.

Механические характеристики покрытий определяют различными методами. Эластичность при изгибе и прочность при растяжении покрытий определяют на шкале гибности ШГ-1, коническом стержне и прессе типа "Э". При всех этих испытаниях подложка деформируется (изгибается или вытягивается) одновременно с находящимся на ней покрытием.

О когезионной прочности покрытий судят по их твердости. Для ее оценки применяют маятниковые приборы (М-3, МЭ-3) и приборы, основанные на принципе вдавливания или царапания покрытия более твердыми телами. Особенно распространено использование микротвердомера ПМТ-3, с помощью которого $H_{\text{пмт}}$ определяют по длине диагонали отпечатка ad , произведенного на покрытии индентором в виде алмазной призмы под нагрузкой P : $H_{\text{пмт}} = K(P/d^2)$, где K — постоянная прибора, обычно $K = 1854$.

Важным показателем покрытий, особенно работающих при низких температурах, является ударная прочность. Ее определяют на приборе У-1А и оценивают предельной высотой, см, падающей грузом массой 1 кг не вызывает разрушения покрытия. Стойкость покрытий к абразивному износу определяют либо по длительности воздействия или массе абразива, вызывающего разрушение, либо по значению абсолютного износа пленки, которые устанавливают с помощью приборов ГИПИ ЛКП, ИФХ АН СССР: АПГ, ИС-1, Гарднера и др. В качестве абразива применяется кварцевый песок, шлифовальная шкурка, металлический скребок в виде изогнутой струны и др.

Так как свойства покрытий во многом зависят от толщины, при всех механических испытаниях предусматривается ее определение, для чего применяют разные типы толщиномеров.

Проницаемость покрытий. В обеспечении защитных свойств покрытий важное значение имеет проницаемость, которая характеризует комплекс изолирующих свойств покрытий, их способность препятствовать проникновению жидкостей, паров и газов к поверхности подложки изокружающей среды. Проницаемость — показатель, определяемый свойствами материала пленки и внешней контактирующей с ней среды.

В практических условиях наиболее часто приходится сталкиваться с проницаемостью водяных паров, воды, водных растворов, а также газов, в первую очередь воздуха. По водопроницаемости полимерные пленки занимают промежуточное положение между такими материалами, как металлы и стекло, с одной стороны, и кожей и бумагой, с другой, по газопроницаемости — между неорганическими солями и жидкостями. Коэффициент водопроницаемости составляет $1\text{Г}^{15} \dots 1\text{Г}^{11} \text{ м}^2/(\text{ч Па})$, газопроницаемости - $1(\text{Г}^{16} \dots 1\text{Г}^{12} \text{ м}^2/(\text{ч Па}))$. Проникновение жидкостей и газов через лакокрасочное покрытие к подложке осуществляется в результате капиллярного течения и диффузии. Капиллярное течение свойственно покрытиям с механической пористостью, т. е. имеющими капилляры, поры, микротрещины и т. д. Степень капиллярной пористости зависит от метода нанесения лакокрасочного материала, его способности смачивать поверхность, характера микрорельефа подложки. Получить сплошное (беспоровое) покрытие на ровной поверхности стекла значительно проще, чем на поверхности древесины. При нанесении лаков методом электроосаждения получают более сплошное покрытие, чем при пневмораспылении.

Различают явную и скрытую пористость покрытий. Первая легко обнаруживается обычными методами измерения сплошности; скрытая пористость обусловлена замкнутыми порами (это слабые дефектные места пленки), обычно быстро проявляющиеся при эксплуатации покрытия.

Механическая пористость любых покрытий уменьшается с увеличением их толщины и ростом числа наносимых слоев. В практических условиях для получения беспористых покрытий обычно применяют технологию многослойных покрытий; установлено, что каждый последующий слой более чем на 50 % перекрывает дефекты предыдущего. При отсутствии механической пористости степень изоляции покрытий определяется их молекулярной или структурной проницаемостью.

Согласно современным представлениям, проникновение веществ через пленку складывается из сорбции (растворения), диффузии и десорбции с другой стороны пленки. Это одинаково справедливо при проницаемости через пленки газов, паров и низкомолекулярных жидкостей, в том числе воды.

На практике при оценке количества прошедшего через пленку вещества принято пользоваться коэффициентом проницаемости P , который представляет собой произведение коэффициента диффузии (D) на коэффициент сорбции (σ): $P = D\sigma$.

Диффузия низкомолекулярных веществ в полимеры рассматривается как перемещение структурных единиц, молекул и пачек под влиянием осмотического давления, капиллярного течения или за счет энергии сродства сорбата и сорбента. Поэтому перенос вещества P и его сорбционная способность являются функцией многих факторов. Определяющие из них — природа полимера, природа сорбата и степень их химического сродства.

К числу факторов, влияющих на диффузию воды в покрытия, относятся полярность, фазовое и физическое состояние материала пленки, густота пространственной сетки, химический состав.

Наиболее низкими коэффициентами диффузии и проницаемости обладают покрытия, находящиеся в застеклованном или кристаллическом состоянии. Покрытия, полученные из эластомеров, имеют значительно более высокое значение D и P и соответственно большую энергию активации диффузного процесса.

При сопоставлении покрытий линейного и трехмерного строения предпочтение в отношении изолирующих свойств отдается последним; при этом чем плотнее и жестче трехмерная сетка, тем меньше проницаемость.

Большое влияние на проницаемость оказывают пигменты и наполнители, при этом важное значение имеют их природа, объемное содержание, размер и форма частиц, степень взаимодействия с пленкообразователем.

Для получения покрытий с низкой проницаемостью по отношению к воде, газам применяют олигомерные пленкообразователи, превращаемые в нерастворимое состояние

(фенолоформальдегидные, полиуретановые, полиэфирные и др.). Введение в состав лаков пигментов (особенно чешуйчатого строения) еще в большей степени увеличивает изолирующие свойства покрытий.

Для ряда назначений от покрытий на древесине, напротив, требуется высокая проницаемость для обеспечения влаго- и воздухообмена и для создания благоприятных гигиенических условий в объеме помещений, изолированных от внешней среды древесными материалами, покрытыми красками.

Для получения покрытий с высокой проницаемостью используют разные приемы: повышают механическую пористость пленок путем перенаполнения, использования грубых пигментов и наполнителей, волокнистых наполнителей, ориентированных в силовом поле перпендикулярно поверхности подложки и др. Проницаемость покрытий увеличивается с ростом температуры и концентрации диффундирующих веществ.

Проницаемость покрытий можно определять прямыми и косвенными методами. Прямые методы сводятся к непосредственному замеру количества жидкости, пара и газа, прошедшего через пленку при заданных условиях. Для этого создается определенный градиент концентрации или давления по обе стороны пленки. Используют приборы, представляющие собой замкнутые ячейки, разделенные на две камеры испытываемой пленкой. В одну из них заливается раствор заданной концентрации или подается газ (пар) под давлением, в другой определяют количество прошедших через пленку ионов, газа или паров по концентрации, объему, массе или по давлению.

Косвенные, или сорбционные, методы определения проницаемости связаны с количественной или качественной оценкой степени сорбции или диффузии испытываемых веществ. О диффузии судят по скорости переноса или изменению концентрации вещества, скорости движения фронта диффундирующего вещества или другим признакам.

Защитно-декоративные покрытия формируются на подложках из древесины, фанеры и древесных плит, а также на подложках из этих материалов, облицованных строганым шпоном или его заменителями.

Художественная выразительность изделий из древесины во многом предопределяется декоративными свойствами исходных материалов. Декоративность древесины характеризуют цвет, блеск и текстура.

Цвет древесины и древесных материалов. Цветом называется характеристика зрительного ощущения, позволяющего наблюдателю распознавать качественные различия излучений, обусловленные различием спектрального состава цвета. С физико-химической точки зрения цвет вещества (тела) характеризуется способностью поглощать (или отражать, пропускать) лучи света определенной длины волны как в видимой, так и невидимой областях спектра.

Цвет материала обусловлен тем, что его молекулы поглощают только определенную часть падающих на них лучей света. Глаз человека различает лишь часть световых лучей, относящуюся к видимой области спектра (400 . . . 800 нм). Совместное действие световых лучей всего интервала видимой области на сетчатку глаза вызывает ощущение белого цвета. Раздельное действие узких спектральных пучков (или их совокупностей) вызывает ощущение соответствующего цвета.

Ниже приведены соотношения между основными и дополнительными цветами, руководствуясь которыми можно установить цвет того или иного тела.

Соотношение между основными и дополнительными цветами

Длина волны, мм 400 . . . 435 435 . . . 480 , 480 . . . 490

Спектральный цвет Фиолетовый Синий Зеленовато-синий

Дополнительный цвет Зеленовато- желтый Желтый Оранжевый

Длина волны, мм 490 ...500 500 ... 560 560 ... 580 580 . . . 595

Спектральный цвет Синевато- Зеленый желтовато- Желтый

зеленый зеленый

Дополнительный цвет Красный Пурпурный Фиолетовый Синий

Длина волны, мм 595 . . . 605 605 . . . 730 730 .. . 760

Спектральный цвет Оранжевый Красный Пурпурный

Дополнительный цвет Зеленовато- Синевато- Зеленый

синий зеленый

Ощущение дополнительных цветов возникает в зрительном аппарате, если из белого изъять какой-либо цвет спектра. Например, если материал поглощает фиолетовые лучи (400 . . . 435 нм), глаз наблюдателя увидит зеленовато-желтый цвет. Объект, поглощающий желтые лучи, кажется нам синим.

Изменение цвета, вызванное поглощением более длинных волн, называют углублением цвета, а более коротких волн — повышением цвета.

Цвет предмета, как уже отмечалось, обусловлен его различной способностью поглощать или отражать световые лучи. Одни поверхности отражают не избирательно, т. е. видимые излучения всех длин волн отражаются ими в той пропорции, в какой они имеются в солнечном спектре. Такие цвета называются ахроматическими (белая, серая, черная).

Другие поверхности отражают свет избирательно, т. е. некоторые ИЗ спектральных составляющих видимых излучений отражаются больше, чем другие. Такие цвета называются хроматическими (красные, оранжевые, желтые, зеленые, голубые, синие и фиолетовые). Древесина может быть окрашена как в ахроматические, так и хроматические цвета различных цветовых тонов и оттенков.

Согласно трехкомпонентной теории зрения для характеристики цвета используют три показателя: цветовой тон λ ; чистоту P , светлоту p ; Цветовой тон (доминирующая длина волны) определяется длиной волны λ чистого спектрального цвета.

Чистота цвета P определяется по отношению к белому (чистый цвет или с примесью белого), его называют также насыщенностью цвета. Она характеризует степень разбавления чистого спектрального цвета белым. Обычно цвет изделий из древесины не имеет максимальной чистоты (насыщенности).

Светлота цвета, или его коэффициент отражения p , определяются отношением отраженного поверхностью светового потока ко всему падающему на нее световому потоку. Для белых поверхностей, отражающих максимум световой энергии, светлота цвета близка к единице, для черных приближается к нулю.

Совокупность цветового тона и чистоты цвета называется цветностью и является качественной характеристикой цвета.

Для различия цветов и их оттенков используют составные наименования, состоящие из основного, характеризующего цветовой тон, и дополнительных, определяющих чистоту и светлоту. Дополнительные термины могут присоединяться к основным в различных сочетаниях, например: желтый слабонасыщенный средней светлоты и т. д.

Для хроматических цветов Красный Сильнонасыщенный (чистый)

Красно-оранжевый Средненасыщенный

Оранжевый Слабонасыщенный

Желтый Светлый

Желто-зеленый Средней светлоты

Зеленый Темный

Для ахроматических цветов

Белый Светлый

Серый Средней светлоты

Черный Темный

Таким образом, для обозначения цветов и оттенков необходимо приводить наименования, характеризующие цветовой тон, насыщенность (чистоту) и светлоту.

Результаты определения цвета различных пород древесины представлены в табл. 1.1,

Таблица 1.1 *Цветовые характеристики древесины некоторых пород*

| Порода | Цветовой тон λ , нм | Чистота P , % | Светлота p , % |
|----------------------|-----------------------------|-----------------|------------------|
| Сосна: | | | |
| поздняя древесина | 581 | 55 | 48 |

| | | | |
|-----------------------|-------|----|------|
| ранняя древесина | 578 | 36 | 60 |
| Осина | 577 | 22 | 75,5 |
| Дуб | 582,5 | 41 | 42 |
| Ясень | | | |
| поздняя древесина | 583 | 42 | 42 |
| ранняя древесина | 580,5 | 30 | 61 |
| Вяз | | | |
| заболонь | 577,5 | 30 | 78 |
| ядро | 579,5 | 52 | 55 |
| Карагач | 583 | 43 | 31 |
| Липа | 579,5 | 42 | 56 |
| Карельская береза | 579,5 | 42 | 55 |
| Клен | 583 | 41 | 42 |
| Клен «птичий глаз» | 582,5 | 62 | 44 |
| Бук | 584 | 45 | 38,5 |
| Орех: | | | |
| дальневосточный | 589 | 18 | 30 |
| кавказский темный | 591 | 23 | 19 |
| кавказский светлый | 583 | 42 | 31 |
| Груша | 586 | 55 | 34,7 |
| Чинар | 592 | 41 | 16 |
| Красное дерево | 599 | 46 | 19 |
| Лимонное дерево | 580 | 60 | 41 |
| Цебрано: | | | |
| поздняя древесина | 585 | 48 | 37 |
| ранняя древесина | 595 | 35 | 14 |

Из таблицы видно, что цветовой тон рассмотренных пород древесины находится в интервале от 577,6 до ... 599 нм, что соответствует желтому и оранжевому участкам спектра. Чистота цвета колеблется в пределах от 18 до 62 %, а светлота - от 14 до 78 %.

Таким образом, цвет древесины сосны можно охарактеризовать как оранжево-желтый, средненасыщенный, светлый.

Цвет древесины изменяется после пребывания на воздухе. Одни породы древесины при этом темнеют (ель, сосна, пихта), другие (дуб, бук, осина) светлеют. Породы древесины умеренного пояса имеют бледную окраску, а древесина, произрастающая в тропических условиях, обычно ярко окрашена. В пределах одного климатического пояса (умеренного) наиболее интенсивно окрашены породы, произрастающие в более теплых зонах нашей страны, такие как дуб, орех, тис, шелковица, а сосна, ель, береза, распространенные в основном в более холодных зонах, имеют бледную окраску.

Интенсивность окраски древесины увеличивается с возрастом дерева, это особенно заметно у ядровых пород. Цвет древесины может изменяться под воздействием влаги.

Блеск древесины — это способность направленно отражать световой поток. Отражающая способность поверхности тесно связана с величиной и характером неровностей.

По степени отражения различают поверхности глянцевые и матовые. Глянцевые поверхности в значительной степени отражают падающий на них световой поток. Матовые поверхности, имеющие однородные неровности, рассеивают отраженный световой поток не направленно, а диффузно, т. е. равномерно во все стороны.

Поверхность древесины до ее отделки лакокрасочными материалами обладает незначительным блеском, зависящим от цвета и анатомического строения древесины. Древесина кольцепоровых пород (дуб, ясень) и некоторые рассеянно-поровые (бук) имеет меньший блеск, чем древесина светлых пород (береза, липа, осина и др.).

Данные о блеске древесины некоторых пород представлены в табл. 1.2, за единицу принят блеск радиальной поверхности осины. Анализ данных табл. 1.1 и 1.2 показывает, что чем светлее древесина, т. е. чем больше p , тем больше степень блеска.

Блеск древесины увеличивается с уменьшением длины волны и чистоты цвета.

Таблица 1.2. Характеристика блеска древесины

| Порода | Степень блеска поверхности, % | Относительный показатель блеска (по отношению к блеску радиальной поверхности) | Порода | Степень блеска поверхности, % | Относительный показатель блеска (по отношению к блеску радиальной поверхности) |
|-------------------|-------------------------------|--|--------------|-------------------------------|--|
| Осина | 16,27/14,6 | 1,0/0,9 | Береза | 11,20/11,60 | 0,69/0,71 |
| Рябина (заболонь) | 14,00/- | 0,86/- | Клен | 11,10/8,20 | 0,68/0,50 |
| Ива (заболонь) | 13,80/- | 0,85/- | Ольха | 10,62/8,62 | 0,65/0,53 |
| Сосна (заболонь) | 13,75/12,70 | 0,82/0,78 | Бук | 8,28/7,56 | 0,51/0,47 |
| Липа | 11,87/10,35 | 0,73/0,64 | Ясень (ядро) | 7,78/7,24 | 0,48/0,44 |
| Явор | 11,70/12,10 | 0,72/0,74 | Ильм (ядро) | 7,80/7,55 | 0,48/0,47 |

| | | | | | |
|------------------|-------------|-----------|-----|-------------|-----------|
| Пихта | 11,70/10,50 | 0,72/0,65 | Дуб | 6,79/5,90 | 0,42/0,36 |
| Бархатное дерево | 6,40/6,10 | 0,39/0,37 | Ель | 11,63/11,36 | 0,71/0,70 |

Примечание. В числителе — радиальная, в знаменателе — тангентальная.

Шелковистый блеск свойственен древесине бархатного дерева, заметным блеском отличается древесина сатинового дерева и махогони (красное дерево).

Если на продольных разрезах древесины имеются участки с небольшими анатомическими неровностями, то при их освещении появляются блики, отсветы. Они обусловлены способностью сердцевинных лучей зеркально отражать свет и характерны для таких пород, как клен, платан, бук, ильм, дуб и др.

Блеск древесины зависит также и от характера освещения, состояния поверхности и других, факторов.

Текстура древесины — это поверхностный рисунок, образованный в результате перерезания анатомических элементов. Чем сложнее строение древесины и разнообразнее сочетание отдельных элементов, тем богаче и красивее текстура.

Поверхность, древесины хвойных пород имеет простое строение и характеризуется однообразной текстурой. Древесина лиственных пород обладает более сложным строением и отличается разнообразной текстурой.

Текстура древесины зависит от ширины и линейной формы годичных слоев, различия плотности и окраски ранней и поздней древесины, сердцевинных лучей, крупных сосудов, направления волокон (волнистая или свилеватая древесина), сучковатости.

Рисунок текстуры изменяется в зависимости от направления обработки (от плоскости резания): радиальной, тангентальной, радиально-торцевой, тангентально-торцевой. На практике обычно используют древесину, полученную при радиальном и тангентальном срезе. Поверхность древесины таких пород, как дуб, ясень, красное дерево, орех отличается красивым рисунком, как при радиальном, так и тангентальном срезе, а див некоторых пород красивым получается только один из срезов.

Если рисунок текстуры обусловлен контрастностью между ранней и поздней древесиной, то более красивая текстура выявляется на тангентальных поверхностях (ясень, орех), а красота сердцевинных лучей лучшим образом выявляется на радиальных разрезах (чинара, клен).

Декоративные свойства натуральной древесины не всегда удовлетворяют требованиям потребителя изделий. Для улучшения декоративности древесины без изменения текстуры известны различные методы: зачистка поверхности древесины, удаление ворса, крашение древесины, термомеханическая обработка подложек, применение порозаполняющих составов, напрессовка прозрачных пленок, лакирование.

Рассмотрим только физические основы блеска лакированной или покрытой прозрачной пленкой поверхности древесины, все другие способы будут рассмотрены в главе 6.

Сложное физико-химическое строение древесины, зависимость свойств не только от породы, но и от положения поверхности среза, наличия пороков, различие свойств ранней и поздней древесины приводит к тому, что невозможно объективно оценить истинные свойства древесины. Данное положение можно объяснить следующим образом.

Рисунок текстуры, отражающий анатомическое строение древесины, не лежит в одной плоскости, а является объемным. Однако распознать эту особенность строения древесины мешает ее низкая прозрачность. Наличие сосудов, капилляров, сердцевинных лучей, следов механической обработки делают поверхность древесины неровной, шероховатой. Таких поверхностям присуще только диффузное отражение, но оно имеет двойкий характер. Дело в том, что основной компонент древесины (целлюлоза) и другие компоненты могут давать и зеркальное отражение. Однако, поскольку лучи света отражаются от хаотически расположенных неровностей каждый в свою сторону, то в результате свет рассеивается, т. е. отражение получается диффузным, но по своей природе остается таким же, как и отражение от гладкой зеркальной поверхности. Поэтому кроме окрашенного (в физике его называют селективным) диффузного отражения шероховатая поверхность древесины дает еще и неселективное отражение, так как ее неровности посылают во все стороны белые блики. Поскольку эти неровности расположены так часто, что глаз не способен

отделить их друг от друга, то и белые блики сливаются в глазу в белый фон, который мешает рассмотреть истинный цвет поверхности, и она кажется более белесой.

Если такую поверхность покрыть тонким слоем лакокрасочного материала, то он заполнит все впадины, и сделает ее более гладкой. В результате все мелкие блики сольются в один, который уже не будет мешать рассмотрению большей части поверхности. Причина заключается в том, что зеркальное отражение от поверхности древесины уменьшилось, а диффузное изменилось мало. Свет отражается преимущественно от границы между лаком и воздухом, в меньшей степени - от границы между лаком и покрытой им поверхностью. Объяснить данное явление можно на основании закона О. Френеля, согласно которому от границы двух тел отражается тем больше света, чем больше отношение показателей преломления этих тел (большой показатель всегда делится на меньший). Показатель преломления воздуха близок к 1, лака — обычно больше. Показатели преломления лаков, применяемых для отделки древесины, составляет 1,530 . . . 1,566, показатель преломления древесины относительно воздуха — 1,52 . . . 1,55. Поэтому при замене воздуха лаком отношение показателей преломления приближается к 1, уменьшая тем самым количество отраженного света.

Для древесины, имеющей поры, характерно еще одно явление. Заполняя поры, лак уменьшает отражение света не только при входе его в каждую клетку, составляющую данную подложку, но и при выходе из нее. Поэтому свет начинает глубже проникать внутрь тела и* может выйти обратно, лишь пройдя большое число таких пор. Если поры окрашены, т. е. поглощают световые лучи одного цвета больше, чем другого, то выходящий наружу свет будет сильно отличаться по составу от падающего. А это значит, что поверхность приобрела более насыщенный цвет.

Таким образом, для хорошего выявления текстуры необходимо, чтобы лакокрасочный материал имел показатель преломления, равный или близкий к показателю преломления древесины, хорошо смачивал древесину и проникал в поры, вытесняя оттуда воздух

В лакокрасочных материалах для создания защитно-декоративных покрытий древесины в качестве пленкообразующих веществ применяют органические или элементоорганические полимеры, олигомеры и мономеры.

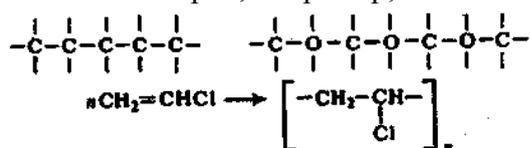
Полимеры— это высокомолекулярные соединения, состоящие из большого числа повторяющихся звеньев — А—А—А—А—А— или (А)_n, где n — степень полимеризации. Для полимеров n = 10 . . . 10³, а молекулярная масса обычно превышает 10000.

Макромолекулы полимеров могут быть построены из звеньев, одинаковых по химическому строению. Такие полимеры называют гомополимерами: —А—А—А—А—А—. Если в состав цепи входят два или несколько типов звеньев, то образуется сополимер: —А—Б—А—Б—А—Б—. Соплимеры могут быть построены не только из однородных чередующихся звеньев, но и из крупных блоков. Такие сополимеры называют блок-сополимерами: —А—А—А—А—Б—Б—Б—Б—.

По строению главной цепи полимеры подразделяют на гомоцепные, главная цепь которых построена из одинаковых атомов — ф—С—(С—С—, и гетероцепные, главная цепь которых построена из различных атомов

Олигомеры— это вещества, состоящие из меньшего числа структурных звеньев, чем полимеры. У олигомеров n = 1 . . . 10 и молекулярная масса чаще всего не превышает 10000. Как видим, различие между полимерами и олигомерами лишь количественное. Поэтому часто для краткости и олигомеры называют полимерами.

Мономеры— низкомолекулярные вещества, используемые для синтеза полимеров, например;



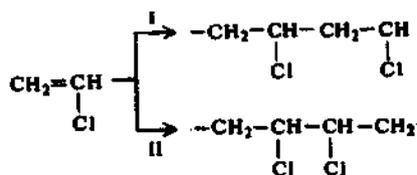
Среди применяемых пленкообразователей большинство представляют собой олигомеры. У части из них — природные смолы: канифоль, шеллак, сандарак, битумы и др. — относительно невысокая молекулярная масса практически не изменяется при образовании твердых пленок. Такие пленкообразователи получили название непревращаемых. Они легко плавятся и растворяются, образуя относительно низковязкие растворы. В результате охлаждения расплавов или улетучивания растворителей из раствора они образуют пленки аморфной структуры.

Образование пленок и связь между отдельными молекулами у этих пленкообразователей объясняются в основном водородными связями. Так как энергия таких связей (15 ...30 кДж/моль) и число связей, приходящихся на одну молекулу, невелики, пленки этих низкомолекулярных пленкообразователей имеют относительно невысокие физико-механические показатели. В большинстве случаев они не водостойки, характеризуются невысоким сопротивлением разрыву и истиранию.

В последние годы при формировании защитно-декоративных покрытий древесины все больше применяют так называемые превращаемые пленкообразователи — олигомеры, превращающиеся при определенных условиях в высокомолекулярные продукты. К ним относятся модифицированные растительные масла, карбамидо- и меламиноформальдегидные смолы, алкиды, ненасыщенные олигоэфиры, полиуретаны.

Некоторая часть пленкообразователей представляет собой полимеры с большой молекулярной массой, сохраняющие способность растворяться и плавиться (эфиры целлюлозы, поливинилхлоридные, поливинилацетатные смолы, белки и др.). Физико-механические свойства их пленок превосходят свойства непревращаемых олигомерных пленкообразователей. Однако высокая вязкость этих пленкообразователей создает трудности их применения: их необходимо применять в виде малоконцентрированных растворов, что связано с большим расходом растворителей и получением тонких покрытий. Чтобы избежать этих неудобств, их применяют в виде дисперсий, готовых пленок или в смеси с другими олигомерными пленкообразователями.

На свойства полимеров большое влияние оказывает химическая структура макромолекул. В зависимости от расположения мономерных звеньев из одного и того же полимера можно получить минимум два типа полимеров. Это можно видеть на примере двух полимеров, полученных из поливинилхлорида:



Первый полимер имеет тип присоединения, называемый "голова к хвосту", второй II — "хвост к хвосту" и соответственно "голова к голове". Регулярность построения макромолекул возможна только в случае присоединения звеньев по типу "голова к хвосту".

Изменяя химическую структуру макромолекул, можно получать полимеры с новыми свойствами. Таким образом, синтезируют некоторые пленкообразователи. Среди возможных путей получения полимеров с измененной химической структурой макромолекул широко используют полимераналогичные превращения. При полимераналогичных превращениях происходят химические реакции макромолекул с низкомолекулярными веществами при сохранении основной цепи полимера. Полимераналогичные превращения используются как для химических модификаций, так и для синтеза некоторых полимеров, например простых и сложных эфиров целлюлозы, хлорированного поливинилхлорида (перхлорвинила). Некоторые полимеры можно получить только путем полимераналогичных превращений (поливиниловый спирт).

Большие возможности изменений химической структуры реализуются в цепях макромолекул сополимеров. В зависимости от условий ведения синтеза и свойств мономеров могут быть получены линейные сополимеры с беспорядочным, чередующимся и блочным расположением мономерных звеньев и особый тип разветвленного сополимера — так называемый привитой сополимер.

Из факторов, влияющих на свойства полимеров, необходимо учитывать полярность макромолекул. Полярность молекул зависит от полярности групп, входящих в состав полимера, с учетом симметрии их расположения в пространстве. Макромолекулы, построенные по типу углеводородов, неполярны (полиэтилен, полипропилен, полиизопрен). К полярным полимерам можно отнести те, в составе которых присутствуют сильнополярные группы: —ОН; —С=N; —СООН; —Сl. Группы —ОСОСН₂, —ОНО₂ по полярности занимают промежуточное положение. Многие свойства полимеров (прочность, растворимость и др.) в значительной мере определяются полярностью макромолекул.

Свойства пленкообразователей определяются не только химическим составом макромолекул, но и их взаимным расположением, т. е. структурой.

В соответствии с природой сил, действующих на структурные элементы, принято различать следующие виды структур полимеров: молекулярную, надмолекулярную и фазовую.

Молекулярная структура полимеров связана со структурой элементарного звена и макромолекулы в целом. Типы связей между отдельными элементарными звеньями в макромолекуле такие же, как у всех органических соединений, причем тип связи имеет большое значение, определяя химические и физические свойства полимеров (температуру плавления, растворимость, гибкость и др.).

Полимеры могут иметь различные типы связей между элементарными звеньями в макромолекуле, кроме того, могут быть различные варианты построения макромолекулы из элементарных звеньев. В зависимости от особенностей молекулярной структуры различают линейные, разветвленные и пространственно-сетчатые полимеры (рис. 2.2).

Линейные полимеры представляют собой длинные цепи с высоким отношением длины вытянутой макромолекулы к ее поперечному сечению. Важнейшая особенность линейных цепных макромолекул — гибкость. Степень их гибкости определяется строением и взаимодействием с соседними макромолекулами. Линейные макромолекулы связаны между собой силами межмолекулярного взаимодействия, энергия которых в 10 ... 50 раз меньше энергии химических связей.

Растворение линейных полимеров протекает медленно, растворы отличаются высокой вязкостью, что связано с большой длиной цепных макромолекул. С повышением степени полимеризации и, следовательно, длины молекул растет вязкость раствора и ухудшается растворимость полимеров.

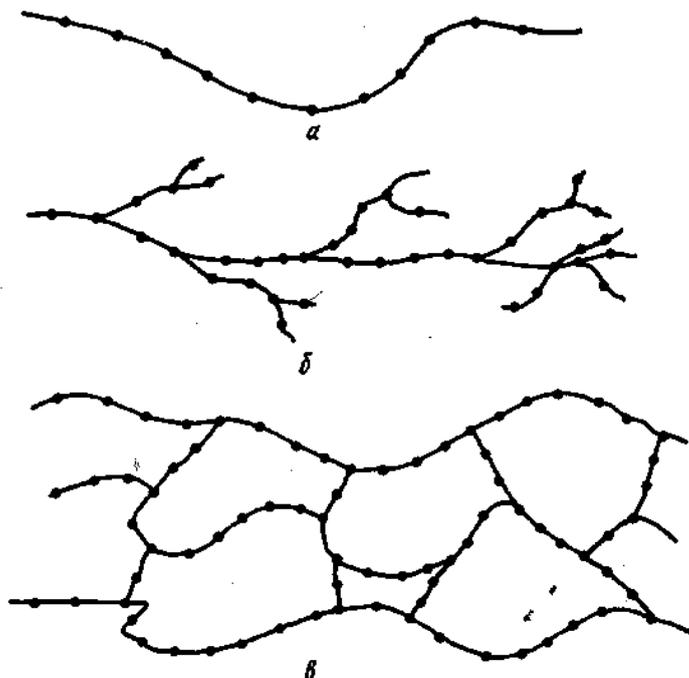


Рис. 2.2. Структура макромолекул: а — линейный полимер; б — разветвленный полимер; в — пространственный (сетчатый) полимер

Линейные полимеры характеризуются высокими показателями прочности и упругости. Они размягчаются и плавятся при нагревании, поэтому их часто называют термопластичными.

Разветвленные полимеры представляют собой длинные цепи с боковыми ответвлениями. Наличие боковых ответвлений увеличивает расстояние между смежными макромолекулами, мешает их уплотнению, поэтому структура разветвленных полимеров оказывается более рыхлой. Полимеры* имеют меньшую прочность, но большую эластичность, лучшую растворимость и меньшую температуру плавления.

Пространственно-сетчатые полимеры — это длинные цепи, соединенные друг с другом химическими или физическими поперечными связями в узловых точках. Различают редко- и густо-сетчатые полимеры. От частоты поперечных связей зависит эластичность полимера, которая может колебаться в широких пределах. Пространственно-сетчатые полимеры обладают высокой прочностью, твердостью и стойкостью к механическим воздействиям. Они нерастворимы и неплавки.

Надмолекулярная структура полимеров определяется взаимным расположением макромолекул или их агрегатов и характером взаимодействия между ними.

Раньше считалось, что полимеры представляют собой клубок беспорядочно перепутанных молекул. Однако исследования показали, что структурообразование в полимере — сложный и многостадийный процесс, который резко отличается от структурообразования в низкомолекулярных веществах.

Большой вклад в развитие представлений о структурообразовании в полимерах на надмолекулярном уровне внесли В.А. Каргин, А.И. Китайгородский, Г.Л. Слонимский, которые на основании рентгеноструктурных и электронно-микроскопических исследований показали наличие у полимеров высокоорганизованных структур сферического и линейного строения.

Наиболее простой надмолекулярной структурой являются пачки макромолекул, которые, в свою очередь, образуют ленты и пластины. Более сложные надмолекулярные структуры различают по форме: глобулярные, полосатые, фибриллярные и сферолитовые.

Глобулы представляют собой свернутые в ленты отдельные макромолекулы или агрегаты макромолекул. Глобулы образуются в результате превышения внутримолекулярного взаимодействия над межмолекулярным. Глобулярные структуры имеют многие аморфные полимеры (поливинилхлоридные, перхлорвиниловые, фенолформальдегидные, карбамидоформальдегидные и др.). Глобулярные структуры неблагоприятны для получения полимеров с высокими механическими свойствами.

Полосатые структуры характерны для полимеров в эластическом состоянии (каучуки).

Фибриллярные структуры характерны для хорошо упорядоченных аморфных полимеров и полимеров со структурой начальной стадии кристаллизации. Особенностью фибриллы является ориентация сегментов макромолекул перпендикулярно длинной оси фибриллы, а не вдоль, как в пачке. При срастании фибрилл из одного центра могут образовываться высшие надмолекулярные образования — сферолиты, состоящие из "лепестков" фибрилл.

Регулировать надмолекулярную структуру полимеров можно введением искусственных зародышей структурообразования — нерастворимых высокодисперсных неорганических и органических веществ. Непосредственно влияние на структурные характеристики покрытий оказывают природа и количество пигментов и наполнителей, пластификаторов, ПАВ, их совместимость с пленкообразователями.

При рассмотрении фазовой структуры полимеров принято различать аморфные и кристаллические полимеры.

В аморфных полимерах относительно простые надмолекулярные образования, в кристаллических — большое разнообразие, более сложные структуры. У аморфных пленкообразователей окончательная структура формируется при затвердевании, т. е. при переходе их в высокоэластическое или стеклообразное состояние, в кристаллических — после протекания кристаллизационных процессов.

Кристаллические полимеры (полиэтилен, полипропилен, фторопласт, полиамиды) широко используются в технологии пластических масс и синтетических волокон, но обладают плохими пленкообразующими свойствами и в лакокрасочной технологии используются ограниченно.

Большинство пленкообразователей — аморфные полимеры, которые могут находиться в трех физических состояниях: стеклообразном, высокоэластическом и вязкотекучем. Переход аморфного полимера из одного физического состояния в другое легко проследить на термомеханических кривых, представленных на рис. 2.3.

При стеклообразном состоянии молекулы расположены беспорядочно, но не способны к перемещению (текучести) вследствие сильных межмолекулярных связей. Находящиеся в стеклообразном состоянии вещества тверды и не способны к большим деформациям. Стеклообразное состояние реализуется у любых полимеров, независимо от молекулярной массы.

Температуру, при которой полимер переходит из стеклообразного состояния в высокоэластическое, называют температурой стеклования.

Высокоэластическое состояние характерно для полимеров с длинноцепочечными молекулами.

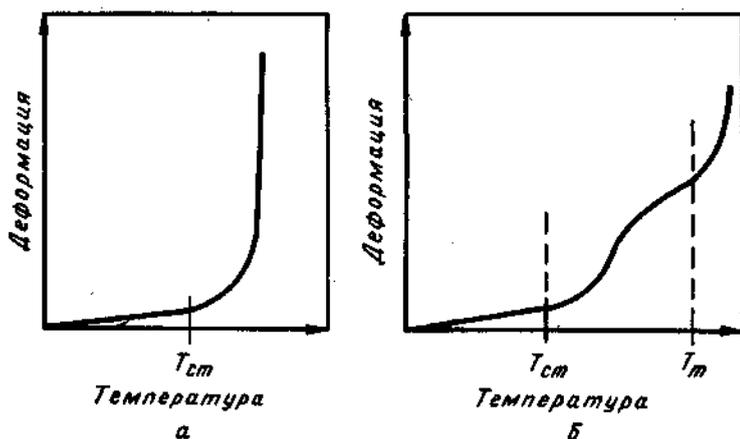


Рис. 2.4. Схема молекулярных структур лаковых покрытий: *а* — низкомолекулярной структуры; *б* — линейной структуры; *в* — пространственно-сетчатой структуры

Некоторые полимеры эксплуатируются в высокоэластическом состоянии (каучуки).

Вязкотекучее состояние характеризуется тем, что полимер представляет собой вязкую жидкость, в которой макромолекулы способны перемещаться целиком. Температура, соответствующая переходу в это состояние, условно обозначена T_t (температура текучести).

Температурные пределы каждого физического состояния зависят от строения полимера, в частности от его молекулярной массы. Полимеры с низкой молекулярной массой переходят из стеклообразного в вязкотекучее состояние, минуя область высокоэластического состояния (рис. 2.3, *а*). Полимеры с высокой молекулярной массой имеют высокую температуру текучести.

Для пленкообразователей значения T и T_t являются важными критериями технологических и эксплуатационных свойств полимеров (олигомеров). Рекомендуется использовать пленкообразователи с $T_{ст}$ вблизи верхнего предела температуры эксплуатации, высоким значением T_t и достаточно большим интервалом между T_t и температурой разложения.

Как уже отмечалось выше, молекулярная структура пленкообразователя оказывает решающее влияние на свойства лакокрасочных покрытий. Различают три основных вида покрытий: с низкомолекулярной структурой, с линейной структурой и с пространственно-сетчатой структурой (рис. 2.4).

Покрытия с низкомолекулярной структурой формируются на основе природных смол, битумов и др., молекулярная структура которых образована большим числом молекул сферической или близкой к ней формы. Эти покрытия обладают достаточной адгезией к древесине, однако плохо сопротивляются истиранию, они неэластичны и в большинстве своем не водо-, тепло- и атмосферостойки.

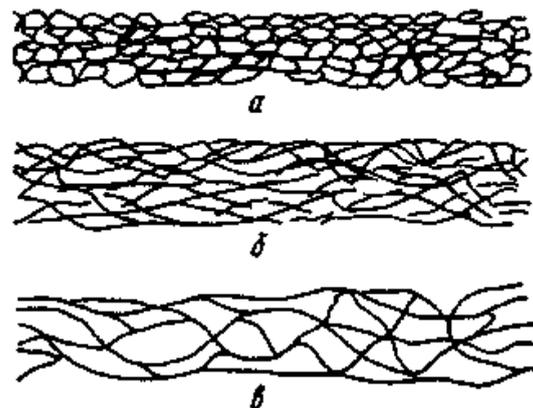
Покрытия с линейной структурой образуются на основе нитроцеллюлозных, перхлорвиниловых, полиакриловых лакокрасочных материалов. Физико-механические свойства таких покрытий (эластичность, сопротивление истиранию, проницаемость, теплостойкость и др.) значительно выше, чем лаков на основе низкомолекулярных смол, но не всегда удовлетворяют эксплуатационным требованиям.

Прочные боковые связи между сетчатыми макромолекулами придают покрытиям пространственно-сетчатую структуру (масляные, олигоэфирные, эпоксидные и др.) высокие физико-механические свойства, значительно выше показателей двух предыдущих видов покрытий. К недостаткам этого вида покрытий можно отнести малую деформативность пленки, приводящую к хрупкому разрушению, особенно при ударных нагрузках. Особенно это характерно для модифицированных фенол- и карбамидоформальдегидных смол.

В этом температурном интервале подвижность приобретают лишь часть макромолекул. Высокоэластическое состояние встречается только у термопластичных полимеров и обусловлено гибкостью длинных цепных молекул.

Рис. 2.3. Термомеханические кривые: *а* — низкомолекулярной смолы;

б — полимера с гибкими цепными молекулами



Тема 2.2. Полиэфирные парафиносодержащие и беспарафиновые лаки, эмали, грунтовки и шпаклевки на основе ненасыщенных полиэфирных олигомеров. Полиуретаны, виды лакокрасочных материалов на их основе

Полиэфирные лаки образуют твердые, стойкие с зеркальным блеском или матовые покрытия. Они представляют собой растворы ненасыщенных полиэфирных смол в мономерах или олигомерах и в органических растворителях. Отверждение покрытий является результатом сополимеризации полиэфирной смолы с мономером (стиролом) или олигомеров, которая протекает в присутствии отверждающих добавок-инициатора полимеризации (органические перекиси и гидроперекиси) и ускорителя (кобальтовые, вандиевые или марганцевые соли нафтенатных кислот и третичные алкиральные амины-диметиланилин, диоктиланилин). Это экзотермическая реакция, т.е. она происходит с выделением тепла. При ускоренных методах отверждения, например, фотохимическом, отверждающей добавкой служит фотосенсибилизатор, в качестве которой чаще всего используют метиловый эфир бензоина для парафиносодержащих материалов и альфахлорантрахинон для беспарафиновых. При облучении покрытий пучком ускоренных электронов лак отверждается без специальных добавок.

Различают полиэфирные лаки парафиносодержащие и беспарафиновые. Вторые делятся на лаки холодного, горячего и ускоренного отверждения. Парафиносодержащие лаки представлены марками ПЭ-246 по ТУ 6-10-791-79, ПЭ-265 по ТУ 6-10-1445-80 и ПЭ-2133 по ТУ 6-10-2064-86. Такие лаки содержат всплывающую добавку - парафин, назначение которой - образование изолирующей пленки на поверхности лакового слоя, защищающей его от ингибирующего действия кислорода воздуха и препятствующей испарению мономера - стирола. Рабочая смесь всех компонентов - полуфабрикатный лак, инициатор, ускоритель и парафиновая добавка, поставляемые отдельно - характеризуется малой жизнеспособностью, при комнатной температуре составляющей 10-30 мин. По истечении этого времени начинается реакция сополимеризации, материал становится желеподобным и постепенно отверждается. Поэтому лакирование осуществляется двумя рабочими растворами: одним - с инициатором, и другим - с ускорителем, которые подаются на отделяемую поверхность из двух головок лаконаливной машины. С отвержденного покрытия парафин удаляется шлифованием.

Вследствие относительно высокой текучести эти лаки применяются для отделки горизонтальных щитовых поверхностей.

Высокое содержание пленкообразующих веществ, составляющее около 90-95 % в сочетании со значительной ненасыщенностью используемых смол, облегчает получение более толстых лаковых покрытий, менее проседающих в поры древесины.

Беспарафиновые лаки холодного отверждения представлены марками ПЭ-232, ПЭ-250, ПЭ-250М (матовый), ПЭ-250ПМ (полуматовый) по ГОСТ 23438. Это растворы ненасыщенной полиэфирмалеиновой смолы в мономерах с добавлением невысыхающей алкидной смолы и высоковязкого коллоксилина, растворенных в смеси органических растворителей. Высыхание этих лаков происходит в результате испарения растворителей, реакции сополимеризации между полиэфирмалеином и мономером в присутствии инициатора и ускорителя. Инициатором чаще всего является гидроперекись изопропилбензола, ускорителем - нафтенат кобальта.

Кислород воздуха не оказывает ингибирующего действия, и поэтому парафин в эти лаки не добавляется. Благодаря содержанию в этих лаках коллоксилина и алкидной смолы они не стекают с вертикальных поверхностей. Беспарафиновые лаки менее чувствительны к различным веществам, поэтому перед их нанесением поверхность древесины можно обработать порозаполнителями и грунтовками, содержащими масла, смолы и т.д.

Содержание сухого остатка около 70 %, жизнеспособность рабочих смесей этих лаков не менее 20 ч. Наносят их наливом из одной головки машины или краскораспылителем.

В основном материалы этой группы поступает на предприятия в виде двух компонентов. Исключение составляет трехкомпонентные материалы: лак ПЭ-247 по ТУ 6-10-987-76 - жидкость черного цвета, предназначенная для отделки пианино и роялей, и защитный лак НЦ2105 по ТУ 6-10-1772-61, предназначенного для защиты рисунка, имитирующего текстуру древесины, при складировании и транспортировке деталей.

К беспарафиновым полиэфирным лакам горячего отверждения относятся марки: ПЭ-251А, ПЭ-251Б, ПЭ-2118, ПЭ-2116ПМ.

Лаки ПЭ-251А и ПЭ-251Б по ТУ 6-10-1648-87 - трехкомпонентные системы: полуфабрикатный лак, ускоритель № 30 и инициатор (гипериз), поставляемые комплектно с растворителями РЛ-251А и РЛ-251Б. Лак ПЭ-251А наносят методом пневматического распыления, лак ПЭ-251Б - в электростатическом поле. Перед нанесением лаки разбавляет до вязкости 20-25 с по ВЗ-4. Содержание пленкообразующего 70-75 %, продолжительность высыхания при температуре 60 °С 40-45 мин. Лак ПЭ-251Б наносят на поверхность, предварительно обработанную грунтовочным составом ВЛ-278 на основе поливинилбутираля или ПС-1 на основе поливинилацетатной дисперсии или карбамидоформальдегидной смолы.

Лак ПЭ-2118 по ТУ 6-10-1768-80 по составу незначительно отличается от лаков ПЭ-251А и ПЭ-251Б и применяется в основном в качестве грунтовочного слоя под эти лаки.

Лак ПЭ-2116ПМ по ТУ 6-10-1778-80 - трехкомпонентный лак, поставляемый в виде полуфабрикатного лака, ускорителя № 30 и инициатора (гипериз). Назначение - получение матовых покрытий стульев при отделке их в электростатическом поле. Отверждается при конвективном нагреве при температуре 60-80 °С в течение 30 мин.

Беспарафиновые полиэфирные лаки ускоренного отверждения. К этой группе материалов относятся лаки ПЭ-2106, ПЭ-2135ПМ, ПЭ-2136, отверждающиеся при ультрафиолетовом облучении, лаки ПЭ-284А, ПЭ-284Б, ПЭ-2121, отверждающиеся при облучении потоком ускоренных электронов.

Лак ПЭ-2106 по ТУ 6-10-838-34-79 - двухкомпонентная система, предназначен для глянцевого отделки щитовых деталей без облагораживания. Отверждение лака происходит при конвективном нагреве при температуре 30 °С в течение 3 мин., а затем под УФ-облучением в течение 20-30 с.

Лак ПЭ-2106 по ТУ 6-10-1060-37-86 - двухкомпонентная система, предназначен для глянцевого отделки щитовых деталей без облагораживания. Отверждение лака происходит при конвективном нагреве при температуре 30 °С в течение 3 мин., а затем под УФ-облучением в течение 20-30 с.

Лак ПЭ-2136 по ТУ 6-10-1060-37-86 - двухкомпонентная система, предназначен для получения высокогляцевых покрытий щитовых деталей мебели. Отверждается в течение 20 с.

Лаки ПЭ-284А и ПЭ-284Б по ТУ 6-10-1715-79 - однокомпонентные составы, представляющие собой растворы ненасыщенных полиэфирных смол в олигоэфирах ТГМ-3 и МГФ-Э. Наносят лаки по грунтовке ПЭ-0165.

Лаки ПЭ-2121Б по ТУ 6-10-1060-30-88 и ПЭ-2121М2 по ТУ 6-10-1060-31-81 - однокомпонентные лаки, предназначенные для отделки щитовых деталей мебели. Лак ПЭ-2121М2 содержит дополнительно матирующую добавку с МД. Наносят их по грунтовке ПЭГР-2, которая изготавливается на основе полуфабрикатного лака ПЭ-2121 с добавлением аэросила и ускорителя № 30.

Полиуретановые лакокрасочные материалы образуют покрытия с хорошей адгезией к различным материалам (металлам, древесине, коже, ткани, пластикам, бетону), имеют высокую твердость, приближающуюся к твердости стекла, хорошие декоративные свойства, высокую атмосферо-ростойкость. На основе полиуретанов возможно получение отделочных материалов не содержащих летучих растворителей, что обуславливает небольшие внутренние напряжения в покрытиях, незначительные усадку и деформирование покрытия в микронеровностях, что обеспечивает высокий устойчивый блеск в течение длительного времени.

Наряду с этим полиуретановые материалы имеют и ряд недостатков, к которым следует отнести токсичность некоторых компонентов, трудности изготовления и применения, в частности, необходимость предотвращения преждевременного проникновения в них влаги, высокую стоимость, низкую светостойкость (пожелтение) некоторых полиуретановых материалов.

Основными компонентами полиуретановых материалов являются полиизоцианаты и полигидроксилсодержащие соединения (полиолы). Разновидностью полиуретановых лакокрасочных материалов являются материалы на основе уретановых масел и уралкидов, отличающиеся неограниченной жизнеспособностью, низкой стоимостью, меньшей токсичностью. Уретановые масла получают путем переработки сырых растительных масел: льняного, сафлорового, дегидратированного касторового, таллового и др. с многоатомными спиртами (глицерин или

пентаэритрит) в присутствии катализатора, а затем полученный гидроксилсодержащий сложный олигоэфир взаимодействует с изоцианатом, чаще всего с толу-илендиизоцианатом. Применяют уретановые масла в виде 40-60 %-ных растворов в уайт-спирите.

Уралкиды - продукты, полученные путем синтеза алкидных смол (глифталевой, пентафталевой), при котором часть фталевого ангидрида заменяется ароматическим изоцианатом. Уретановые масла и уралкиды имеет неограниченную жизнеспособность, легко смешиваются с пигментами и наполнителями. На основе уралкидов можно изготавливать также водоразбавляемые лакокрасочные материалы. Уралкиды выпускаются следующих марок: УПЛТ-60, УПСТ-56, УЭФКТ-47, УПФТая-55, выпускаемые в виде растворов в уайт-спирите. Из водоразбавляемых известен уралкид ВУПФС-35А.

Еще один тип полиуретановых материалов - на основе блокированных изоцианатов с различными блокирующими агентами (фенолом, нитро-фенолом, малоновым и ацетоуксусным эфирами, ацетилацетеном, алифатическими спиртами и др.), представляющие собой однокомпонентный лакокрасочный материал с большой жизнеспособностью, нетоксичный.

Особую группу составляют полиуретановые термопластичные полимеры с линейной молекулярной структурой, не содержащие реакционно-способных групп, хорошо растворяющиеся и плавящиеся при нагревании. Из полиолов в термопластичных полиуретанах в основном применяют по-либутиленадипинат, политетраметилендиол и др., из изоцианатов - дифе-нилметандиизоцианат и толуилендиизоцианат. Высыхание этих материалов происходит в результате испарения растворителей.

Для отделки изделий мебели используют одно- и двухкомпонентные полиуретановые лакокрасочные материалы небольшого ассортимента. Из двухкомпонентных материалов наиболее употребительны грунтовки и лаки на основе жидких полиолов и полиизоцианатов, из однокомпонентных - грунтовки, лаки и эмали на основе уралкидов и уретановых масел.

Двухкомпонентные материалы выпускаются в виде полуфабриката, представляющего собой раствор полиэфира и других пленкообразователей в органических растворителях с добавками, улучшающими разлив и придающими матовость, и отвердителя, представляющего собой раствор изоцианатов в органических растворителях. После смешения этих компонентов жизнеспособность этих материалов составляет 6-12 ч.

Фоновая грунтовка НЦ-0205 по ТУ 6-10-1759-80 предназначена для имитационной отделки древесностружечных и древесноволокнистых плит. Выпускается марок П и Д четырех цветов: под красное дерево, светлый, средний и темный орех. Вязкость грунтовки - 65-90 с по ВЗ-4, содержание нелетучих - 36-42 %. Наносится грунтовка на вальцевых станках с расходом 25-35 г/м². При комнатной температуре сохнет не более 20 мин.

Лаки УР-277, УР-277М по ТУ 6-10-1514-85 используется для получения открытопористых покрытий. Наносят их на поверхность, предварительно загрунтованную поливинилбутиральной грунтовкой ВЛ-278. В качестве матирующей добавки в лак вводится аэросил. До рабочей вязкости 50 с по ВЗ-4 лак разбавляют растворителем РЛ-277 (смесь этил-гликоляцетата и циклогексана в соотношении 1:1). Содержание нелетучих - до 40 %, продолжительность сушки при комнатной температуре 2 ч, при температуре 60 °С - 45-50 мин.

Лаки УР-249, УР-249М по ТУ 6-10-1212-87 предназначены для отделки мебели, спортивного инвентаря, строительных изделий и могут наноситься в электрическом поле высокого напряжения. Отвердителем служит ди-этиленгликольуретан ДГУ или ДГУ-65, матирующей добавкой - аэросил ТК-800, разбавителем - разбавитель Р-249. Вязкость 60-80 с по ВЗ-4, содержание нелетучих 26-35 %, продолжительность сушки при 60 °С 30-40 мин.

Лаки УР-2112М по ТУ 6-10-1902-83 и УР-2124М по ТУ 6-10-1901-63 используются в качестве грунтовки перед нанесением других поли-уретановых лаков. Вязкость полуфабрикатного лака 11-16 с по ВЗ-4, содержание нелетучих 24-36 %, продолжительность сушки при температуре 20 °С 2 ч, при температуре 50 °С - 30 мин.

Однокомпонентные материалы представлены лаками УР-293 и УР-294 по ТУ 6-10-1462-84, разбавляемые до рабочей вязкости растворителем Р-189. Лаки образуют покрытия с высокой адгезией к влажным материалам, высокими водостойкостью и твердостью, хорошим блеском и декоративными качествами. Удовлетворительное отверждение их происходит при влажности воздуха 65-85 %. При комнатной температуре покрытия сохнут в течение 20-36 ч.

В эту группу входит и лак АУ-271 по ТУ 6-10-1552-86, представляющий собой раствор уралкидной смолы в уайт-спирите с добавлением сиккатива, ускорителя № 25 и оксида циклогексана. Для разбавления лака применяют бутиловый спирт, ксилол, толуол. Длительность высыхания 3-4 ч.

Тема 2.3. Водорастворимые, водоразбавляемые и водно-дисперсионные материалы. Порошковые лакокрасочные материалы, перспектива их применения на древесных подложках. Нитроцеллюлозные и пентафталевые лакокрасочные материалы. Отделочные пленки, их назначение, свойства и представленные к ним требования. Методы испытания пленочных и лакокрасочных материалов.

Водоразбавляемые лакокрасочные материалы в зависимости от состояния полимерного связующего подразделяются на водно-дисперсионные и водорастворимые. В воднодисперсионных красочных системах пленкообразователь находится в виде дисперсии в воде, а в системах растворного типа - в виде растворимого в воде полимера. При этом дисперсии пленкообразователей являются двухфазными неравновесными и необратимыми системами, относящимися в основном к лиофобным коллоидам, а растворы пленкообразователей представляют собой однофазные равновесные и термодинамически обратимые системы.

Водоразбавляемые лакокрасочные материалы в настоящее время широко используются при отделке изделий из металла, древесины, картона, пластмассы полимерными покрытиями, и производство их постоянно растет. Такие же тенденции наблюдаются и в лакокрасочной промышленности стран Европы.

Водоразбавляемые лакокрасочные материалы в последнее время находят все большее применение в связи с их преимуществами в санитарно-техническом и пожарном отношении по сравнению с материалами на основе органических растворителей.

Водоразбавляемые лакокрасочные материалы в зависимости от состояния полимерного связующего подразделяются на вододисперсионные и водорастворимые.

Водоразбавляемые лакокрасочные материалы занимают одно из ведущих мест в ассортименте продукции, отвечающей современным экологическим требованиям. Водные материалы применяются в основном при окрашивании изделий методом электроосаждения. Для этой цели используются водоразбавляемые лакокрасочные материалы на основе пленкообразователей-электролитов.

Водоразбавляемые лакокрасочные материалы имеют тенденцию к увеличению вязкости во времени за счет структурообразования. Это явление имеет место при концентрациях лакокрасочных материалов, совпадающих с рабочими. При нанесении этих материалов краскораспылителем требуется дополнительное разбавление, причем тем большее, чем выше склонность к структурообразованию. Однако это приводит к уменьшению толщины покрытия.

Водоразбавляемые лакокрасочные материалы по сравнению с грунтовками и эмалями на органических растворителях имеют ряд преимуществ. Они не токсичны, взрыво- и пожаробезопасны, при их использовании улучшаются санитарно-гигиенические условия труда, уменьшается загрязнение окружающей среды.

Водоразбавляемые лакокрасочные материалы занимают одно из ведущих мест в ассортименте продукции, отвечающей современным экологическим требованиям. Водные материалы применяются в основном при окрашивании изделий методом электроосаждения. Для этой цели используются водоразбавляемые лакокрасочные материалы на основе пленкообразователей-электролитов.

Водоразбавляемые лакокрасочные материалы плохо смачивают металлическую поверхность, поэтому окрашиваемые поверхности тщательно очищают от посторонних включений и обезжиривают, а для улучшения антикоррозионных свойств - фосфатируют.

Водоразбавляемые лакокрасочные материалы на основе водорастворимых пленкообразующих для окраски электроосаждением выпускают в виде нейтрализованных концентратов и кислых водонерастворимых паст. Концентрация первых обычно составляет 40 - 50 %

по сухому остатку (остальное - смесь органических растворителей с водой); их разбавляют водой простым смешением. Вторые необходимо переводить в водорастворимое состояние нейтрализацией амином и только после этого смешивать с водой. При применении материалов в виде кислых паст облегчается их транспортировка и хранение.

Водораствобляемые лакокрасочные материалы на основе водорастворимых пленкообразующих из-за высокого поверхностного натяжения воды смачивают металлические поверхности хуже, чем материалы на органических растворителях. В связи с этим перед их нанесением требуется тщательная очистка и обезжиривание поверхности [1, с. При подготовке поверхности изделия к электроосаждению необходимо принимать во внимание химический состав и удельную электропроводность окрашиваемого материала и пленки, полученной в результате обработки поверхности, которые оказывают влияние на свойства осажденного покрытия. Кроме того, недопустимо наличие на поверхности водорастворимых неорганических солей после заключительной стадии обработки.

Водораствобляемые лакокрасочные материалы на основе водорастворимых пленкообразующих для окраски электроосаждением выпускают в виде нейтрализованных концентратов и кислых водонерастворимых паст. Концентрация первых обычно составляет 40 - 50 % по сухому остатку (остальное - смесь органических растворителей с водой); их разбавляют водой простым смешением. Вторые необходимо переводить в водорастворимое состояние нейтрализацией амином и только после этого смешивать с водой. При применении материалов в виде кислых паст облегчается их транспортировка и хранение.

Водораствобляемые лакокрасочные материалы на основе водорастворимых пленкообразующих из-за высокого поверхностного натяжения воды смачивают металлические поверхности хуже, чем материалы на органических растворителях. В связи с этим перед их нанесением требуется тщательная очистка и обезжиривание поверхности [1, с. При подготовке поверхности изделия к электроосаждению необходимо принимать во внимание химический состав и удельную электропроводность окрашиваемого материала и пленки, полученной в результате обработки поверхности, которые оказывают влияние на свойства осажденного покрытия. Кроме того, недопустимо наличие на поверхности водорастворимых неорганических солей после заключительной стадии обработки.

Водораствобляемые лакокрасочные материалы занимают одно из ведущих мест в ассортименте продукции, отвечающей современным экологическим требованиям. Водные материалы применяются в основном при окрашивании изделий методом электроосаждения. Для этой цели используются водораствобляемые лакокрасочные материалы на основе пленкообразователей-электролитов.

Водораствобляемые лакокрасочные материалы - водные растворы олигомеров, которые в процессе пленкообразования претерпевают химические превращения с образованием полимера сетчатого строения. Особенностью этих материалов является возможность нанесения их методом электроосаждения.

Водораствобляемые лакокрасочные материалы классифицируют по типу основного пленкообразователя: малеинизиро-ванные масла, алкидные олигомеры, эпоксиэфирь, полиуретаны, карбамидо -, феноло -, меламиноформальдегидные олигомеры акриловые и другие виниловые сополимеры.

Водораствобляемые лакокрасочные материалы , предназначенные для электроосаждения, содержат в качестве пленкообразователей полимеры или олигомеры тех же классов, что и смолы, которые предназначены для лакокрасочных материалов, наносимых традиционными методами и применяющихся в виде растворов в органических растворителях.

Водораствобляемые лакокрасочные материалы на основе водорастворимых пленкообразователей смачивают металлические поверхности хуже, чем материалы на органических растворителях. В связи с этим перед их нанесением требуется тщательная очистка и обезжиривание поверхности.

Водораствобляемые лакокрасочные материалы находят все большее применение в связи с их преимуществами по сравнению с материалами на органических растворителях в санитарно-техническом и противопожарном отношении. [

Перспективными водоразбавляемыми лакокрасочными материалами, наносимыми электроосаждением, являются однокомпонентные уретановые олигомеры, в том числе уралкиды. Традиционные уралкидные олигомеры получают аналогично алкидным олигомерам, частично заменяя в процессе синтеза фталевый ангидрид на полиизоцианат. Для получения уралкида, растворимого в воде, в молекулу олигомера вводят карбоксильные группы, нейтрализация которых аминами обеспечивает водоразбавляемость. Используемый для получения водоразбавляемых уралкидов алкидный олигомер имеет низкую молекулярную массу и высокое содержание гидроксильных групп. Олигомер такого типа растворяют в метилэтилкетоне и обрабатывают диизоцианатом до полного исчезновения изоцианатных NCO-групп.

Применение **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** является одним из наиболее перспективных направлений в производстве лакокрасочных покрытий.

Преимущества **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** проявляются особенно сейчас, когда ведется борьба за чистоту окружающей среды.

Специфика **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** предьявляет ряд особых требований к используемым в них растворителям.

Применение **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** является одним из наиболее перспективных направлений в производстве лакокрасочных покрытий.

Применение **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** на основе синтетических смол весьма перспективно: снижается огнеопасность, улучшаются санитарно-гигиенические условия работы, упрощаются промывка оборудования и вентиляция помещения. Вместе с тем и техника окрашивания, и устройство ванн в этом случае имеют ряд особенностей.

Для **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** характерна повышенная склонность к пенообразованию. Для снижения пенообразования в ванну периодически добавляют специальные составы (антивспениватели) или вводят уайт-спирит, скипидар, перемешивают лакокрасочный материал во время перерывов в работе, предусматривают в конструкции ванны гасящие пену устройства.

Электроосаждение **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** на основе водорастворимых пленкообразователей отличается от гальванотехнических процессов [123] как физико-химической сущностью, так и значением и природой электросопротивления покрываемых электродов. В связи с этим методы определения рассеивающей способности, существующие в гальванотехнике, не могут быть применены к электроосаждению.

Для **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** характерны некоторые свойства, отличающие их от других материалов. Проявление этих свойств зависит от химической природы полимера, его молекулярной массы, количества и вида полярных групп, разветвленности цепей и характера используемых компонентов. Аномальное поведение водоразбавляемых лакокрасочных материалов наиболее наглядно проявляется в изменении вязкости системы при разбавлении ее водой. До начала фазового расслоения добавления воды к системе закономерно снижает вязкость. Выделение мелкодисперсной фазы при определенном ее содержании приводит к возникновению структуры геля и повышению вязкости.

К **водоразбавляемым лакокрасочным материалам** следует отнести также цинксиликатные краски. Связующим в них является жидкое стекло - водный раствор силикатов щелочных металлов, а в качестве пигмента используется цинковый порошок. Поэтому эти краски называются цинксиликатными. [

К **водоразбавляемым лакокрасочным материалам** для электроосаждения предьявляются особые требования по сравнению с требованиями к материалам, наносимым традиционными способами - в первую очередь, неограниченное разбавление водой и стабильность водных растворов.

Процесс электроосаждения **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** осуществляется при постоянном перемешивании скорость которого зависит в первую очередь от типа применяемого лакокрасочного материала.

Ряд пленкообразователей **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** (масло ВМЯ, резидрол и др.) обладает поверхностно-активными свойствами и в водной среде образует мицеллярные растворы.

При использовании **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** в их состав рекомендуется вводить смешивающиеся с водой растворители в количестве 10 - 20 % (масс.):

спирты (пропиловый, изопрпило-вый, бутиловый) и целлозольвы. В процессе окраски в ванну необходимо подавать органические растворители, чтобы состав лакокрасочных материалов был постоянным.

Для получения **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** на основе растительных масел используют реакцию их малеинизации. В результате реакции малеинизации может присоединиться 3 - 6 молекул малеинового ангидрида на одну молекулу триглицерида. Гидролиз аддуктов масел с малеиновым ангидридом с последующим переводом образовавшихся карбоксильных групп в форму аммонийных солей аммиаком или третичными аминами приводит к получению водоразбавляемых растительных масел. Эти масла применяют в сочетании с водоразбавляемыми синтетическими олигомерами других типов (карбамидо -, меламино - и фенолоформальдегидными) для материалов горячего отверждения, используемых в автомобильной промышленности.

Для получения **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** применяют не одну из указанных смол, а смеси их, например алкидно-меламиновые, алкидно-акриловые, что позволяет после горячей сушки получать покрытия более водостойкими, с лучшей адгезией и большей твердостью.

При использовании **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** в их состав рекомендуется вводить смешивающиеся с водой растворители в количестве 10 - 20 % (масс.): спирты (пропиловый, изо-пропиловый, бутиловый) и целлозольвы. В процессе окраски в ванну необходимо подавать органические растворители, чтобы состав лакокрасочных материалов был постоянным.

Пленкообразующими в **водоразбавляемых лакокрасочных материалах** для электроосаждения служат полиэлектролиты, представляющие собой продукты взаимодействия (соли) поликарбо-новых кислот с аммиаком или органическими аминами.

Методом электроосаждения наносят **водоразбавляемые лакокрасочные материалы**, в которых используются два вида связующих: водно-дисперсионные и водорастворимые пленкообразующие, между которыми существует принципиальное различие. Дисперсии пленкообразующих - это двухфазные неравновесные необратимые системы, относящиеся к лиофобным коллоидам. Растворы пленкообразующих веществ представляют собой однофазные равновесные и термодинамически обратимые системы.

Из двух видов **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** - воднодисперсионных и водорастворимых пленкообразующих систем - для электроосаждения используются главным образом последние, представляющие собой однофазные, равновесные и термодинамически обратимые системы. Полион в растворе должен нести заряд, противоположный по знаку заряду изделия. Недостатком первого является частичное растворение материала анода, приводящее к изменению цвета покрытий светлых тонов. Тем не менее, в промышленности используется главным образом анодное осаждение, поскольку при катодном электроосаждении применяется дорогая кислотостойкая аппаратура.

Для широкого применения **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** на основе водорастворимых пленкообразователей необходимо было создать специальную технологию их нанесения. Наиболее приемлемым оказался метод электроосаждения [6-9], к достоинствам которого [10-14] следует отнести высокую равномерность по толщине получаемых покрытий, почти полное отсутствие влаги и токсичных растворителей в осажденной пленке и улучшение санитарно-гигиенических условий труда, снижение пожароопасное окрасочных работ, возможность выполнения всех операций подготовки поверхности, окраски, сушки на одной автоматизированной линии. Недостатком является возможность получения лишь тонких однослойных покрытий на токопроводящей поверхности.

К числу достоинств **водоразбавляемых лакокрасочных материалов** относятся: отсутствие в составе лакокрасочных материалов токсичных летучих органических растворителей; значительное снижение взрыво - и пожароопасное производства; удешевление стоимости продукции; экономия дорогостоящих органических растворителей и разбавителей.

Раздел 3. Реология защитно-декоративных покрытий и лакокрасочных материалов

Тема 3.1. Смачивание подложки лакокрасочными материалами. Понятия и определения, связанные с поверхностными явлениями на границе твердое тело – жидкость – газ. Работа адгезии лакокрасочного материала, смачивание шероховатых поверхностей, критическое поверхностное натяжение смачивание. Растекание лакокрасочных материалов.

Лекция проводится в форме дискуссии (3 часа)

Смачивание подложки лакокрасочными материалами

Формирование покрытия предусматривает адгезионное закрепление лакокрасочного материала на поверхности древесины. Под адгезией лакокрасочного материала подразумевают связь жидкой и твердой фаз на границе раздела этих фаз. Работу адгезии $W_{ад}$ оценивают работой, которую надо затратить для отрыва жидкости от поверхности твердого тела.

Контакт лакокрасочного материала с твердой поверхностью (рис. 3.1) может осуществляться на различной площади, поэтому работу адгезии необходимо относить к единице площади контакта.

Взаимодействие между жидкой и твердой фазой распространяется на небольшое расстояние в глубь жидкости. По мере удаления слоя жидкости от поверхности твердого тела адгезионное взаимодействие уменьшается, уступая когезионному.

Когезия лакокрасочного материалов — это связь между молекулами в объеме жидкой фазы. Уже отмечалось, что для определения работы, возникающей при контакте лакокрасочного материала с твердым телом, необходимо знать площадь контакта его с поверхностью.

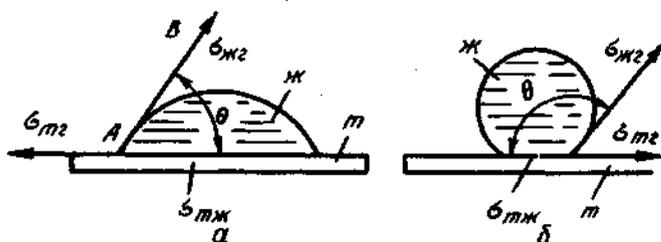


Рис. 3.1. Краевой угол θ в системе твердое тело — жидкость — газ

а — жидкость смачивает поверхность; б — жидкость не смачивает поверхность

Эта площадь определяется способностью лакокрасочного материала смачивать поверхность подложки.

Смачивание — явление, происходящее в результате взаимодействия молекул жидкости с молекулами твердых тел и приводящее к искривлению поверхности жидкости у поверхности твердого тела.

Форма поверхности жидкости, соприкасающейся с твердым телом, зависит от того, какие силы притяжения больше: между молекулами жидкости и твердого тела или между молекулами самой жидкости. В первом случае жидкость будет смачивающей, в краевой зоне угол θ между плоскостью, касательной к поверхности жидкости, и плоскостью твердого тела острый. Во втором случае жидкость не смачивает твердую поверхность и угол θ тупой.

Угол θ между касательной AB к поверхности жидкости и смоченной поверхностью твердого тела называется краевым углом. Краевой угол всегда отсчитывается от касательной в сторону жидкости. Вершина краевого угла A находится на линии смачивания — линии, вдоль которой соприкасаются все фазы, участвующие в смачивании (в данном случае — твердое тело T , жидкость J и газ G). Следовательно, краевой угол — это угол наклона поверхности жидкости к смоченной части поверхности твердого тела.

Различают равновесные и неравновесные краевые углы. Равновесный краевой угол θ_d зависит только от поверхностных натяжений на границах раздела фаз, участвующих в смачивании. Поэтому для каждой системы при данных внешних условиях равновесный краевой угол имеет одно определенное значение. Термин "краевой угол" используют только для характеристики равновесного состояния при смачивании.

Краевые углы, измеренные при отклонении системы от состояния термодинамического равновесия, называют неравновесными, или контактными θ .

Краевые углы, меняющиеся в процессе растекания жидкости по поверхности твердого тела, называются динамическими θ . Изменение динамических краевых углов происходит при

перемещении линии (периметра) смачивания. Зависимость динамических краевых углов от времени характеризует скорость растекания жидкости.

Неравновесные краевые углы могут также меняться при постоянной площади смачивания вследствие постепенного изменения свойств системы или объема капли за счет протекания различных физико-химических процессов (испарения жидкости, адсорбции, впитывания жидкости, химических реакций и т.д.). Неравновесные краевые углы, соответствующие постоянной смоченной площадке, называются статистическими краевыми углами θ .

В зависимости от значений равновесного краевого угла различают три основных случая: 1) несмачивание (плохое смачивание) — краевой угол тупой $180^\circ > \theta > 90^\circ$. Вода на парафине; 2) смачивание (ограниченное смачивание) — краевой угол острый $90^\circ > \theta > 0^\circ$. Вода на стекле; 3) полное смачивание — равновесный краевой угол не устанавливается, капля растекается в тонкую пленку.

Таким образом, определив краевой угол, можно установить характер взаимодействия между жидкостью и твердым телом и точно ответить на вопрос, есть ли смачивание в данной системе и при данных условиях или же смачивание отсутствует. Границей между смачиванием и несмачиванием является краевой угол $\theta_0 = 90^\circ$.

Другими термодинамическими величинами, характеризующими контактирование фаз, участвующих в смачивании, являются поверхностные натяжения $\sigma_{ж.г}$, $\sigma_{т.ж}$, $\sigma_{т.г}$.

Поверхностное натяжение — это сила, действующая по касательной к поверхности жидкости, стремясь сократить поверхность лакокрасочного материала до минимальных размеров. В случае капли жидкости такой поверхностью является сфера.

Зависимость равновесного краевого угла θ_0 от поверхностных натяжений на границах раздела фаз, участвующих в смачивании, описывается уравнением Юнга:

$$\cos \theta_0 = (\sigma_{т.г} - \sigma_{т.ж}) / \sigma_{ж.г}. \quad (3.1)$$

Таким образом, значение краевого угла, которое можно определить экспериментально, является необходимым, но еще недостаточным показателем, характеризующим адгезию лакокрасочного материала и смачивания.

Взаимодействие лакокрасочного материала с подложкой обычно характеризуют работой адгезии. Работа адгезии лакокрасочного материала на границе с подложкой определяется по формуле

$$W_a = (\sigma_{ж.г} + \sigma_{т.г}) - \sigma_{т.ж}. \quad (3.2)$$

Смысл этого уравнения иллюстрируется на рис. 3.2. Работа адгезии, как уже отмечалось, определяется той работой, которую необходимо затратить для отделения лакокрасочного материала от подложки. При контакте лакокрасочного материала с подложкой свободная поверхностная энергия a_t , а после разъединения — $a_{ж.г} + a_{т.г}$. Разность между этими величинами и есть работа адгезии.

С учетом уравнения (3.1) уравнение (3.2) можно представить в виде

$$W_a = \sigma_{ж.г} (1 + \cos \theta_0). \quad (3.3)$$

Часто работу адгезии сопоставляют с работой когезии. Работа когезии равна той работе, которую надо приложить, чтобы преодолеть взаимодействие между собой молекул лакокрасочного материала. При этом образуются две поверхности раздела фаз жидкость — газ.

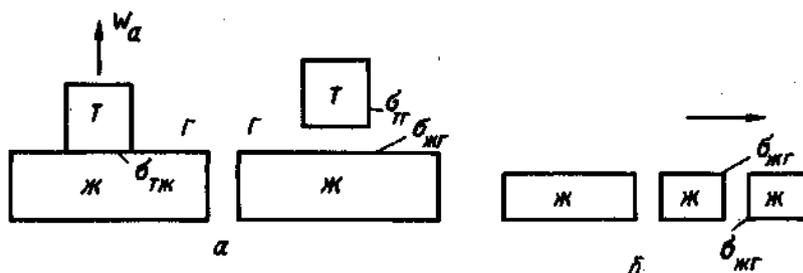


Рис. 3.2. Схема, поясняющая работу адгезии (а) и когезии (б)

Поэтому работа когезии равна удвоенному значению свободной поверхностной энергии (поверхностного натяжения) образовавшихся жидких фаз:

$$W_K = 2 \sigma_{гж} \quad (3.4)$$

Подставив значения работы адгезии и когезии в уравнение равновесного краевого угла (3.1), получим

$$\cos \theta_0 = \{2W_a - W_K\} / W_K \quad (3.5)$$

Уравнение (3.5) наглядно показывает, что величина равновесного краевого угла определяется соотношением сил притяжения лакокрасочного материала к поверхности подложки и сил взаимного притяжения частиц лакокрасочного материала. С этой точки зрения основные случаи взаимодействия лакокрасочного материала с подложкой реализуются при следующих соотношениях работ адгезии и когезии: 1) несмачивание при $W_a < (1/2)W_K$; 2) смачивание при $W_a > (1/2)W_K$; 3) полное смачивание при $W_a > W_K$.

Работа адгезии всегда положительна, поскольку между телами любой природы всегда действуют силы молекулярного притяжения. Поэтому равновесные краевые углы всегда меньше 180° , т. е. Нельзя реализовать полное несмачивание. Из уравнения (3.5) следует, что чем меньше W и соответственно меньше поверхностное натяжение лакокрасочного материала σ , тем легче этот лакокрасочный материал смачивает различные подложки.

Поверхности реальных твердых тел, к которым относится и древесина, не соответствуют той идеальной модели, которая использована при выводе уравнения Юнга. Разнообразные шероховатости, поры, неоднородности химического состава, следы механической обработки, трещины оказывают значительное влияние на смачивание. Прежде всего меняется значение краевого угла (по сравнению с идеальной поверхностью).

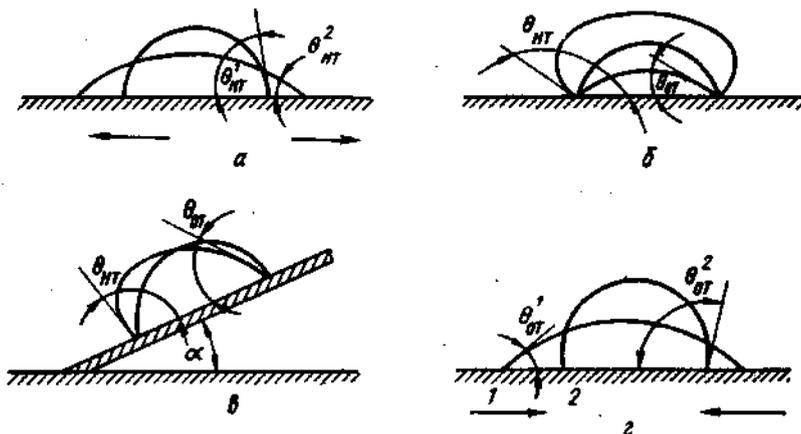


Рис. 3.3. Краевые углы натекания и оттекания: а, г — при изменении смоченной площади; б и в — последовательные положения периметра смачивания; б — при изменении объема капли; в — возле передней и задней кромки капли на наклонной плоскости

Кроме того, при смачивании одной и той же твердой поверхности при одинаковых параметрах окружающей среды (давлении, температуре) статические краевые углы могут иметь различные значения в зависимости от условий их формирования. Такое явление получило название гистерезиса смачивания.

При анализе гистерезиса смачивания различают краевые углы натекания и оттекания. Краевые углы натекания $\theta_{нт}$ чаще всего формируются при натекании лакокрасочного материала на подложку, т. е. при увеличении смоченной площади (рис. 3.3,а), или при увеличении объема капли при неизменной площади контакта лакокрасочного материала с подложкой (рис. 3.3,б). Краевые углы натекания образуются также у передней кромки капли, находящейся на наклонной плоскости (рис. 3.3, в). Краевые углы натекания образуются при стягивании жидкости с ранее смоченной поверхности (рис. 3.3,г) при уменьшении объема капли и постоянной смоченной площади, например при испарении части объема капли (см. рис. 3.3,б) на наклонной поверхности у задней кромки капли (см. рис. 3.3,в).

Гистерезис смачивания в реальных условиях обуславливается наличием на поверхности различных препятствий, затрудняющих растекание жидкости. Такое явление получило название кинетического гистерезиса, при котором величины краевых углов зависят от длительности контакта фаз.

В результате физико-химических процессов (адсорбции, испарения, химических реакций, впитывания в подложку) также наблюдается изменение краевых углов. Изменяется объем фаз, участвующих в смачивании, и их свойства, в том числе поверхностные натяжения на границах раздела. Поэтому свойства системы при натекании и оттекании могут меняться, что сказывается на

значениях краевых углов. При проявлении физико-химического гистерезиса краевые углы также зависят от длительности контакта фаз. Поэтому влияние этой группы факторов можно свести к минимуму, варьируя длительность изменения краевых углов.

На поверхности древесины имеются неровности анатомического строения, вскрываемые при механической обработке. В результате на поверхности наблюдаются вскрытые полости сосудов, перерезанные сосуды, трахеиды и волокна либриформа, а также риски и трещины. Размер неровностей изменяется в широких пределах — от тысячных долей микрометров до нескольких миллиметров.

Шероховатость древесины характеризуется ее микрорельефом, который обычно представляет хаотичное чередование выступов и впадин. Измеряют микрорельеф с помощью специальных приборов — профилографов, которые могут выявлять неровности до 1 мкм. Меньшие элементы выявляются с помощью интерференционных и электронных микроскопов.

Микрорельеф обычно характеризуется коэффициентом шероховатости k — отношением фактической площади поверхности (с учетом выступов и впадин) к ее проекции на горизонтальную плоскость. Площадь участка, выбираемого для определения коэффициента шероховатости, должна быть достаточно велика по сравнению с размерами отдельных неровностей, иначе коэффициент шероховатости не будет усредненной характеристикой поверхности.

Смачивание шероховатых поверхностей показано на рис. 3.4. Неровности поверхности приводят к увеличению площади фактического контакта лакокрасочного материала с твердым телом по сравнению с гладкой поверхностью в k раз. Увеличение площади фактического контакта приводит к пропорциональному увеличению поверхностного натяжения. Таким образом, поверхностные натяжения шероховатой и гладкой твердой поверхности связаны между собой следующими соотношениями:

$$\sigma_{тг}^ш = k \sigma_{тг}; \sigma_{тж}^ш = k \sigma_{тж} \quad (3.6)$$

Рис. 3.4. Капля жидкости Ж на шероховатой твердой поверхности Т (стрелками показано направление движения периметра смачивания)

где $\sigma_{тг}^ш$ и $\sigma_{тж}^ш$ — поверхностное натяжение твердого тела для шероховатой поверхности.

Если рассмотреть уравнение Юнга (3.1) применительно к капле на шероховатой поверхности в состоянии равновесия, то вместо поверхностных натяжений $\sigma_{тг}$ и $\sigma_{тж}$ необходимо брать их увеличенные значения в соответствии с уравнением (3.6) :

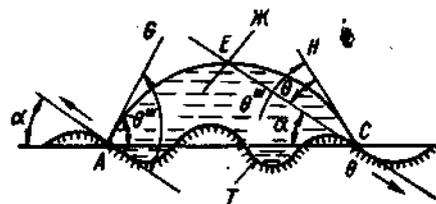
$$\cos \theta^ш = \frac{\sigma_{тг}^ш - \sigma_{тж}^ш}{\sigma_{жг}} = k \frac{\sigma_{тг} - \sigma_{тж}}{\sigma_{жг}} \approx k \cos \theta_0, \quad (3.7)$$

где θ_0 и $\theta^ш$ — краевые углы на гладкой и шероховатой поверхностях.

Таким образом, по уравнению (3.7) можно сделать следующие выводы. При отсутствии смачивания ($\theta_0 > 90^\circ$) увеличение шероховатости приводит к увеличению макрокраевого угла. Измеряемый статический краевой угол $\theta^ш$ называют макрокраевым углом. При смачивании жидкостью материала ($90^\circ > \theta_0 > 0^\circ$) увеличение коэффициента шероховатости вызывает уменьшение макрокраевого угла $\theta^ш$. При достаточно большом коэффициенте шероховатости $k > 1/\cos \theta_0$ и $\theta_0 < 90^\circ$ выполняется термодинамическое условие полного смачивания.

Критическое поверхностное натяжение смачивания. Для решения многих прикладных задач при отделке древесины важно знать, будет ли данный жидкий лакокрасочный материал смачивать данную поверхность древесины. Использование термодинамических уравнений равновесного краевого угла затруднено тем, что для большинства древесных материалов поверхностные натяжения неизвестны. Поэтому на практике прогноз смачивания выполняют по различным эмпирическим признакам, которые устанавливаются обобщением большого числа экспериментальных данных, или на основе приближенного анализа зависимости межфазного поверхностного натяжения от природы контактирующих фаз. Эмпирические признаки не универсальны, они пригодны только для определенных жидкостей и твердых тел. Поэтому при практическом использовании эмпирических признаков смачивания следует прежде всего установить основные физико-химические особенности данной системы.

Для жидкостей, в том числе лакокрасочных материалов, с поверхностным натяжением менее 100 мДж/м² условие смачивания $Wa > \sigma_{жг}$ обеспечивается молекулярными силами. Тем не менее



малая величина поверхностного натяжения жидкости $\sigma_{жг}$ еще не гарантирует смачивание. Необходимое и достаточное условие смачивания заключается в том, чтобы поверхностное натяжение лакокрасочного материала было меньше работы адгезии. При этом, чем ниже поверхностное натяжение лакокрасочного материала, тем легче выполняется это условие.

При смачивании гладкой поверхности жидкостям с небольшим поверхностным натяжением наблюдается линейная зависимость $\cos\theta_{нт} = f(\sigma_{жг})$ (рис. 3.5).

Установлена следующая зависимость между $\theta_{нт}$ и $\sigma_{жг}$:

$$\sigma_{жг} \theta_{нт} \cos \theta_{нт}$$

мДж/м²град

Диэтиленгликоль 44,6 39,39 0,7837

Диэтиленгликоль/этиленгликоль 50:50 46,1 40,032 0,7007

Зтиленгликоль 47,2 55,94 0,56

Зтиленгликоль/глицерин 80:20 50,0 59,10 0,5134

Этиленгликоль/глицерин 60:40 52,8 59,38 0,5093

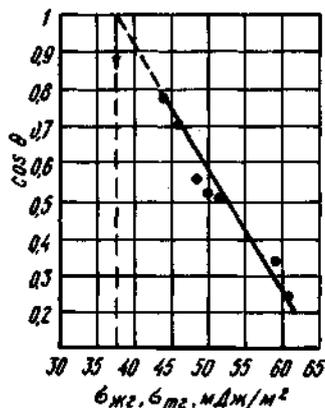
Эгиленгликоль/глицерин 40:60 55,6 65,41 0,4160

Зтиленгликоль/глицерин 20:80 58,3 70,28 0,3373

Глицерин 61,1 76,67 0,2303

Из приведенных данных следует, что краевой угол уменьшается по мере уменьшения поверхностного натяжения жидкости, смачивающей одну и ту же поверхность. В данном случае подложка из древесины ясеня с грунтом МЧ-52 отшлифована до получения параметра $R_{Mmax} \sim 16$ мкм по ГОСТ 7016—82. При использовании жидкостей данного ряда зависимость между $\cos\theta_{нт}$ и $\sigma_{жг}$ удовлетворительно определяется линейным законом. Это означает, что при продолжении прямой $\cos\theta_{нт} = f(\sigma_{жг})$ до пересечения с линией, параллельной оси абсцисс, где $\cos\theta_{нт} = 1$, получим такое значение поверхностного натяжения жидкости, при котором краевой угол будет равен нулю, т. е. имеет место полное растекание жидкости. На рис. 3.5 такое значение $\sigma_{жг}$ показано пунктирной линией. Поверхностное натяжение, соответствующее полному растеканию жидкости по поверхности, когда $\theta_{нт} = 0$, $\cos\theta_{нт} = 1$, называется критическим поверхностным натяжением смачивания и обозначается $\sigma_{кр}$. Полное смачивание определяется условием $\theta_{нт} = 0^\circ$. При этом на рис. 3.5 показана связь между $\sigma_{жг}$ и $\cos\theta_{нт}$, а не самим краевым углом. Существует определенный разброс экспериментальных точек на прямой, кроме того, необходима экстраполяция прямой до пересечения с осью ординат в точке $\cos\theta_{нт} = 1$. Такая экстраполяция, когда значения краевого угла близки к 0° , не представляет собой трудности. В практике встречаются случаи, когда значения $\cos\theta_{нт}$ составляют $0,2 \dots 0,4$, в этих условиях экстраполяция прямой от $\cos\theta_{нт} = 0,3 \dots 1$ не дает точных результатов. Все эти обстоятельства показывают, что при условности самого понятия о критическом поверхностном натяжении может быть также допущена некоторая неточность при определении его величины. Достоинство понятия о критическом поверхностном натяжении в том, что оно характеризует нижний предел смачивания, при котором жидкости не будут растекаться по твердой поверхности. Важно также то обстоятельство, что значение $\sigma_{кр}$ незначительно зависит от свойств жидкостей, характеризуемых зависимостями $\cos\theta_{нт} = f(\sigma_{жг})$, а зависит главным образом от поверхностных свойств подложки. Поэтому величина $\sigma_{кр}$ характеризует твердое тело, а не жидкую фазу.

Рис. 3.5. Зависимость $\cos\theta_{нт}$ от поверхностного натяжения $\sigma_{жг}$ тестовой жидкости на поверхности древесины ясеня, загрунтованной лаком МЧ-52



Использование критического поверхностного натяжения смачивания целесообразно по ряду причин. Например, по величине $\sigma_{кр}$ можно сравнить смачиваемость различных лакокрасочных материалов. Из рис. 3.5 видно, что чем меньше критическое поверхностное натяжение твердого тела, тем хуже смачивание: при одном и том же поверхностном натяжении жидкости краевые углы больше на твердом теле с меньшим значением $\sigma_{кр}$.

Целесообразно использовать понятие критического поверхностного натяжения для оценки свойств подложек из древесины, загрунтованных различными полимерными материалами. Выше

указывалось, что если использовать модельное представление случая, когда жидкость полностью растекается по поверхности ($\theta_{нт}=0$ и $\cos\theta_{нт} = 1$), то уравнение Юнга (3.1) сводится к виду

$$(\sigma_{тг} - \sigma_{тж}) / \sigma_{жг} = 1; \quad (3.8)$$

$$\sigma_{тг} = \sigma_{жг} + \sigma_{тж}. \quad (3.9)$$

При этом величиной $\sigma_{тж}$ можно пренебречь ввиду ее малого значения по сравнению с $\sigma_{жг}$.

Таким образом, если существует жидкость, которая полностью смачивает поверхность, то ее поверхностное натяжение будет критическим, т. е. $\sigma_{жг}\sigma_{тг}$.

При всей условности этого понятия (жидкости, смачивающей полностью данную поверхность, может не существовать) оно облегчает экспериментальную оценку величин, входящих в уравнение Юнга.

Растекание лакокрасочных материалов по поверхности твердого тела. После контакта жидкого лакокрасочного материала с твердой поверхностью происходит его растекание, характеризуемое увеличением площади контакта лакокрасочного материала с поверхностью твердого тела и изменением краевого угла от 180° до θ_0 . Динамические краевые углы θ_d зависят от длительности t контакта твердого тела с лакокрасочным материалом. Скорость растекания можно охарактеризовать производной $d\theta_d / dt$.

При полном смачивании, когда краевые углы не устанавливаются, растекание удобно характеризовать скоростью перемещения линии (периметра) смачивания по твердой поверхности или изменением площади, смоченной лакокрасочным материалом. Скорость растекания зависит от соотношения движущих сил и сил сопротивления.

Движущей силой растекания является уменьшение свободной поверхностной энергии при изменении межфазных площадей контакта трех фаз (жидкой, твердой и газообразной) от начального до равновесного состояния. Препятствуют растеканию инерция лакокрасочного материала и его вязкость.

Если лакокрасочный материал растекается по гладкой однородной поверхности и капля все время имеет форму сферического сегмента (рис. 3.1), то движущая сила, отнесенная к единице длины периметра смачивания, будет равна

$$\Delta\sigma = (\sigma_{тг} - \sigma_{тж}) - \sigma_{жг} \cos\theta_d.$$

При ограниченном смачивании из уравнения Юнга (3.1) $\sigma_{тг} - \sigma_{тж} = \sigma_{жг} \cos\theta_0$. Отсюда движущая сила растекания при ограниченном смачивании гладкой однородной поверхности равна

$$\Delta\sigma = \sigma_{жг} (\cos\theta_0 - \cos\theta_d). \quad (3.10)$$

При смачивании шероховатой поверхности в уравнении (3.10) вместо угла θ_0 нужно ввести равновесный краевой угол θ^u , определяемый по уравнению (3.7).

При полном смачивании после того, как капля превратится в практически плоский жидкий слой, движущая сила растекания на гладкой твердой поверхности

$$\Delta\sigma = (\sigma_{тг} - \sigma_{тж} - \sigma_{жг}): \quad (3.11)$$

В некоторых случаях значительные изменения движущей силы растекания вызывают другие факторы: уменьшение потенциальной энергии капли при понижении ее центра тяжести, изменение поверхностных натяжений вследствие химических и физико-химических взаимодействий между веществами, которые участвуют в смачивании.

В зависимости от природы движущих сил различают неравновесное и равновесное (квазистатическое) растекание.

При неравновесном растекании все три поверхностных натяжения на границах фаз не изменяются во время смачивания. Движущая сила определяется в основном уменьшением свободной поверхностной энергии системы при изменении площадей контакта между фазами. Краевые углы в каждый момент времени отличаются от равновесного.

При равновесном (квазистатическом) растекании хотя бы одно из поверхностных натяжений изменяется в результате какого-либо физико-химического процесса (адсорбции, растворения, химической реакции). Если эти изменения происходят относительно медленно, то краевые углы в каждый момент времени будут квазиравновесными, т. е. их значения определяются

термодинамическим уравнением Юнга (3.1), в которое входят поверхностные натяжения на границах фаз в этот же момент времени.

Сопротивление процессу растекания можно разделить на две составляющие: 1) сопротивление, которое сосредоточено непосредственно возле линии смачивания (кинетическое сопротивление); 2) сопротивление в объеме растекающегося лакокрасочного материала.

Кинетический режим реализуется на начальной стадии растекания, когда расстояние от места начального соприкосновения лакокрасочного материала с твердой поверхностью до линии смачивания невелико. При удалении периметра смачивания от центра капли возрастает сопротивление движению лакокрасочного материала и кинетический режим сменяется гидродинамическим. Вследствие кратковременности кинетического режима при его изучении необходимо применять высокоскоростную фоторегистрацию.

В технологических процессах отделки важно регулировать скорость растекания лакокрасочных материалов по поверхности древесины различными методами: ультразвуковых колебаний, использованием поверхностно-активных веществ, подогревом подложек, предварительным нанесением жидких грунтовок и т. д. Влияние этих воздействий зависит от природы лакокрасочного материала, свойств подложек и окружающей среды, а также от режима и механизма растекания.

Важным фактором, влияющим на скорость растекания, является микрорельеф твердой подложки. Поскольку движущая сила растекания растет с увеличением коэффициента шероховатости (3.7) и (3.10), можно ожидать, что на более шероховатых поверхностях скорость растекания будет больше, чем на гладких. Особое значение в этом случае приобретает ориентация микровыступов. Царапины, параллельные направлению течения лакокрасочного материала, ускоряют растекание, тогда как поперечные царапины вызывают его замедление. При хаотическом расположении царапин с глубиной 10 ... 20 мкм скорость растекания, как правило, увеличивается на 50 %.

Однако наблюдаются и противоположные эффекты — замедление растекания на шероховатых поверхностях по сравнению с гладкими. Вероятно, уменьшение средней скорости растекания связано с задержкой периметра смачивания возле микровыступов.

Регулирование скорости растекания нагревом лакокрасочного материала или подложки основано на том, что поверхностное натяжение лакокрасочного материала уменьшается при повышении температуры.

Создание постоянного градиента температуры на поверхности древесины вызывает различие поверхностного натяжения лакокрасочного материала в результате неравномерного его нагрева: у подложки температура выше, чем в верхнем слое. В результате на разных участках лакокрасочного материала возникает движущая сила растекания, которая пропорциональна градиенту поверхностного натяжения в данном слое. Поэтому возникает поток жидкости, смачивающей поверхность с опережением к основной массе растекающегося лакокрасочного материала. Этот эффект получил название термокапиллярного.

Явление, напоминающее термокапиллярный эффект, может быть реализовано при растекании одного лакокрасочного материала (J_1) по поверхности другого лакокрасочного материала (J_2).

Термодинамическое условие растекания одной жидкости по поверхности другой аналогично условию полного смачивания гладкой поверхности твердого тела (см. рис. 3.1):

$$\sigma_{ж2г} > \sigma_{ж1г} + \sigma_{ж1ж2}, \quad (3.12)$$

Где $\sigma_{ж1г}$, $\sigma_{ж2г}$ — поверхностные натяжения жидкостей на границе с окружающим воздухом; $\sigma_{ж1ж2}$ — поверхностное натяжение на границе раздела жидкостей.

Для анализа смачивания жидких поверхностей используют коэффициент растекания

$$S = \sigma_{ж2г} - \sigma_{ж1г} - \sigma_{ж1ж2}. \quad (3.13)$$

Можно также выразить коэффициент растекания через работу адгезии W_a и когезии W_k :

$$W = W_a - W_k.$$

Если коэффициент растекания $S = 0$, происходит полное смачивание: капля растекается по жидкой подложке. При $S < 0$ капля приобретает краевой угол, определяемый по уравнению

$$\cos \theta_0 = (\sigma_{ж_2г}^2 - \sigma_{ж_1г}^2 - \sigma_{ж_1ж_2}^2) / 2\sigma_{ж_1г}\sigma_{ж_2г}. \quad (3.14)$$

Поверхностное натяжение $\sigma_{ж_1ж_2}$ может значительно измениться во время контакта жидкостей, поэтому при определении коэффициента растекания обычно ориентируются на конечное состояние равновесия на межфазной поверхности раздела жидкостей, иначе говоря, определяют коэффициент растекания на конечной стадии S_K .

Для прогнозирования характера контактного взаимодействия жидкостей используется также критическое поверхностное натяжение жидкости-подложки $\sigma_{кр}$. Для этого устанавливают зависимость коэффициента растекания S от поверхностного натяжения жидкостей, относящихся к одному гомологическому ряду. Обычно при этом наблюдается линейная зависимость. Экстраполяция прямой этой зависимости до пересечения с прямой $S_K = 0$ (момент, соответствующий переходу от ограниченного смачивания к полному) дает значение a . Данную жидкую подложку полностью смачивают жидкости, поверхностное натяжение которых $\sigma_{жг} < \sigma_{кр}$. По этому методу нет необходимости в измерении краевых углов капель на поверхности жидкости, что бывает затруднительно, так как величина таких краевых углов невелика и можно найти значение $\sigma_{кр}$ для различных жидкостей-подложек.

Хотя термодинамические условия полного растекания для жидких и твердых подложек одни и те же, процессы растекания во многом различаются. Прежде всего, резко отличаются начальные условия контакта. В момент соприкосновения капли с жидкостью поверхность подложки может сильно прогнуться. Искривление подложки приводит к возникновению колебаний поверхностного слоя, амплитуда и частота которых зависит от поверхностного натяжения и вязкости жидкости-подложки.

Растекание лакокрасочных материалов по поверхности предварительно нанесенных на древесину жидких грунтующих составов реализуется в промышленности в технологическом процессе, получившем название "мокрое по мокрому".

Управление смачиванием лакокрасочных материалов с помощью поверхностно-активных веществ. Последние достижения в области физической химии привели к созданию новых научных направлений. Одно из них — это наука о получении материалов с нужными для технологии свойствами. Все большее значение при решении задач направленного изменения свойств материалов приобретают добавки — особого рода вещества, называемые поверхностно-активными веществами (ПАВ).

Основное свойство ПАВ (это выражено и в их названии) заключается в том, что молекулы их способны адсорбироваться на поверхности раздела фаз, снижая ее поверхностное натяжение. Большинство современных методов управления смачиванием в различных технологических процессах, в том числе и в технологии отделки, основано на применении соответствующих ПАВ.

Влияние ПАВ на смачивание определяется прежде всего способностью их резко изменить условия молекулярного взаимодействия контактирующих фаз, если предоставить поверхности возможность адсорбировать на себя слой ПАВ толщиной в одну молекулу. Тончайший мономолекулярный слой ПАВ образуется самопроизвольно) без всякой затраты работы извне. Молекулы ПАВ, как и молекулы любых веществ, находясь в состоянии непрерывающегося беспорядочного теплового движения, достигают данной поверхности, адсорбируются на ней, вызывая понижение свободной поверхностной энергии.

Равномерно распределяясь по поверхности, эти молекулы образуют мономолекулярный слой, достаточно плотный, если вещество имеется в достаточном, хотя и очень малом количестве. При этом концентрация, т. е. относительное содержание ПАВ в поверхностном слое, может быть очень велика при относительно небольшом количестве его в объеме окружающей среды.

Значительные изменения, которые могут происходить при покрытии поверхности слоем ПАВ, могут быть объяснены прежде всего природой самого ПАВ. ПАВ — обычно органические вещества, т. е. производные углеводородов. Молекулы таких веществ состоят из двух частей, противоположных по своей природе и свойствам. На одном конце молекулы находится полярная гидрофильная группа, которая является источником сильных молекулярных взаимодействий, а потому хорошо растворима в воде. Вторая часть молекулы образована достаточно длинной углеводородной (парафиновой) цепью, что указывает на неполярность этой части молекулы ПАВ, ее гидрофобность, практическую нерастворимость в воде.

Источником поверхностной активности является углеводородная цепь: чем она длиннее, тем выше поверхностная активность. Сама адсорбция при этом носит "пассивный" характер и сводится к выталкиванию углеводородной цепи (неполярной группы) молекулы из раствора.

Влияние ПАВ на смачивание во многом зависит от того, на какой поверхности раздела фаз, участвующих в смачивании, происходит их адсорбция. На практике встречаются следующие случаи.

1. Адсорбция на поверхности твердого тела осуществляется заранее, до соприкосновения подложки с лакокрасочным материалом. Предварительная адсорбция ПАВ на твердой поверхности может происходить из газа, но чаще адсорбируются ПАВ, растворенные в жидкости. Адсорбционные слои ПАВ могут резко изменить (модифицировать) поверхностные свойства подложки и соответственно изменить ее поверхностное натяжение. В результате может качественно измениться характер контактного взаимодействия данного материала со смачивающей жидкостью. Возможен, например, переход от смачивания (при контакте с необработанной поверхностью) к несмачиванию (после адсорбирования на нее слоя ПАВ). На практике этот метод управления смачиванием используется в тех случаях, когда по каким-либо причинам нельзя влиять заранее на поверхностные свойства жидкости.

2. Адсорбция ПАВ на поверхности лакокрасочного материала, происходящая до начала ее контакта с твердым телом. Для этой цели заранее растворяют ПАВ в лакокрасочном материале. В результате происходит снижение поверхностного натяжения лакокрасочного материала $\sigma_{тж}$ и как следствие изменение краевого угла при контакте раствора с твердым телом. Этот метод применяется в тех случаях, когда нельзя заранее изменить поверхностные свойства твердого тела.

2. Адсорбция веществ, растворенных в лакокрасочных материалах, на поверхности твердого тела во время смачивания. В результате изменяется межфазное поверхностное натяжение $\sigma_{тж}$. Адсорбция ПАВ из растворов на поверхности твердых тел весьма широко используется в технологии отделки.

Таким образом, влияние ПАВ на смачивание определяется в значительной мере физико-химическими закономерностями адсорбции ПАВ из растворов на поверхностях раздела фаз, участвующих в смачивании.

Как уже отмечалось, механизм действия ПАВ основан на "выталкивании" углеводородных участков молекул из растворов на поверхность. Поскольку для растворения ПАВ в лакокрасочной технологии используются органические растворители, то к ПАВ, естественно, предъявляются специфические требования. При адсорбции ПАВ из органических растворителей она носит уже не "пассивный" характер, а ПАВ активно притягивается к поверхности адсорбента. Несмотря на то, что общие закономерности адсорбции из раствора сохраняются, необходимо учитывать ряд особенностей. Основная из них заключается в том, что на твердой поверхности, наряду с молекулами растворенного ПАВ, могут одновременно адсорбироваться и молекулы растворителя. Другой осложняющий фактор — возможное взаимодействие молекул ПАВ и растворителя.

Важной задачей при использовании ПАВ в качестве модифицирующей добавки, улучшающей смачивание лакокрасочных материалов, является количественная оценка смачивающей способности ПАВ. Для решения этой задачи может быть использован способ оценки смачивающей способности по концентрации ПАВ и представления о критическом поверхностном натяжении смачивания $\sigma_{кр}$. При растворении ПАВ поверхностное натяжение на границе лакокрасочный материал — воздух постепенно уменьшается. Когда оно снизится до величины $\sigma_{тж} = \sigma_{кр}$, раствор будет полностью смачивать поверхность твердого тела, у которого критическое поверхностное натяжение смачивания равно $\sigma_{кр}$. Минимальная концентрация ПАВ, при которой достигается полное смачивание подложки, выбранной в качестве эталона, представляет количественную характеристику смачивающей способности ПАВ: чем ниже концентрация, тем эффективнее данное вещество влияло на смачивание. В рамках этой схемы переход от ограниченного смачивания (равновесный краевой угол $\theta > 0^\circ$) к полному смачиванию происходит потому, что при определенной концентрации, зависящей от природы ПАВ, на поверхности лакокрасочный материал — воздух формируется насыщенный мономолекулярный слой, в котором молекулы ПАВ ориентированы своими полярными группами в сторону жидкости, а неполярными углеводородными цепями направлены в сторону воздуха. Насыщенный монослой ПАВ вызывает своеобразную "гидрофобизацию" лакокрасочного материала. При контакте такого раствора с низкоэнергетической твердой поверхностью (покрытой грунтом древесиной) ориентация молекул ПАВ на поверхности

лакокрасочного материала не изменится. Поэтому поверхностное натяжение σ_a на границе раствора с твердой поверхностью может быть весьма малым: соприкасающиеся слои близки по своей молекулярной природе и в результате создаются условия для полного смачивания.

При использовании этого метода количественной оценки смачивающей способности органических ПАВ важно правильно подобрать эталонную твердую поверхность. Прежде всего надо обеспечить выполнение условия $\sigma_{кр} > \sigma_{жг(mjn)}$, где $\sigma_{жг(\tau,п)}$ - минимальное поверхностное натяжение, которое может быть достигнуто на границе жидкость — воздух при растворении данного ПАВ.

Таким образом, применение ПАВ позволяет изменить статические краевые углы. Вместе с тем ПАВ оказывает сильное влияние не только на конечные (статические) краевые углы, но и на скорость растекания лакокрасочных материалов по поверхности твердых тел. Необходимость в управлении скоростью смачивания возникает во многих случаях, особенно при использовании быстроотверждающих систем на основе лучистых видов энергии.

Влияние ПАВ на скорость смачивания можно объяснить снижением поверхностного натяжения лакокрасочного материала на границе с воздухом. Однако во многих случаях большую роль играют и другие физико-химические процессы (испарение ПАВ вблизи периметра смачивания, диффузия ПАВ из объема раствора к его поверхности), которые могут оказать значительное влияние на скорость смачивания.

Одной из проблем в технологии отделки является формирование тонких пленок при большой скорости их нанесения. Существенное влияние на процесс образования покрытия может оказать применение ПАВ, растворенных в растворителе, имеющем большую летучесть, чем основной растворитель. Если такие ПАВ ввести в лакокрасочные материалы и наносить их по методу "мокрое по мокрому" так, что первый слой жидкости по количеству будет значительно меньше второго, то скорость образования покровного слоя будет выше. Объясняется это тем, что концентрация ПАВ в первичной пленке уменьшается более резко (из-за малой ее толщины). Поэтому при одинаковой скорости испарения ПАВ поверхностное натяжение первичного слоя будет больше, чем вторичного. В результате возникающей разности в поверхностных натяжениях происходит течение слоя с большей скоростью, чем первого.

Тема 3.2. Адгезия. Природа адгезионных связей. Факторы, влияющие на адгезионную прочность покрытий. Внутреннее напряжение в покрытиях. Влияние внутренних напряжений в покрытиях на адгезионную прочность. Способы снятия напряжений.

Адгезия - это явление, возникающее при соединении разнородных материалов, приведенных в близкий контакт, для разделения которых следует приложить усилие. Когда два материала приведены в такой близкий контакт друг с другом, при котором могут взаимодействовать их поверхностные мономолекулярные слои, молекулы одного вещества определенным образом взаимодействуют с молекулами другого, испытывая взаимное притяжение. Силы этого притяжения называются **силами адгезии** или **адгезионными силами**. В отличие от **когезионных сил** (сил когезии), которые обуславливают взаимное притяжение молекул одного и того же вещества в его объеме.

Материал или слой, который наносят, чтобы получить адгезионное соединение, называют адгезивом. Материал, на который наносят адгезив, называется субстратом.

Адгезия встречается во многих случаях применения восстановительных материалов в стоматологии. Например, при соединении пломбы со стенками полости зуба, герметика и лака с зубной эмалью. При фиксации несъемных зубных протезов цементами. В ортодонтии на принципах адгезии крепятся брекеты к поверхности зубов. Адгезия присутствует и в комбинированных протезах, в которых стремятся придать восстановлению эстетические и функциональные свойства, а именно при использовании фарфора и металла в металлокерамических протезах, пластмассы и металла - в металлопластмассовых.

На схеме 3.1 представлена классификация адгезионных соединений, используемых в стоматологии.



Схема 3.1. Классификация видов адгезионных соединений в стоматологии

Следует подчеркнуть существенное различие между адгезионными соединениями восстановительных материалов с тканями живого организма и соединениями разнородных материалов, которые применяются в зубных протезах.

Различают несколько механизмов образования адгезионного соединения за счет различных типов адгезионных связей (классификация типов адгезионных связей дана на схеме 3.2).

Механическая адгезия заключается в заклинивании адгезива в порах или неровностях поверхности субстрата. Оно может происходить на микроскопическом уровне, как в случае соединения полимера с протравленной эмалью зуба, или на макроуровне, когда пластмассовая облицовка наносится на поверхность металлического каркаса, имеющего специальные захваты. Наглядным примером механической адгезии может служить фиксация несъемных зубных протезов неорганическим цементом, например цинк-фосфатным цементом.

Более прочного и надежного соединения можно достигнуть с помощью химической адгезии. Она основана на химическом взаимодействии двух материалов или фаз, составляющих адгезионное соединение. Такой тип адгезии присущ водным цементам на полиакриловой кислоте, в которой присутствуют функциональные группы, способные образовывать химическое соединение с твердыми тканями зуба, прежде всего с кальцием гидроксилapatита.



Схема 3.2. Типы адгезионных связей

Диффузионное соединение образуется в результате проникновения структурной фазы или компонентов одного материала в поверхность другого с образованием «гибридного» слоя, в котором содержатся обе фазы.

На практике трудно найти случай адгезионного соединения, в котором в чистом виде был бы представлен какой-либо из перечисленных механизмов адгезии. В большинстве случаев при

использовании материалов различной химической природы для восстановления зубов имеет место адгезионное взаимодействие и механического, и диффузионного, и химического характера.

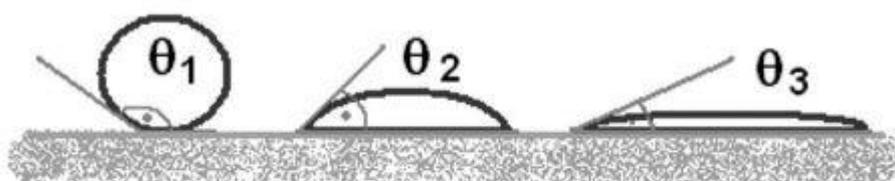
Условия создания прочного адгезионного соединения:

1. Чистота поверхности, на которую наносят адгезив. На поверхности субстрата не должно быть пыли, посторонних частиц, адсорбированных монослоев влаги и других загрязнений.

2. Пенетрация (проникновение) жидкого адгезива в поверхность субстрата. Пенетрация зависит от способности адгезива смачивать поверхность субстрата.

Смачивание характеризует способность капли жидкости растекаться на твердой поверхности. Мерой смачивания является контактный угол смачивания (Θ), который образуется между поверхностями жидкого и твердого тел на границе их раздела (рис. 3.6).

КОНТАКТНЫЙ УГОЛ СМАЧИВАНИЯ – критерий адгезии



| | |
|-------------------------|-------------------------------|
| $\theta_1 > 90^\circ$ | отсутствие смачивания |
| $\theta_2 < 90^\circ$ | удовлетворительное смачивание |
| $\theta_3 \ll 90^\circ$ | хорошее смачивание |

Рис. 3.6. Контактный угол смачивания

При полном смачивании контактный угол равен 0° . Малые значения контактного угла характеризуют хорошее смачивание. При плохом смачивании контактный угол больше 90° . Хорошее смачивание способствует капиллярному проникновению и говорит о сильном взаимном притяжении молекул на поверхностях жидкого адгезива и твердого тела-субстрата.

Образование сильных химических связей на поверхности раздела существенно увеличит количество мест прикрепления одного материала к другому. Предполагается, что именно так происходит между фарфоровой облицовкой и оксидом олова, нанесенным на поверхности сплавов с большим содержанием благородных металлов.

3. Минимальная усадка и минимальные внутренние напряжения при твердении (отверждении) адгезива на поверхности субстрата.

4. Минимально возможные термические напряжения. Если адгезив и субстрат имеют различные коэффициенты термического расширения, то при нагревании этого соединения клеевой шов будет испытывать напряжение. Например, на металлический каркас нанесена фарфоровая облицовка в процессе обжига фарфора при высокой температуре, а затем металлокерамический протез охладили до комнатной температуры. Если для этой пары подобраны материалы с близкими коэффициентами термического расширения, то возникающие при этом напряжения в слое фарфора будут минимальными.

5. Возможное влияние коррозионной среды. Присутствие воды, способствующих коррозии жидкостей или паров часто приводит к ухудшению адгезионной связи. Среда полости рта с ее высокой влажностью, присутствием слюны, пищевых продуктов, изменчивым pH, непостоянной температурой и наличием микрофлоры признана агрессивной. Это оказывает значительное влияние

на надежность и долговечность адгезионных соединений восстановительных материалов в полости рта.

Об адгезии обычно судят по величине адгезионной прочности, т.е. по сопротивлению разрушению адгезионного соединения. Как следует из определения адгезии, достаточно измерить приложенное усилие для разделения составляющих адгезионную пару материалов, чтобы определить прочность данного соединения. Однако не так просто достигнуть того, чтобы измеренное усилие разделения склеенной пары численно соответствовало именно адгезионной прочности. Поэтому так много методов предложено для измерения различных адгезионных соединений, применяющихся в стоматологии. При всем многообразии вариантов в них присутствуют только три механизма разрушения: при растяжении, сдвиге и неравномерном отрыве.

При испытании адгезионного соединения обязательно обращают внимание на характер разрушения. Различают адгезионное (адгезионный отрыв) и когезионное разрушение. Очевидно, что поверхность разрушения проходит по наиболее слабому звену соединения.

Адгезионная прочность - многофакторный показатель, зависящий от природы полимера и субстрата и условий формирования покрытия. Наиболее высокой адгезионной прочностью обладают покрытия из мономерных и олигомерных пленкообразователей, превращаемые в полимерное (трехмерное) состояние непосредственно на подложке. Мономеры и олигомеры в ряде случаев способны хемо - сорбироваться на поверхности металлов; последующая их полимеризация или поликонденсация приводит к образованию привитых полимеров, химически связанных с металлом. В случае полимеров нередко отмечается корреляция между адгезионной прочностью и когезией материала пленки.

Адгезионная прочность возрастает с увеличением в пленкообразователе содержания полярных функциональных групп ($-\text{OH}$, $-\text{COOH}$, $-\text{CO}_2\text{N}$, $-\text{CO}_2\text{R}$, $-\text{OSO}_2\text{R}$), энергия когезии которых составляет 25-65 кДж/моль. Она зависит от фазового и физического состояния материала пленки. Аморфные пленкообразователи образуют более адгезионнопрочные покрытия, чем кристаллические. В ряду кристаллических полимеров адгезионная прочность падает с уменьшением критического поверхностного натяжения; она также тем меньше, чем выше степень кристалличности ее. Например, для полиолефиновых покрытий получены следующие значения адгезионной прочности на алюминии:

A, % A, Н/м

ТОС о "1-5" h z Полиэтилен высокого давления 62 210

Сополимер этилена с пропиленом (СЭП-10) 77 170

Полиэтилен среднего давления 93 160

Наиболее низкую адгезионную прочность имеют покрытия из

Фторопластов, пентапласта, полиэтилена, поливинилхлорида, сополимеров винилхлорида, критическое поверхностное натяжение которых не превышает 30 мДж/м². Для ее повышения проводят модификацию этих полимеров: смешивают с адгезионноактивными олигомерами и мономерами (эпоксидными, эпоксидно-новолачными, эпокси-сидно-фурановыми, алкидными, диаллилфталатом, полиимидокислотами, каучуками и др.), прививают мономеры, окисляют путем химического, теплового или радиационного воздействия.

Пластификаторы, пигменты и наполнители по-разному влияют на адгезионную прочность покрытий. В большинстве случаев зависимость адгезионной прочности от концентрации пластификаторов имеет максимум, особенно если используют полярные пластификаторы и полимеры. Экстремальная точка приходится на концентрацию пластификатора, при которой T_c материала пленки близка к комнатной.

Увеличение адгезионной прочности - результат адсорбции пластификатора на активных центрах твердой поверхности и изменения ее природы, а также снижения внутренних напряжений в покрытии.

Одновременно встречаются случаи и уменьшения прочности адгезионных связей. Такое явление имеет место, когда пластификаторы вводят в адгезионноактивные олигомерные составы (эпоксидные, полиэфирные и др.) в больших количествах.

Введение наполнителей, как правило, положительно сказывается на адгезионной прочности покрытий. Так, многие металлы, оксиды металлов, тальк, аэросил, микроасбест, введенные в допустимых пределах, увеличивают адгезионную прочность эпоксидных, полиуретановых,

пентапластовых и фторопластовых покрытий. Отмечается рост адгезионной прочности покрытий, получаемых из порошков полиэтилена, полипропилена, сополимеров этилена при добавлении 5-10 % оксида хрома, талька, оксида алюминия.

По данным М. М. Калниня, адгезионный эффект ($A - A_0$) в случае покрытий, формируемых при нагревании, зависит от объемного содержания V и сорбционной способности P наполнителя по отношению к продуктам термоокислительной деструкции полимеров:

$$A - A_0 = KUP,$$

Где K - постоянная, зависящая от природы полимера и наполнителя.

Более высокую адгезионную прочность наполненных покрытий по сравнению с ненаполненными объясняют усилением полимеров в адгезионном слое, каталитическим влиянием на процессы структурирования и окисления, уменьшением термических напряжений, направленным изменением структуры пленки. Следует иметь в виду, что тот или иной наполнитель, увеличивая адгезионную прочность одного пленкообразователя, может оставлять без изменения или ухудшать адгезионную прочность другого; в избирательном действии наполнителей немаловажное значение имеет и природа подложки.

Роль субстрата в адгезионном взаимодействии так же значительна, как и роль материала пленки. Наибольшую трудность представляет получение адгезионнопрочных покрытий на гладких непористых субстратах (металлы, стекло), а также материалах с низкой поверхностной энергией (некоторые полимеры). По адгезионной активности различные металлы ведут себя по-разному. Адгезионная прочность, как правило, уменьшается в ряду:

Медь > Углеродистая сталь > Легированная сталь > Алюминий >> Цинк > Олово > Свинец

Прочность связи пленка - подложка определенным образом зависит от атомного объема металла: чем он выше, тем прочность связи меньше. Наибольший атомный объем (отношение атомной массы к плотности материала) $18,2 \cdot 10^{-6}$ м³ имеет свинец. Практически нет покрытий, которые бы удовлетворительно удерживались на неподготовленной должным образом поверхности свинца. Причина низкой адгезии покрытий к ряду металлов (свинец, алюминий, цинк) кроется в слабой когезионной прочности оксидов этих металлов. В результате отслаивание пленок происходит преимущественно по оксидному слою. Модификация поверхности субстратов с целью улучшения их смачивания лакокрасочными материалами, как правило, благоприятно сказывается на повышении адгезионной прочности покрытий.

Поскольку в осуществлении прочной адгезионной связи важное значение имеют процессы микрореологического затекания жидкого адгезива в микропоры и трещины подложки, важным фактором в обеспечении адгезии является шероховатость поверхности. Механическое зацепление резко усиливается, если поверхность металла подвергнуть абразивной обработке, фосфатированию, оксидированию и т. д., а лакокрасочный материал применить с пониженной вязкостью.

Адгезия непосредственно связана с условиями формирования покрытий. Повышение температуры и длительности нагревания благоприятствует адгезии, она, однако, ухудшается, если тепловое воздействие приводит к деструкции материала пленки. Поэтому в отношении

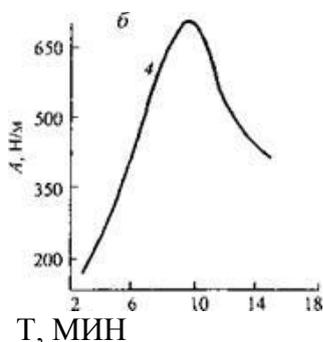


Рис. 3.7. Зависимость адгезионной прочности полимерных покрытий от продолжительности формирования при 220 °С (б) на стальной поверхности:

1 - поливинилбутираль; 2 - поликапроамид; 3 - пентапласт; 4 - сэвilen **106**

Адгезионных свойств для каждого покрытия существуют оптимальные температурные режимы пленкообразования (рис. 3.7). Под воздействием внешней среды (воздух, инертные газы, вакуум) изменяется степень окисления и трехмерного превращения покрытий, что сказывается на их

адгезионной прочности. Обычно на воздухе формируются более адгезионнопрочные покрытия, чем в инертной среде, однако превышение оптимального значения степени окисления отрицательно влияет на адгезионную прочность. Адгезионная прочность зависит от режима охлаждения покрытий, особенно если их получают из расплавов кристаллических полимеров. Ниже показано влияние скорости охлаждения на адгезионную прочность полиэтиленовых покрытий к алюминию:

Скорость охлаждения, °С/мин 1,5 8 16 40 500

Адгезионная прочность, Н/м 160 220 274 527 1300

Аналогичное явление имеет место и в случае других полимеров (полипропилен, пентапласт), кристаллическая структура которых подвержена изменениям при закалке.

Эффективные пути увеличения адгезионной прочности - радиационное воздействие и применение магнитного и ультразвукового полей. Обработке могут быть подвергнуты как исходные композиции (жидкие или порошковые краски) перед нанесением на поверхность, так и покрытия в момент формирования. В последнем случае, варьируя дозу облучения, время и интенсивность УЗ-воздействия, напряженность магнитного поля, можно получать покрытия (эпоксидные, эпоксидно-фурановые, полиэтиленовые и др.) с адгезионной прочностью, превосходящей в несколько раз прочность необработанных покрытий.

Раздел 4. Способы нанесения жидких лакокрасочных материалов.

Тема 4.1. Классификация методов нанесения. Нанесение жидких лакокрасочных материалов способом распыления. Пневматическое распыление, безвоздушное распыление, распыление в электрическом поле токов высокого напряжения.

Лекция проводится в форме дискуссии (2 часа)

Классификация методов нанесения

Нанесение отделочных материалов на поверхность изделия при формировании защитно-декоративных покрытий может осуществляться различными методами. При изготовлении изделий из древесины применялись только ручные методы нанесения лакокрасочных материалов полировочным и лакировочным тампонами и кистью. Получил распространение также такой универсальный метод нанесения, как пневматическое распыление с использованием ручных пистолетов-распылителей.

Применение новых лакокрасочных материалов и принципиально новых технологических процессов отделки (например, напрессовывание или наклеивание облицовочно-отделочных пленок) потребовало разработки высокопроизводительных механизированных и автоматизированных методов формирования покрытий. Этому в значительной мере способствовал переход на отделку изделий из древесины в деталях и узлах.

В 50-е годы были разработаны такие эффективные методы нанесения лакокрасочных материалов, как распыление в электрическом поле, облив лаковой завесой, струйный облив. Широко стали применять метод нанесения валками (вальцами). Облицовочно-отделочные пленки стали наносить в одноэтажных прессах и установках для кэширования.

При всем многообразии известных методов выбор того или иного метода нанесения производят, исходя из свойств применяемого отделочного материала, а также размеров и конфигурации отделяемых поверхностей. Основное внимание при этом обращается на возможность механизации и автоматизации процессов, повышение производительности труда, снижение потерь материалов, уменьшение энергетических и других затрат, повышение качества покрытий.

Существующий набор методов позволяет наносить любые жидкие и порошковые лакокрасочные материалы в непрерывном и периодическом режимах на изделия и объекты различных форм и размеров. При этом до минимума сократилась длительность нанесения и резко возросла производительность труда.

Все известные методы нанесения жидких, порошковых и пленочных материалов на твердую поверхность основаны на следующих четырех принципах: 1) превращения их в аэрозоли с последующим осаждением и коагуляцией в тонком слое; 2) смачивания поверхности (адсорбция);

3. отложения (осаждения) вещества из жидкой среды (раствора или дисперсии) при воздействии электрического тока, нагревания и т.д.;

3. адсорбции из газовой или паровой фазы.

К первой наиболее распространенной группе методов относятся пневматическое, безвоздушное (механическое и гидравлическое) и электростатическое распыление. Общим для всех этих методов является то, что жидкий лакокрасочный материал предварительно диспергируют и переводят в состояние аэрозоля. От свойств аэрозоля и оттого, насколько он полно осаждается и коагулирует на поверхности, зависят экономические показатели процесса и качество получаемых покрытий.

Во вторую группу методов входят окунание, облив (налив), окраска валиками (вальцами) и в барабанах, протягиванием через фильер (экструзия), кистями, шпателем, тампоном, прессованием, накатом (кэшированием) и другими приспособлениями. Для их осуществления необходим прямой контакт твердой поверхности и лакокрасочного материала и возможно более полное взаимодействие (смачивание).

К третьей и четвертой группам относятся сравнительно новые методы: электро- и автоосаждение и электрополимеризация, полимеризация в тлеющем разряде, инициированная полимеризация мономеров из паровой фазы и др. В этих случаях процесс нанесения (осаждения) моно- или олигомерного пленкообразующего вещества совмещается с процессом его химического превращения, приводящего к образованию покрытия. В отдельных случаях процессы нанесения и отверждения (осушки) материалов не могут быть четко разделены как во времени, так и в аппаратурном оформлении. Третья и четвертая группы методов нашли применение в основном при отделке металлов. Применение некоторых из этих методов для нанесения лакокрасочных материалов надоев си ну не вышло пока за пределы лабораторных исследований.

Все методы нанесения лакокрасочных материалов разделяются на ручные и механизированные. Первые используют при единичном производстве в промышленности, строительстве и быту, когда объем работ мал и по соображениям экономики нецелесообразно применять механизированные средства нанесения. Механизированные методы распространены в промышленности и строительстве, в условиях массового поточного и серийного производства.

В производстве мебели выделены группы сложности отделяемых поверхностей, определяющие выбор методов нанесения лакокрасочных материалов. В основу классификации положены конструктивные признаки изделий и размеры поверхностей, влияющие на величину технологических потерь при нанесении лакокрасочных материалов.

Рекомендации по выбору методов нанесения жидких лакокрасочных материалов приведены ниже.

Для ручного нанесения шпатлевок на плоские и профильные поверхности используют шпатели, лаков, красок и грунтовок на любые изделия — кисти, лаков и растворов красителей на любые поверхности — тампоны, эмалей и красок на плоские поверхности — валики.

На любые изделия лаки, краски и эмали наносят пневматическим или безвоздушным распылением, а на изделия решетчатой конструкции лаки и эмали наносят распылением в электрическом поле.

На плоские поверхности растворы красителей наносят эластичными пальцами, а грунтовки, шпатлевки, печатные краски, лаки и эмали — обрезиненными вальцами.

На плоские и слегка выпуклые поверхности лаки и краски наносят обливанием плоской струей (завесой), а на изделия решетчатой и объемной конструкции — обливанием из форсунок с последующей выдержкой в парах растворителей (струйный облив).

На изделия и детали обтекаемой формы грунтовки, краски, лаки, растворы красителей наносят окунанием в ваннах, а на мелкие детали — последующим центрифугированием.

На детали постоянного сечения лаки и эмали наносят экструзией через фильеры, а на детали шарообразной формы грунты, краски и лаки — во вращающихся барабанах.

Под нанесением пленочных материалов следует понимать напрессовывание или наклеивание отделочных пленок на поверхности деталей, в основном из древесностружечных или древесноволокнистых плит. Наносить пленочные материалы можно также на полноформатные древесностружечные и древесноволокнистые плиты, а на детали (изделия) сложной формы — отделочные пленки, обладающие достаточной эластичностью.

При нанесении на поверхность древесных материалов отделочных пленок можно рассматривать два принципиально различных случая: 1) отделочная пленка обладает собственной адгезией к древесной подложке; 2) отделочная пленка адгезией к древесной подложке не обладает или ее адгезия недостаточна.

Чтобы пленка приклеивалась к древесной подложке за счет собственных сил адгезии, необходимо смачивать материалом пленки поверхность подложки для полного контакта обоих материалов и проявления сил адгезии. Если пленка способна плавиться, такое смачивание и контакт могут быть достигнуты напрессовыванием пленки на поверхность древесных материалов в горячем прессе. Такими свойствами обладают пленки, пропитанные резольными олигомерами с частичной их поли конденсацией — ламинаты, а процесс их напрессовывания называют ламинированием.

В настоящее время существуют два способа ламинирования: 1) классический, предусматривающий напрессовывание пленок в многоэтажных прессах (12 ... 20 этажей) с охлаждением облицованной плиты в прессе; 2) короткотактовый, предусматривающий напрессовывание пленок в одноэтажных прессах с коротким циклом прессования без охлаждения плит пресса.

Режим ламинирования древесностружечных плит

Давление прессования, МПа 2,0 ... 2,5/2,0

Температура, С:

прессования 140 ... 160/160 ... 180

охлаждения 50 ... 70/—

Продолжительность цикла, мин 10 ... 15/1,5 ... 2,0

Примечание. В числителе — для многоэтажных прессов, в знаменателе — для одноэтажных прессов.

При напрессовывании в многоэтажных прессах в результате охлаждения стабилизируется поверхность пленочного покрытия после горячего прессования и при наличии металлических прокладок (поддонов) с полированной поверхностью можно получить высокоглянцевые отделанные поверхности.

В одноэтажных прессах пленки напрессовываются при более высоких температурах и без охлаждения. Вследствие этого после раскрытия пресса в поверхностном слое пленочного покрытия возникают напряжения, приводящие к образованию микрокеровностей, обуславливающих получение матовой или полу глянцевого отделанной поверхности.

Примерный технологический режим прессования при ламинировании показан на рис. 4.1, из которого ясно видно различие режимов при использовании многоэтажных и одноэтажных прессов.

Ламинирование производится преимущественно на древесностружечных плитах, к которым предъявляются различные требования в зависимости от того, в каких прессах производится напрессовывание пленок. В многоэтажных прессах плиты подвергаются длительному воздействию тепла и давления, что может приводить к значительной их упрессовке и как следствие потере их прочности. В связи с этим в многоэтажных прессах ламинируют древесностружечные плиты плотностью 650 ... 800 кг/м³.

В одноэтажных прессах древесностружечные плиты подвергаются значительно меньшему воздействию тепла из-за краткости цикла прессования и практически не дают упрессовки, поэтому в одноэтажных прессах можно ламинировать плиты плотностью менее 650 кг/м³.

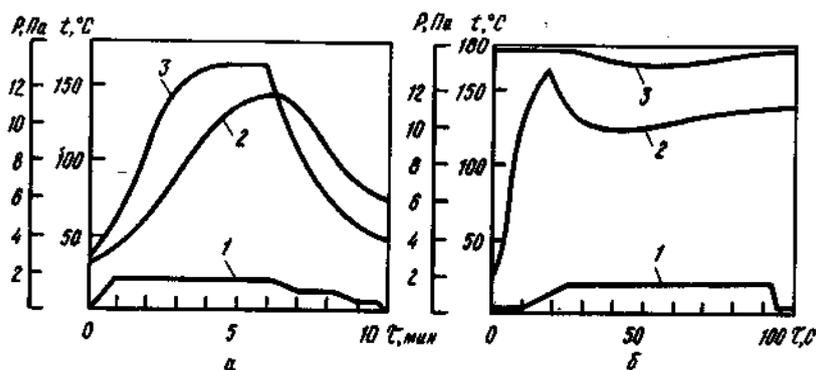


Рис. 4.1. Диаграмма процесса прессования:

а — в многоэтажном прессе; б — в одноэтажном прессе; 1 — удельное давление прессования; 2 — температура пленки; 3 — температура плит пресса

Высокие требования предъявляются к качеству поверхности древесностружечных плит, используемых при ламинировании. Особенно это касается ламинирования в одноэтажных прессах, где покрытие формируется только одним слоем пленки-ламината (рис. 4.2, б"), при изготовлении которой используют бумаги массой 80 г/м².

При ламинировании в многоэтажных прессах (рис. 4.2, а) под декоративную пленку укладывается пленка-подслой, назначение которой состоит в закрытии структурных неровностей древесностружечной плиты. Проявление неровностей на ламинируемой поверхности также снижается за счет высокой текучести меламиноформальдегидного олигомера декоративных пленок, наличия полированной прокладки и охлаждения плит в прессе, приводящего к стабилизации пленочного покрытия.

Степень проявления неровностей древесностружечной плиты на ламинированной поверхности составляет при прессовании в одноэтажных прессах — 20- .. 25 %, в многоэтажных прессах — 10 ... 15 %.

В общем виде неровности ламинированной поверхности можно определить следующим образом:

$$R_{m \text{ макс лам}} = a + bR_{m \text{ макс пл}} \quad (4.1)$$

где a и b — коэффициенты, учитывающие вид покрытия и режим прессования.

На качество ламинирования в значительной степени влияют разнотолщинность и влажность плит. Разнотолщинность плит не должна превышать $\pm 0,15$ мм, влажность 8 %.

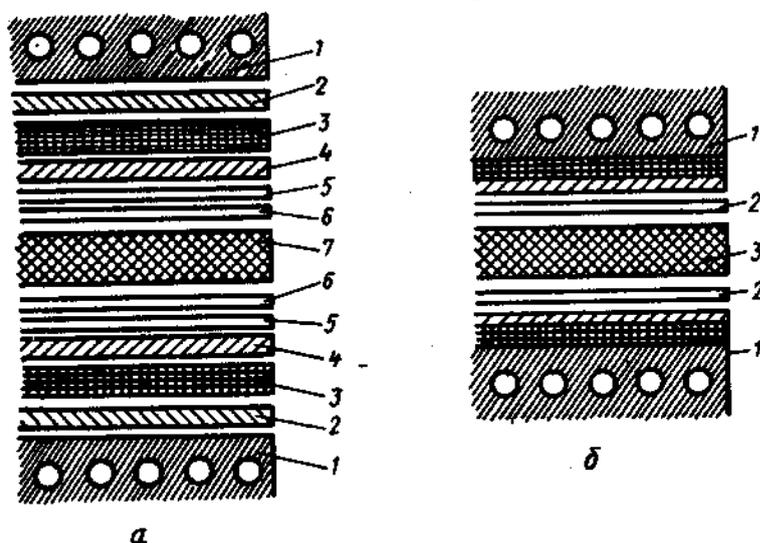


Рис. 4.2. Схемы формирования пакетов: а — в многоэтажном прессе: 1 — плита пресса; 2 — дюралюминиевый лист; 3 — амортизационная прокладка (20 .. 25 листов бумаги или асбестовый лист); 4 — полированный или шероховатый стальной лист; 5 — декоративная пленка; 6 — пленка-подслой; 7 — древесностружечная плита;

б — в одноэтажном прессе; 1 — плита пресса со стальным листом и амортизационной подушкой; 2 — декоративная пленка; 3 — древесностружечная плита

Разнотолщинность особенно сильно может проявляться при прессовании в одноэтажных прессах в виде недопрессовок. Концентрация водородных ионов (рН) древесностружечных плит при ламинировании не должна быть менее 6, так как в противном случае вследствие ускоренного отверждения олигомера в пленке и понижения ее текучести в пленочном покрытии могут появиться различные дефекты. Нанесение листовых пленок с полной поликонденсацией олигомера — синтетического шпона принципиально мало чем отличается от облицовывания плитных материалов древесным строганым шпоном в одно- и многоэтажных прессах. Необходимо лишь учитывать, что толщина синтетического шпона 0,15 .. 0,2 мм против 0,6 .. 0,8 мм строганного шпона.

В связи с этим повышаются требования к шероховатости древесных плит. Для облицовывания должны применяться многослойные плиты с поверхностями, сформированными из мелких фракций древесных частиц (древесной пыли, шлифовальной стружки и т.п.). Если* же древесные плиты имеют неровности, не соответствующие установленным требованиям, то поверхности перед нанесением синтетического шпона подвергают шпатлеванию. В основном для этой цели проводят сплошное шпатлевание.

Синтетический шпон приклеивается теми же клеями, что и строганный шпон и при тех же режимах прессования в одно- и многоэтажных прессах. Чаще пользуются одноэтажными прессами.

Для уменьшения просадки пленочного покрытия и возможности появления неровностей отшлифованной поверхности в связи с меньшей толщиной синтетического шпона рекомендуется применять так называемые наполненные клеи, т. е. клеи с наполнителями. В качестве наполнителей могут использоваться различные минеральные порошки, например каолин. В клеи для повышения вязкости и структурирования также вводится поливинилацетатная дисперсия. Длительность прессования примерно та же, что и при облицовывании строганным шпоном, за счет применения наполненных клеев.

Наиболее прогрессивной технологией нанесения пленочных материалов является непрерывное облицовывание поверхности накатыванием и приклеиванием в вальцовых прессах. Этот метод принято называть кэшированием (от французского *cacher* — прятать, скрывать). Методом кэширования наносят рулонные пленочные материалы на поверхности с предварительно нанесенным клеем. Кэширование может быть условно разделено на холодное, теплое и горячее. Существует большое разнообразие технологий кэширования в зависимости от вида пленочных и клеевых материалов.

Холодное кэширование применяется в основном для нанесения пленок ПВХ с применением клеев холодного отверждения. Для этих целей можно использовать каучуко-латексные клеи (ДММА-65-1ГП, Ж-3) и сопол и мерные дисперсии (Тивокол 4360). Отверждение их происходит при длительной выдержке щитов в стопе. Щиты, как правило, выдерживают некоторое время (30...60 мин) в подпрессованном состоянии при удельном давлении 0,35 . . . 0,4 МПа. До механической обработки щиты выдерживают в течение 8 ... 24 ч в зависимости от поглощающей способности подложки, типа клея и температурных условий цеха.

Теплокэширование предусматривает предварительный нагрев поверхности щита (40...60 °С) перед нанесением клея. Аккумулированное при этом тепло способствует более быстрому удалению части летучих из клея. При этом вязкость нанесенного слоя возрастает и повышается начальная адгезия его к пленке. При теплом кэшировании адгезия достигает такого уровня, который позволяет исключить операцию подпрессовки стоп щитов и проводить автоматическую укладку. Длительность технологической выдержки щитов в стопах до 1,5 ... 2 ч. Теплое кэширование можно применять для облицовывания пластей щитов пленками ПВХ и на основе пропитанных бумаг с помощью клеев холодного отверждения.

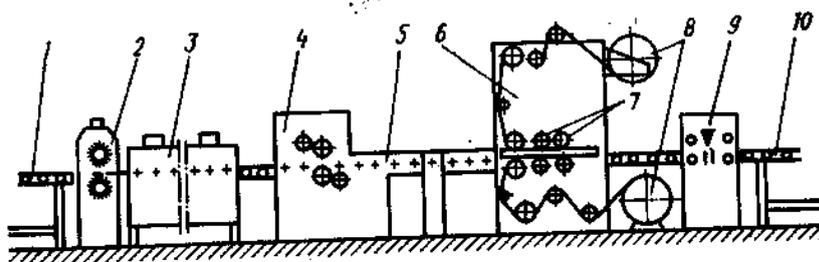


Рис. 4.3. Схема линии кэширования: 1 — роликовый конвейер; 2 — щеточный станок; 3 — камера предварительного обогрева; 4 — клеенаносящий станок; 5 — конвейер выдержки; 6 — облицовочный (кашировальный) станок; 7 — прикатывающие валы; 8 — рулоны бумаги; 9 — отрезное устройство; 10 — приемный роликовый конвейер

Горячее кэширование — термокаширование отличается тем, что накатывание пленочного материала и прессование облицовываемой поверхности проводится вальцами, нагретыми до температуры выше 200 °С. Этим способом наносят рулонные пленки на основе пропитанных бумаг с использованием клеев на основе карбамидоформальдегидного олигомера, дисперсий ПВА и клеев-расплавов.

Существуют различные варианты выполнения термокаширования. При сухом способе применяют пленки с заранее нанесенным слоем клея. В этом случае клей на линии кэширования не наносят. Мокрый способ осуществляется с применением жидких клеев, которые наносят на поверхность щитов, выдерживают, а затем активируют под действием теплового источника (в современных линиях — коротковолновые светлые ИК-излучатели). При активации клеевого слоя нагревание поверхности щитов перед нанесением клея не проводят. При использовании

двухкомпонентных клеев один компонент (основу клея) наносят на поверхность щита, другой (отвердитель) на поверхность пленки. На рис. 4.3 показана схема линии каширования. Разновидностью термокаширования являются способы облицовывания рулонными пленочными материалами в двухленточном прессе и прессе с коротким циклом прессования (метод "квикстеп"). Эти способы обеспечивают более высокую надежность приклеивания пленок за счет увеличения длительности прессования и возможности применения кроме ПВА-клеев терморезактивных карбамидных клеев.

Тема 4.2. Струйный облив, облив с последующей выдержкой в парах растворителей, облив с помощью лаковой завесы (налив), окунание, протягивание через ванну закрытого типа, вальцовый способ.

Окунание и облив – наиболее простые и издавна применяемые способы окрашивания. Они позволяют наносить различные лакокрасочные материалы и получать покрытия достаточно хорошего качества при использовании простого оборудования. Окуная изделие в лакокрасочный материал, или обливая им изделие, удастся прокрашивать практически все участки поверхности, в том числе и скрытые от глаза человека, что не достигается с помощью других способов.

Окунание и облив применяют главным образом для получения грунтовочных и однослойных покрытий на изделиях разной сложности небольших и средних размеров. Они используются во многих отраслях промышленности (автомобильной, приборостроительной, сельскохозяйственном машиностроении и др.), поскольку позволяют механизировать и автоматизировать процессы окрашивания.

Недостатки способов: неравномерность толщины покрытий по высоте изделий, невозможность окрашивания изделий, имеющих карманы и внутренние полости, относительно большие потери лакокрасочных материалов, нередко доходящие до 20% и более. Многие из этих недостатков, однако, исключаются, если объектом окрашивания служат плоские изделия (деревянные щиты, металлические листы, рулонный материал), уложенные горизонтально. Лакокрасочный материал при этом наносят с помощью лаконаливных (лакообливочных) машин. Именно при окраске таких изделий, особенно щитовой мебели, нашел применение способ облива.

Уменьшение потерь лакокрасочных материалов и разнотолщинности покрытий при одновременном улучшении их декоративного вида достигается при выдержке свежеокрашенных изделий в парах растворителей. Этот способ, как разновидность способа облива, под названием струйный облив получил широкое распространение в промышленности. Аналогичным образом можно улучшить покрытия, нанесенные способом окунания. Другие разновидности способа окунания - окрашивание длинномерных изделий протягиванием и покрытием мелких изделий во вращающихся барабанах.

Окунание и облив в любых вариантах исполнения представляют особый интерес при нанесении водоразбавляемых лакокрасочных материалов в связи с возможностью организации поточных пожаробезопасных технологических процессов.

Основы способов. Принцип нанесения окунанием и обливом основан на смачивании окрашиваемой поверхности жидким лакокрасочным материалом удерживании его на ней в тонком слое за счет адгезии и вязкости материала. Качество и толщина покрытий при окрашивании окунанием и обливом определяются свойствами поверхности, а также структурно-механическими характеристиками наносимого материала.

Рассмотрим процесс нанесения жидкой краски путем окунания в нее изделия, например, плоской пластинки (рис. 4.4). Первоначальный акт – погружение изделия в жидкий материал, т. е. установление адгезионного контакта. В зависимости от вязкости материала и характера поверхности длительность этого процесса может составлять секунды или минуты. Одновременно с установлением контакта происходит адсорбционное взаимодействие жидкости с твердой поверхностью.

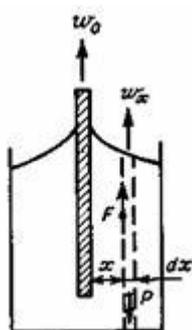


Рис. 4.4. Схема сил, действующих на жидкость при извлечении из нее изделия

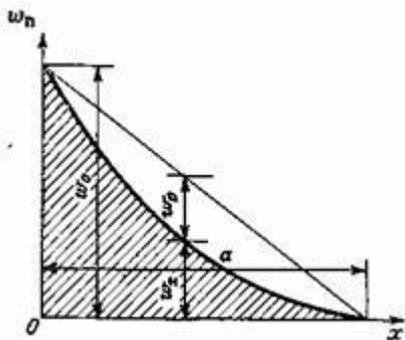


Рис. 4.5. Распределение скоростей в слое жидкости при извлечении из нее изделия

При извлечении изделия, например со скоростью w_0 , будет увлекаться не только слой адсорбированной жидкости; вследствие адгезии и внутреннего трения F движение будет передаваться параллельным слоям жидкости, но со скоростью w_p . Кроме силы F эти слои будут испытывать силы тяжести P , вызывающей опускание (стекание) жидкого материала со скоростью w_p . суммарная скорость движения каждого элементарного слоя w_x , находящегося на расстоянии x от поверхности изделий, т.о. будет равна:

$$w_x = w_0 - w_p. \quad (4.1)$$

При условии ламинарного движения и исключении силы тяжести скорость отдельных слоев изменяется равномерно по мере удаления от изделия на расстояние, и становится равной нулю. При этом зависимость $w_p = f(x)$ прямолинейна (рис. 4.5), а градиент скорости $dw_n/dx = \text{const}$.

В реальных условиях, когда воздействует сила тяжести P , характер зависимости изменяется, объем жидкости, извлеченной изделием, всегда меньше (на рис. 4.5 он показан в виде заштрихованной области).

Если принять ширину слоя за единицу, а толщину – за dx , то dV составит: $dV = w_x \times dx$, а объем всей жидкости, увлеченной таким изделием в единицу времени, будет равен:

$$V = \int_0^a w_x \times dx. \quad (4.2)$$

После извлечения изделия из жидкости часть ее стекает, и, если это нелетучая жидкость, то независимо от скорости извлечения на поверхности остается слой, толщина которого определяется вязкостью, плотностью и энергетическими факторами, взаимодействия жидкости с поверхностью твердого тела.

При окутании в лакокрасочные материалы процесс усложняется непрерывным изменением вязкости нанесенного на изделия слоя, вследствие чего стекание его замедляется, а затем и совсем прекращается.

Нетрудно убедиться, что толщина и степень неравномерности пленки будут тем больше, чем выше скорость извлечения изделия (рис. 4.6), вязкость лакокрасочного материала и скорость ее нарастания в момент стекания. Из низковязких материалов (20 с по ВЗ-4 и менее) формируются относительно тонкие покрытия с небольшим разбросом толщин по высоте изделия. Тот же эффект достигается при малых скоростях извлечения изделий из лакокрасочного материала – 0,1 м/мин и менее (рис. 4.7). Однако на практике это приводит к снижению эффективности окрашивания: с уменьшением вязкости материалов повышается расход растворителей и в ряде случаев появляется необходимость нанесения нескольких слоев покрытия. Уменьшение скорости извлечения изделий снижает производительность работы установок.

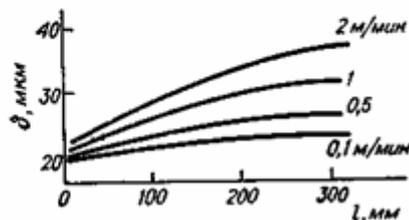
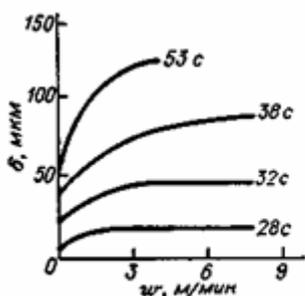


Рис. 4.6. Зависимость толщины δ покрытий из масляной краски от скорости w извлечения изделий из ванны при различной вязкости краски (по ВЗ-4) при 20°C

Рис. 4.7. Изменение толщины δ покрытий из нитратцеллюлозного лака по длине l изделия при различных скоростях извлечения его из ванны

При нанесении лакокрасочных материалов способом облива закономерности, свойственные окунанию сохраняются. Слой жидкости, подаваемой на единицу поверхности при обливе, в отличие от распыления, превосходит предельную толщину, при которой жидкость может удерживаться на вертикальных поверхностях за счет сил адгезии и внутреннего трения. Поэтому ее избыток обязательно стекает, оставляя на подложке неравномерный по толщине слой, а на нисходящей ее кромке – натеки в виде капель. Продолжительность стекания в основном определяется вязкостью лакокрасочного материала и скоростью испарения входящих в его состав растворителей и для разных типов лаков и красок составляет 5-15 мин.

Испарение растворителей можно замедлить или исключить, поместив изделие с нанесенным слоем лакокрасочного материала в атмосферу, содержащую пары растворителей в относительно высокой концентрации. В результате этого замедляется или прекращается нарастание вязкости и поверхностного натяжения лакокрасочного материала и создаются условия для его растекания и удаления избытка с поверхности (рис. 4.8). Изменяя вязкость исходного материала, концентрацию паров растворителя, продолжительность выдержки в нем окрашенных изделий, можно в широких пределах регулировать толщину получаемых покрытий, одновременно улучшая их равномерность (рис. 4.9).

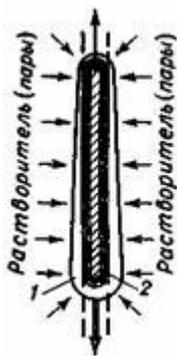


Рис. 4.8. схема выравнивания слоя лакокрасочного материала при воздействии паров растворителя: 1 - профиль покрытия при обычном окунании; 2 - профиль покрытия при окунании с выдержкой в парах растворителя

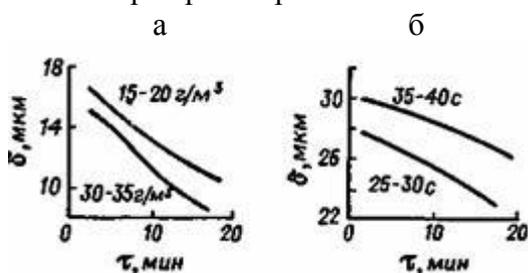


Рис. 4.9. Зависимость толщины алкидных покрытий от продолжительности выдержки в парах растворителей при вязкости лакокрасочного материала 20 с по ВЗ-4 и разной концентрации паров (а), концентрации паров растворителей 18 г/м³ и разной вязкости лакокрасочного материала

Как видно из рис. 4.9, толщина покрытия уменьшается тем интенсивнее, чем выше концентрация паров растворителей в паровой камере. Естественно, материалы с меньшей вязкостью формируют более тонкие покрытия. Опытным путем установлено оптимальное время выдержки покрытий в парах растворителей, при котором сохраняется достаточная толщина и одновременно обеспечивается удовлетворительная равномерность покрытий по высоте изделий. При вязкости лакокрасочных материалов 20-40 с по ВЗ-4 и концентрации паров растворителей 15-25 г/м³ это время составляет 8-14 мин.

Нанесение лакокрасочных материалов окунанием. Варианты окрашивания окунанием весьма разнообразны по аппаратурному и технологическому оформлению.

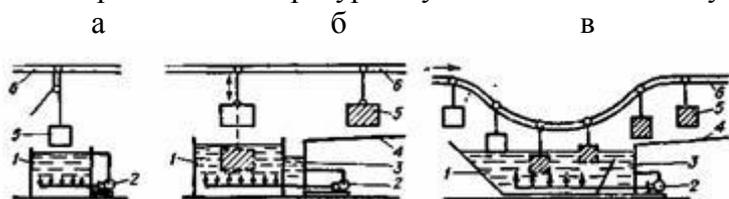


Рис.4.10. Схемы установок для окрашивания окунанием: а - с ручным погружением изделий; б - с погружением изделий на пульсирующем

конвейере с помощью опускного механизма; в - с погружением изделий на конвейере непрерывного действия;

1 - ванна; 2 - насос; 3 - карман; 4 - сточный лоток; 5 - изделие

В условиях мелкосерийного производства применяют стационарные ванны; изделия погружают в них с помощью подъемников, тельферов или вручную (рис. 4.10, а). Для предотвращения испарения растворителей в окружающую среду такие ванны, как правило, оборудуются бортовым отсосом. При массовом производстве изделия в ванну подают конвейером периодического или непрерывного действия (рис. 4.10, б, в), ванну же (стационарную или поднимающуюся) помещают в камеру, оборудованную вытяжной вентиляцией. Ванна непрерывного действия имеет сточный лоток для сбора стекающего с изделий лакокрасочного материала и насосов для перемешивания (в случае пигментированных составов). Перемешивание красок осуществляется их отбором из верхней части ванны или из кармана и подачи через трубу с отверстиями в нижнюю часть; кратность циркуляции материала 3-5 об/ч. Перемешивать краску в ванне можно также с помощью мешалок или сжатого воздуха; последний способ не распространен.

Окунание с выдержкой в парах растворителей проводится в ваннах, оборудованных паровым туннелем. В зависимости от габаритов окрашиваемых изделий объем ванн колеблется от нескольких литров до нескольких десятков кубических метров. Особенно большие по размеру ванны используют для окрашивания сварных конструкций, мачт электропередач, пола кузовов и кабин автомобилей, щитовых изделий. Ванны для окунания, имеющие объем 0,5 м³ и более снабжены аварийным сливом – трубой и подземным баком для эвакуации огнеопасного лакокрасочного материала в случае аварийной ситуации. Скорость движения конвейеров непрерывного действия при окрашивании окунанием обычно не превышает 2,5 м/мин.

Способом окунания можно наносить любые стабильные при хранении лакокрасочные материалы: битумные, глифталевые, пентафталевые, мочевино - и меламиноформальдегидные, эпоксидные и др. При окрашивании мелких изделий часто применяют нитратцеллюлозные лаки и эмали. Более удобными для нанесения окунанием являются непигментированные лакокрасочные материалы.

Окрашивание плоских изделий способом налива. Налив представляет собой разновидность способа облива, при котором лакокрасочный материал подается на плоские (или слегка изогнутые) горизонтально уложенные изделия в строго дозированном количестве. Дозирование предусматривает подачу на единицу поверхности одинакового количества материала, именно такого, при котором исключается его стекание и одновременно достигается хорошее разравнивание (растекание) на горизонтальной поверхности. С этой целью лак или краску наносят на поверхность в виде плоской струи (завесы), перекрывающей всю ширину изделия. Такую завесу можно получить, сливая жидкость через горизонтальный порог (плотину), или узкую щель в стенке или дне сосуда. Если завесу равномерно, с определенной скоростью пронести над изделием или изделие пропустить через завесу (что технически более удобно), то поверхность будет покрыта равномерным слоем лакокрасочного материала. На этом принципе основано лакирование и окрашивание многих видов изделий: щитовой мебели, древесностружечных и древесноволокнистых плит, картона, фанеры, дверных полотен, лыж, брусковых материалов и пр.

Отличительные особенности способа налива – высокая производительность, малые потери лакокрасочных материалов, возможность нанесения за один слой разных по толщине покрытий (до 300 мкм) – позволяют отнести его к наиболее перспективным способам окрашивания.

Для нанесения наливом применяют разные по конструкции лаконаливные машины. Принцип их работы понятен из рис.4.11.

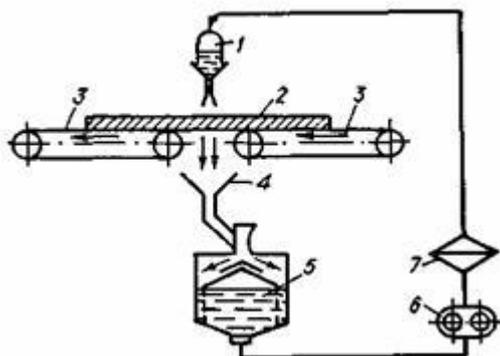


Рис. 4.11. схема работы лаконаливной машины: 1 - наливочная головка; 2 - покрываемое изделие; 3 - транспортирующие устройства; 4 - приемный лоток; 5 - отстойный бак; 6 - насос; 7 - фильтр

Лакокрасочный материал подается на изделие из наливочной головки. Не попавший на изделие материал (протяженность завесы обычно больше ширины изделия) стекает через приемный лоток в отстойный бак, откуда,

освободившись от пузырьков увлеченного им воздуха, вновь возвращается в цикл. Процесс осуществляется непрерывно. Окрашиваемые изделия перемещаются автоматически с помощью транспортирующих устройств. Наиболее ответственная деталь лаконаливных машин – наливочная головка. Она определяет профиль вытекающей струи и расход лакокрасочного материала. Нашли применение наливочные головки с донной щелью (наиболее распространенный тип), со сливной плотиной, со сливной плотиной и экраном; оптимальное расстояние от наливочной головки до изделия составляет 50-100 мм.

Регулирование подачи красок на изделия в лаконаливных машинах осуществляется путем изменения ширины щели, давления или объема поступающего в наливочную головку материала.

Толщину покрытий также можно изменять, меняя скорость движения транспортирующих изделие устройств. При окрашивании и лакировании мебельных изделий широко применяется лаконаливная машина ЛМ-3. Она имеет две наливочные головки и позволяет окрашивать как плоские части, так и кромки изделий шириной до 2,2 м скорость движения изделий можно варьировать в пределах 10-170 м/мин.

Лаконаливные машины (ЛМ-3, ЛМ-140-1, ЛМК-1 и др.) – весьма производительный и экономичный вид окрасочного оборудования. При автоматизированной подаче и съеме изделий с транспортера производительность по окрашиваемой поверхности может достигать десятков тысяч квадратных метров в час.

При нанесении способом налива принципиально нет ограничений в применении любых жидких материалов. Так как способ налива применяется в основном для отделки изделий из древесины, освоено нанесение в первую очередь мебельных лаков и эмалей нитратцеллюлозных (I) и полиэфирных (II). Ниже приводятся основные технологические параметры их нанесения:

| | I | II |
|---|---------|---------|
| Рабочая вязкость по ВЗ-4, с | 80 | 55-100 |
| Скорость движения изделия, м/мин | 60-90 | 50-80 |
| Средний расход материалов, г/м ² | 120-200 | 400-500 |
| Толщина однослойных покрытий, мкм | 25-40 | 200-300 |

Компоненты полиэфирных лаков смешивают непосредственно перед нанесением (в случае машин с одной головкой) или в процессе нанесения (при использовании машин с двумя наливочными головками). Способом налива можно наносить однослойные и многослойные, однородные и разнородные покрытия. При нанесении окрашивается только одна сторона изделия – верхняя. Если необходимо окрасить обратную сторону или торцы (кромки) изделий, их переворачивают и процесс повторяют. Наиболее часто встречающийся дефект покрытий – газонаполнение. Он возникает в результате попадания воздуха в струю краски или ее микродиспергирования при соприкосновении с быстродвижущейся поверхностью. Устранение этого и других дефектов достигается изменением параметров лакокрасочного материала (вязкости, поверхностного натяжения) и режимов работы машин. В процессе налива или при последующем транспортировании изделий до сушилки происходит испарение растворителей или мономеров. Поэтому в конструкциях лаконаливочных машин предусматривают местный отсос, и помещения, где проводится окрашивание, оборудуют общей вентиляцией.

Окрашивание длинномерных изделий способом протягивания. Длинномерные изделия, имеющие постоянное поперечное сечение по длине (карандаши, плинтусы, карнизы, проволока, отрезки труб небольшого диаметра), удобно окрашивать путем их протягивания через ванну с лакокрасочным материалом (рис. 4.12).

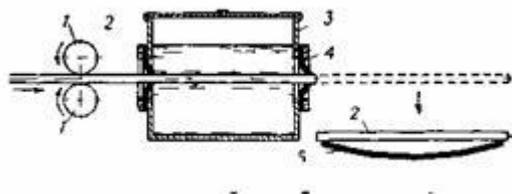


Рис. 4.12. Схема окрашивания карандашей способом протягивания:

1 - подающие валки; 2 - карандаш; 3 - ванна с лакокрасочным материалом; 4 - ограничительные шайбы; 5 - сушильный транспортер

Излишки материала при этом удаляются ограничительными кольцами (шайбами из резины) перекрывающими вход и выход изделий из ванны. Роль ванны может пористый материал (поролон, фетр, тканевый пакет), плотно обжимающий покрываемую поверхность. Дозирование лака или краски на пористый материал осуществляют через трубку или фитильным способом. При протягивании изделий через пористый материал,

пропитанный лаком, последний откладывается тонким слоем на поверхности изделия. Этим способом проводят, в частности, лакирование проводов на предприятиях электротехнической промышленности.

Для лакирования и окрашивания способом протягивания применяют как быстро-, так и медленносохнущие лакокрасочные материалы: нитратцеллюлозные, масляные, алкидные, полиэфирные, эпоксидные (одноупаковочные) и др.

Так, карандаши покрывают нитратцеллюлозными лаками и эмалями с относительно высокой вязкостью и содержанием сухого остатка 50-60%. Вытолкнутый у ванны карандаш поступает на приемный (сушильный) транспортер.

Для покрытия проволоки в основном применяют лаки с низколетучими растворителями (керосин, уайт-спирит, крезолы и др.); покрытия отверждают в сушилках конвективного или индукционного типа при высоких температурах. Толщина однослойных покрытий при протягивании небольшая 2-5 мкм, поэтому предусматривается нанесение нескольких слоев – от 2 до 12.

Способ протягивания производителен, достаточно экономичен, позволяет механизировать и автоматизировать окрасочный процесс, однако имеет большие ограничения по форме покрываемых изделий.

Нанесение лакокрасочных материалов в барабанах. Наиболее простым и экономически выгодным для мелких изделий массового изготовления (пистоны для обуви, крючки, петли, пряжки, болты, гайки, рукоятки для инструмента, детали пишущих машин и др.) является способ окрашивания в барабанах. Применяют барабаны с механическим приводом. Они обеспечивают слив лакокрасочного материала и нередко высушивание изделий при вращении. В последнем случае предусмотрена подача в барабан теплого воздуха и отвод из него паров растворителей. Изделия загружают в барабан обычно на 1/2-2/3 объема. Лакокрасочный материал заливают с таким расчетом, чтобы полностью смочить изделия. Время вращения барабана 5-7 мин, частота вращения 75-120 об/мин. Если покрытия высушивают вне барабана, то изделия выгружают на сетки и после стекания избытка краски направляют в сушилку.

Имеются конструкции барабанов, в которых окрашивание изделий осуществляются не погружением в лакокрасочный материал, а его распылением. При этом, в случае термореактивных лаков и красок, возможно их многослойное нанесение с сушкой каждого слоя непосредственно в барабане при его вращении. Вместо барабанов могут быть использованы центрифуги. Изделия загружают в перфорированную корзину центрифуги, опускают в емкость с краской и после изъятия из нее центрифугу приводят во вращение для удаления избытка краски и высушивания изделий.

Для нанесения в барабанах и центрифугах применяют преимущественно быстросохнущие лакокрасочные материалы – битумные и нитратцеллюлозные лаки и эмали, в каждом конкретном случае подбирают опытным путем. Покрытия имеют невысокий класс отделки (не выше III), встречаются дефекты в местах соприкосновения изделий, возможны потеки.

Тема 4.3. Метод акваграфии, декалькомани, шелкографии. Нанесение пленочных покрытий. Облицовывание, ламинирование, каширование. Сущность методов, технологические режимы, оборудование, достоинства и недостатки, области применения.

Имитационная отделка – это отделка, при которой улучшаются декоративные свойства древесины обычных пород или им придается внешний вид древесины ценных пород или других материалов. Существуют следующие виды имитационной отделки

1) Аэрография - имитирование древесины нанесением красок способом распыления при помощи особого распылителя -аэрографа. Он имеет сопло диаметром 0,5 мм. Аэрографию можно применять только в тех случаях, когда воспроизводимая текстура состоит из ярко выраженных полос, линий и штрихов (например текстура палисандра, прямослойного ореха). Аэрография производится по тщательно подготовленной, полностью просушенной и хорошо отшлифованной поверхности. Обязательно удаление ворса, так как после аэрографии неудаленный ворс поднимается и поверхность становится шероховатой. Процесс аэрографии состоит из трех операций: • Нанесения фона - фон наносят краской под цвет самого светлого тона натуральной древесины, под которую производят имитацию • Нанесения текстуры - текстуру наносят полосами и, линиями, похожими по цвету, ширине и расположению на полосы и линии натуральной текстуры. • Создания оттенков - для

выполнения оттенков применяется та же краска, которой наносились полосы, но более разбавленная, или краска, специально подобранная по цвету. Качество, яркость и четкость рисунков зависит от квалификации рабочего, угла наклона, расстояния от аэрографа до изделия

2) Акваграфия – способ нанесения на поверхность детали рисунка окунанием в воду, на поверхности которой находится пленка краски. Маслянистые жидкости, расплываясь по поверхности воды, образуют тонкую сплошную пленку, нередко с причудливыми узорами. Если в маслянистую жидкость добавить определенные краски в определенных дозах и вылить смесь в воду, то можно получать на воде рисунки различных расцветок. На образующуюся пленку можно дополнительно нанести палочкой рисунок другого цвета. Красочную пленку переносят на отделяемое изделие, медленно опуская его в специально подготовленную ванну с этой пленкой и 107 тотчас же плавно вынимая его из ванны. Спустя 8—10 часов высушенное изделие покрывают нитролаком способом распыления, полируют и гляncуют. Чаще всего получают таким образом рисунок мрамора или гранита и используют в карандашной промышленности.

3) Декалькомания - это нанесение на древесину рисунков по методу переводных картинок. Калькома (переводная бумага) – это непроклеенная бумага, на которой последовательно нанесены слои крахмального клея, желатина, краски в виде рисунка и затем тонкая защитная пленка водорастворимого клея. Для нанесения рисунка изделие покрывают слоем масляного лака. После частичного высыхания лака на изделие накладывают калькому бумагой вверх. Калькому разглаживают тампоном и резиновым валиком, чтобы не было морщин, и смачивают водой. При смачивании крахмальный слой под бумагой легко растворяется и бумагу можно осторожно отделить. На изделии остается рисунок. После сушки его закрепляют слоем прозрачного лака. Калькома с различными рисунками изготавливается полиграфическими предприятиями. Декалькомания применяется в вагоно- и автостроении и для имитации текстуры ценных пород древесины.

4) Типографская печать — способ нанесения рисунков на поверхность с помощью специальных печатных форм — клише. Этот метод имитации является наиболее совершенным и производительным. Существует несколько способов печатания рисунка: высокая, плоская и глубокая печать. Каждый из этих способов отличается видом применяемых печатных форм, с которых производится оттиск рисунка. • Высокая печать –клише имеет выступы и впадины. Краску наносят только на выступающие элементы формы, которые и дают оттиск на поверхность при прокатывании по ней формы (валика). Промежутки — впадины между выступающими «высокими» элементами формы — оттиска не дают. При этом рисунок получается одного тона и не имеет оттенков. • Плоская печать - краску наносят на плоскую поверхность формы, не имеющую выступов и впадин, с которой делается оттиск. На поверхности формы путем специальной подготовки и химической обработки образуются зажиренные и увлажненные участки. При нанесении краски на такую поверхность она пристает только к зажиренным участкам, которые и дают оттиск. Увлажненные формы остаются чистыми, образуя пробелы. К плоской печати относятся литография, фитотипия и офсет.

Глубокая печать - краску наносят на всю поверхность формы, затем ее тем или иным способом (наиболее часто ракелем) удаляют с поверхности выступов. Остается краска только в углублениях, после чего из углублений при печати переносится на поверхность печатного материала. При глубокой печати благодаря наличию на печатной форме впадин различной глубины в отличие от двух первых способов можно получить оттиски разной тональности — от темных до светлых, переходящих в полутона. Данный способ получил наибольшее промышленное значение с применением станков вальцового типа, рисунок 4.13.

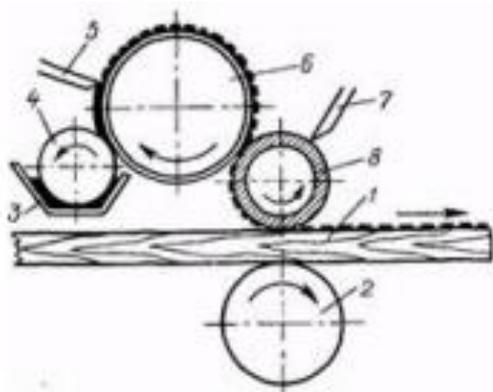


Рис. 4.13. Схема вальцового печатного станка для глубокой печати

1-деталь; 2 подающий валец; 3-ванна с печатной пастой; 4- питающий валец; 5-ракель для очистки текстурного цилиндра 6; 7- ракель для очистки печатного цилиндра 8

5) Глубокое крашение- раствор красителя проникает глубоко внутрь древесины по капиллярам и порам. При этом древесина окрашивается ровнее, с усилением ее естественной текстуры.

Существует два способа глубокого крашения:

а) Крашение в горяче-холодных ваннах- Древесину помещают в ванну с горячим раствором красителя и выдерживают ее до полного прогревания, $t = 90^\circ$. Время выдержки 1 час. Во время прогревания древесина расширяется и из нее выходит часть нагретого воздуха. Затем материал помещают в ванну с красильным раствором $t = 35^\circ$. Время выдержки 1,5 часа. Древесина и находящийся в ней воздух охлаждаются, за счет образующегося при этом некоторого вакуума раствор всасывается внутрь древесины.

б) Крашение в автоклавах - Глубокое крашение в автоклавах возможно по способу полного и ограниченного поглощения

б.1) Полное поглощение- древесину помещают в автоклав, заполняют автоклав раствором красителя и поднимают давление до 1 МПа для массивных заготовок и до 0,6 МПа для шпона. Пропитка под давлением при температуре $80...90^\circ\text{C}$ длится соответственно 60...50 мин. Под воздействием давления раствор красителя проникает внутрь древесины. После чего давление снимают, автоклав разгружают и заготовки сушат и подвергают дальнейшей обработке.

б.2) Ограниченное поглощение. При крашении по способу ограниченного поглощения загружают древесину в автоклав, подают сжатый воздух $P = 3-4$ Па, продолжительность выдержки 10-15 минут, в результате чего в древесине создается избыточное давление. Не снижая этого давления, в автоклав вводят раствор и дают гидравлическое давление, превышающее первоначальное давление воздуха 12- 15 Па, продолжительность 20-30 минут. Под действием этого давления раствор входит в древесину, еще более сжимая находящийся в ней воздух. После снятия давления сжатый внутри воздух выталкивает из древесины введенный в нее раствор и только меньшая часть введенной в древесину влаги остается в ней.

Раздел 5. Методы интенсификации процессов отверждения защитно-декоративных покрытий

Тема 5.1. Общие сведения о пленкообразовании. Процессы, приводящие к пленкообразованию: испарение летучих растворителей, химические превращения, расплав-охлаждение. Кинетика процессов. Метод интенсификации процессов отверждения с помощью нагрева.

Лекция проводится в форме дискуссии (2 часа)

Длительность отверждения покрытий может составлять до 95 % от общей продолжительности цикла отделки. Этим объясняется особо важная роль отверждения покрытий как наиболее продолжительному процессу и зависящему от многих факторов. Раньше отверждение нанесенных покрытий проводилось в естественных условиях и в зависимости от вида применяемых материалов продолжалось от десятков минут (нитроцеллюлозные лаки и эмали) до многих часов и даже суток (масляные лаки и краски).

Конвейеризация и автоматизация процессов получения покрытий на древесине потребовали применения интенсивных методов отверждения покрытий, чему способствовало также все расширяющееся использование превращаемых лакокрасочных материалов. Продолжительность современных методов отверждения покрытий исчисляется минутами, а для наиболее интенсивных методов даже секундами.

Отверждение покрытий должно обеспечивать хорошую адгезию и сплошность покрытия, отсутствие на нем дефектов (пузырей, потеков и др.), высокие механические показатели (прочность, твердость и др.) при отсутствии внутренних напряжений. Правильность выбора метода отверждения оценивают по показателям удельных энергетических затрат на единицу площади отвержденного покрытия ($\text{Дж}/\text{м}^2$). Таким образом, наиболее совершенными методами отверждения будут те, которые обеспечат получение высококачественных покрытий с минимальными временными и энергетическими затратами.

5.1. Общие сведения о пленкообразовании

Пленкообразование — это процесс перехода лакокрасочного материала из жидкого или вязкотекучего состояний в твердое с образованием адгезионного покрытия на поверхности подложки. Пленкообразование осуществляется в результате отверждения покрытия за счет явлений, зависящих от природы лакокрасочного материала.

Так, в непревращаемых покрытиях пленкообразование основано на физических процессах: испарении летучих растворителей, обезвоживании латексных материалов, охлаждении расплавов. Возможно формирование покрытий за счет коагуляции пленкообразователей из растворов. В превращаемых покрытиях пленкообразование происходит в результате химических процессов полимеризации или поли конденсации или одновременного (часто последовательного) протекания физических и химических процессов.

Независимо от того, какие процессы лежат в основе пленкообразования, внешним их проявлением служит постепенное или скачкообразное увеличение вязкости лакокрасочного материала. Если исходный материал был жидким, то на определенной стадии процесса он становится вязкотекучим, потом высокоэластическим и, наконец, приобрел свойства твердого стеклообразного тела. В то же время, несмотря на одинаковую направленность процессов, отмечается различная физико-химическая сущность процессов пленкообразования, так как установление и упрочнение внутри- и межмолекулярных связей в исходном материале, пленкообразование из различных лакокрасочных систем (олигомеров, растворов, дисперсий полимеров) имеют свои особенности.

Какие бы процессы не лежали в основе пленкообразования, отверждение может происходить в естественных условиях, когда все стадии превращений протекают при температуре окружающего воздуха, и в искусственных, если на одной из стадий используются специальные методы и оборудование. При искусственных методах, как правило, значительно улучшаются защитно-декоративные свойства покрытий, а также сокращается продолжительность технологического процесса.

Пленкообразование, осуществляемое без химических превращений, предопределяет получение обратимых (термопластичных и растворимых) покрытий. В зависимости от химической природы и растворимости пленкообразующего вещества, термопластичности покрытия получают из растворов, расплавов, водных и органических дисперсий, аэродисперсий (порошковых систем).

Наиболее распространены лакокрасочные материалы, содержащие растворители. В технологии покрытий древесины широко применяются такие материалы на основе термопластичных, непревращаемых олигомеров и полимеров (природных смол, поливинилхлоридных, нитроцеллюлозных пленкообразующих веществ и др.). Формирование покрытий из растворов пленкообразователей происходит обычно за счет удаления растворителей испарением.

С кинетической точки зрения процесс испарения растворителей можно разделить на три характерных стадии (рис. 5.1).

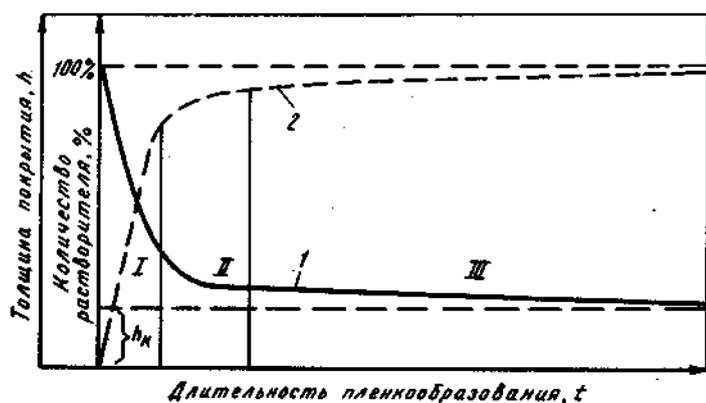


Рис. 5.1. Кинетика сушки лакокрасочного покрытия (нитролак) :

1 — толщина покрытия; 2 — количество испарившегося растворителя; / — фаза испарения растворителя из жидкого лака, нанесенного на поверхность древесины; // — образование тонкой поверхностной пленки геля; /// — испарение растворителя из неподвижной твердеющей пленки

В стадии 1 происходит испарение растворителей из жидкой пленки как со свободной поверхности, контролируемое поверхностными явлениями. В этой стадии происходит интенсивное удаление летучих растворителей и уменьшение толщины покрытия от начальной h_n . Быстро нарастает вязкость лака сначала в поверхностном слое, а затем во всей толще

покрытия. Скорость испарения растворителей зависит прежде всего от давления паров растворителя и температуры.

Процесс испарения летучих жидкостей, к которым относятся растворители, описывается уравнением Лангмюра-Кнудсена:

$$W = - \frac{1}{S} \frac{dm}{dt} = k P_1 \left(\frac{M}{2\pi RT} \right)^{1/2}, \quad (5.1)$$

где W — скорость испарения; m — масса испарившегося растворителя; t — продолжительность испарения; S — поверхность испарения; P_1 — давление пара растворителя; M — молекулярная масса; R — газовая постоянная; T — абсолютная температура поверхности; k — поправочный коэффициент ($0 < k < 1$).

Применяют в основном смеси растворителей, у которых давление паров и испаряемость каждого растворителя пропорциональны молярной доле этого растворителя в смеси. Следует также учитывать, что для растворов пленкообразователей в смеси растворителей давление пара понижается пропорционально концентрации раствора и не зависит от химической природы растворенного вещества.

Вторая стадия (II) начинается с момента образования тонкой поверхностной пленки геля. Практически это совпадает с моментом начала высыхания покрытия от пыли. Вторая стадия испарения обычно начинается при содержании растворителя в пленке 5 ... 15 %.

С образованием пленки геля резко уменьшается скорость испарения растворителей, в гелеобразное состояние постепенно переходит весь слой лака. Скорость улетучивания растворителей на этой стадии определяется внутренней диффузией. Вследствие односторонней диффузии в пленке лака наблюдается определенный градиент концентрации растворителя по толщине: его содержание возрастает от поверхности покрытия к подложке.

Уменьшение толщины покрытия сопровождается деформированием его поверхности. Так как абсолютная величина усадки покрытия пропорциональна его толщине, происходит как бы стягивание покрытия в углубления подложки. Возникающие усадочные напряжения пока незначительны по величине, так как релаксационные процессы способствуют их уменьшению и тем большему, чем медленнее протекает отверждение материала.

В третьей стадии (III) происходит дальнейшее очень медленное испарение растворителей из неподвижной твердеющей пленки. Так же медленно сокращается толщина лакокрасочного покрытия до конечной толщины h и продолжается стягивание его в углубления подложки. Наблюдается нарастание усадочных напряжений в покрытии в связи с потерей им пластичности. Лакокрасочное покрытие переходит в стеклообразное состояние, хотя в нем еще длительное время удерживаются остатки части растворителей (в основном высоко- и среднекипящих).

О завершенности процесса формирования покрытий обычно судят по их твердости, липкости, электрическим параметрам. Наиболее показательным из указанных параметров является твердость, определяемая различными методами: условная по маятниковому прибору МЭ-3, микротвердость по ПМТ-3 или МТ-30.

На рис. 5.2 показано изменение твердости покрытий в процессе их сушки.

Завершение процесса пленкообразования и формирования покрытия является началом процесса старения покрытия. Однако установить момент полной завершенности процесса пленкообразования и окончания сушки покрытия не представляется возможным, так как любые параметры покрытия (количество оставшихся растворителей, толщина, твердость и др.) непрерывно изменяются во времени.

Покрытие условно считают практически высохшим, когда оно приобретает твердость, которая допускает дальнейшую обработку покрытия, например шлифование, или транспортирование деталей с покрытием и укладку их в плотные стопы.

Эффективным средством ускорения процесса пленкообразования лакокрасочных покрытий, содержащих летучие растворители, является нагрев покрытий.

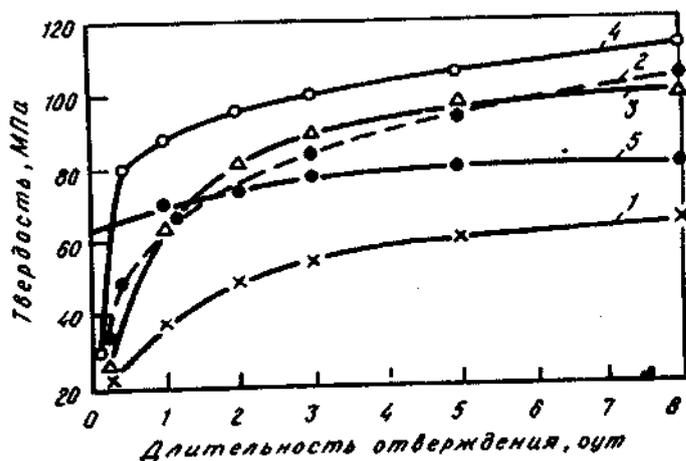


Рис. 5.2. Зависимость твердости от длительности отверждения покрытий, образованных различными лаками УФ-отверждения:

1 - НЦ-222; 2 - ПЭ-246; 3 - УР-2124; 4 - ПЭ-265; 5 - ПЭ-2136

Пленкообразование превращаемых покрытий осуществляется при совместном протекании испарения летучих растворителей и химических реакций или только химических реакций без потери компонентов. К лакокрасочным материалам, которые отверждаются по этому механизму, относятся лаки на основе модифицированных феноло-, карба- мидо- и меламиноформальдегидных олигомеров, модифицированных алкидных олигомеров, ненасыщенных олигоэфиров, полиуретанов и др. В результате отверждения образуются твердые, нерастворимые покрытия с пространственной (трехмерной) структурой.

К образованию трехмерной пространственной структуры приводят химические реакции поликонденсации при отверждении лакокрасочных материалов, содержащих феноло-, карбамидо- и меламиноформальдегидные олигомеры, и полимеризации при отверждении материалов, содержащих высыхающие масла, модифицированные маслами алкидные олигомеры, ненасыщенные олигоэфиры, полиуретаны, акрилаты

и др.

Пленкообразование превращаемых покрытий предусматривает протекание химических реакций с мономерами или олигомерами в тонком слое на подложке. Как правило, на подложке происходит прямое взаимодействие мономеров или сшивание предварительно сформированных линейных или разветвленных макромолекул с открытой цепью. Скорость пленкообразования зависит от молекулярной массы исходных пленкообразователей, их реакционной способности, удельной функциональности, наличия ускоряющих (катализирующих и иницирующих) агентов. Протекание процесса в тонком слое на подложке имеет следующие особенности: возможность улетучивания компонентов пленкообразователя с большой удельной поверхности покрытия, сильное влияние внешней среды, особенно кислорода и влаги воздуха; возможное катализирующее или ингибирующее влияние подложки.

Снижение потерь пленкообразователя за счет его улетучивания и защита реакционной массы от ингибирующего воздействия кислорода воздуха могут быть достигнуты введением в составы лакокрасочных материалов всплывающих добавок, например парафина.

Наблюдается некоторое противоречие между реакционной способностью лакокрасочных материалов при пленкообразовании и их стабильностью в условиях хранения. Способность лакокрасочного материала к отверждению в равной степени проявляется как в пленочном состоянии на подложке, так и в массе, то есть при хранении. Избежать этого можно изменением химического состава материала при нанесении или изменением условий и характера воздействия на него извне.

Примерами могут служить лакокрасочные материалы, в которые перед их нанесением на подложку вводятся инициаторы (алкиднокарбамидные лаки кислотного отверждения) или двух- и многоупаковочные материалы, компоненты которых смешиваются уже непосредственно на подложке (ненасыщенные олигоэфиры). Большие возможности представляют воздействия внешней среды на химические процессы пленкообразования, например, кислорода воздуха при отверждении растительных масел или влаги воздуха при отверждении полиуретановых олигомеров. Еще более активно химические превращения пленкообразователей могут проходить при некотором

энергетическом воздействии: нагревании и облучении (инфракрасном, ультрафиолетовом, потоком ускоренных электронов, лазерным).

Равноценные методы получения полимеров — поликонденсация и полимеризация существенно различаются по механизму химических реакций и соответственно могут быть реализованы для различных типов мономеров и в неодинаковых условиях.

Поликонденсация— это процесс получения высокомолекулярных соединений из двух- или многофункциональных веществ, при котором рост макромолекул происходит за счет химического взаимодействия мономеров друг с другом и с продуктами, накапливающимися в ходе реакции. Иногда процессы поликонденсации сопровождаются выделением побочных низкомолекулярных веществ (воды, спирта, галогеноводорода и др.). Способностью к поликонденсации обладают молекулы мономеров и олигомеров, в составе которых содержатся реакционноспособные, так называемые функциональные группы атомов: гидроксильные ($-\text{OH}$), карбоксильные ($-\text{COOH}$), аминные ($-\text{NH}_2$), метилольные (CH_2OH) и др., в результате взаимодействия которых происходит соединение молекул.

По степени молекулярной разветвленности различают три стадии трехмерной поликонденсации: А — образование растворимого линейного полимера; В — частично растворимого, разветвленного полимера; С — нерастворимого, неплавкого полимера пространственной структуры. На подложке стремятся получить полимер третьей стадии С.

Процессы поликонденсации носят ступенчатый характер, благодаря чему удобно получать олигомеры, то есть полимеры с невысокой степенью полимеризации, так как реакция может быть прервана на любой стадии. Олигомерами являются также распространенные пленкообразователи, например фенолоформальдегидные, карбамидо- и меламинаформальдегидные, алкиднокарбамидные. ;

По числу типов участвующих в реакции мономеров различают гомо поликонденсацию с минимальным возможным числом типов мономеров (один или два) и сополиконденсацию, когда помимо мономеров, необходимых для получения длинноцепной молекулы, в поликонденсации участвуют и другие мономеры. Примером сополиконденсации является получение ненасыщенных олигоэфиров из гликоля и смеси адипиновой и малеиновой кислот. Реакции сополиконденсации происходят и в случае получения модифицированных полимеров и олигомеров.

Полимеры методом поликонденсации получают из мономеров с различной функциональностью, то есть числом реакционноспособных групп. Если используют мономеры с функциональностью, равной 2, то образуются линейные полимеры — происходит линейная поликонденсация. Если хотя у одного из мономеров функциональность больше 2, то происходит трехмерная поликонденсация, приводящая к получению пространственного полимера.

Продукты поликонденсации могут быть термопластичными и термореактивными. Термопластичные полимеры получают при линейной поликонденсации. Термореактивные полимеры образуются из мономеров, из которых хотя бы один имеет функциональность более 2, а остальные не менее 2.

х. Ускорение процесса пленкообразования при формировании покрытий » на подложке из материалов поликонденсационного типа достигается двумя способами: сообщением смеси мономеров дополнительной энергии, например нагреванием; применением катализаторов (отвердителей), например соляной, фосфорной, щавелевой кислот.

Нагрев, как правило, приводит не только к сокращению длительности отверждения пленкообразователя, но и к повышению твердости, влагостойкости и других показателей покрытия за счет более плотной сшивки молекул поперечными связями. При высоких температурах нагрева (до $200\text{ }^\circ\text{C}$) процесс отверждения некоторых пленкообразователей основе карбамидо- и меламинаформальдегидных олигомеров может протекать достаточно интенсивно без добавок отвердителя. Однако на подложках из древесины температура нагрева не допускается выше $150\text{ }^\circ\text{C}$.. $160\text{ }^\circ\text{C}$.

Как правило, ускорение процесса отверждения лакокрасочных материалов поликонденсационного типа производят одновременно за счет нагревания и наведения оптимального количества отвердителя. Отвердители вводят непосредственно перед употреблением лакокрасочного материала.

В лакокрасочных материалах поликонденсационного типа содержатся до 50 % растворителей. В процессе пленкообразования удаление растворителя сопровождается значительной объемной усадкой и, как следствие покрытия образуются усадочные напряжения, незначительно уступающие по величине напряжениям в лакокрасочных материалах, отверждающихся только за счет испарения растворителей.

Полимеризация — это процесс получения высокомолекулярных соединений за счет последовательного присоединения мономера к анионному центру. Покрытия полимеризацией на подложке получают из многих пленкообразователей: растительных масел, модифицированные маслами алкидных олигомеров, ненасыщенных олигоэфиров, эпоксидных и полиуретановых олигомеров и др.

По числу участвующих в процессе мономеров различают гомополимеризацию (один мономер) и сополимеризацию (два и более мономера). В зависимости от природы активного центра и механизма роста цепи различают радикальную и ионную полимеризацию.

Одной из разновидностей радикальной полимеризации является окислительная полимеризация, на которой основано отверждение растительных масел и модифицированных ими алкидных олигомеров. Процесс отверждения лакокрасочных материалов на основе этих пленкообразователей включает следующие этапы: 1) после нанесения материала тонким слоем на подложку происходит испарение летучих растворителей и образование в пленке гидропероксидов в результате окисления кислорода воздуха; 2) распад гидропероксидов как нестабильных соединений с образованием свободных радикалов; 3) образование связей между молекулами за счет этих радикалов.

Для ускорения окислительной полимеризации в маслосодержащие лакокрасочные материалы вводят сиккативы (соли металлов переменной валентности), ускоряющие распад гидропероксидов. Однако и при оптимальном содержании сиккативов процесс отверждения покрытий проходит медленно и длительность его исчисляется сутками.

Это объясняется неравномерностью процесса пленкообразования при окислительной полимеризации. Уже в период гелеобразования резко увеличивается вязкость пленки, что препятствует свободному доступу пленке кислорода. Окислительные реакции, протекающие с участием кислорода, переходят в диффузионную область, характеризующуюся ограниченностью доступа кислорода в нижние слои пленки. Таким образом, на скорость отверждения большое влияние оказывает толщина покрытия, которая рекомендуется в пределах 40 ... 60 мкм и не больше 100 мкм. Толстые покрытия высыхают медленно с образованием поверхностной пленки, мешающей отверждению нижележащих слоев.

Ускорить отверждение покрытий при окислительной полимеризации можно путем нагрева, предпочтительно терморadiационного. При этом будет ускоряться и процесс испарения летучих растворителей, в большинстве случаев содержащихся в лакокрасочных материалах этого типа. Некоторого ускорения процесса окислительной полимеризации можно достигнуть и за счет повышения содержания кислорода в воздухе, например озонированием воздуха в зоне ультрафиолетового облучения.

В современной технике получения синтетических Полимеров широко распространен процесс цепной полимеризации по так называемому свободно радикальному механизму. Этот же процесс лежит в основе отверждения ненасыщенных олигоэфиров. Реакция радикальной полимеризации протекает в три стадии: 1) инициирование реакции и образование мономерного радикала; 2) рост цепи в форме макромолекулы; 3) обрыв цепи.

Инициирование реакции полимеризации — это процесс возбуждения молекул мономера, сводящийся к превращению части молекул в свободные радикалы. Существуют различные способы инициирования свободных радикалов.

1. Тепловое воздействие может приводить к распаду молекул мономера на свободные радикалы (термополимеризация). При этом способе инициирования требуется большая энергия активации, он трудноуправляем и поэтому редко применяется на практике.

1. Под действием ультрафиолетовых лучей с определенной длиной волны может происходить расщепление молекул мономера на свободные радикалы (фотополимеризация). Такой способ широко применяется, так как он характеризуется высокой эффективностью и значительно меньшими энергетическими затратами.

2. Бета-излучение (поток ускоренных электронов) вызывает образование свободных радикалов (радиационная полимеризация). Удельные энергетические затраты при этом способе малы, он находит все более широкое практическое применение для отверждения лакокрасочных покрытий.

3. Введение легко распадающихся на радикалы веществ-инициаторов приводит к химическому инициированию. Этот способ пока наиболее распространен на практике, в том числе и при отверждении покрытий на древесных подложках.

Рассмотрим процесс радикальной полимеризации на примере химического инициирования. Реакция химического инициирования развивается в два этапа: 1) образование исходного радикала в результате распада инициатора; 2) образование активного центра, т. е. мономерного радикала.

В качестве химических инициаторов чаще всего используют органические пероксиды и гидропероксиды. При соответствующем воздействии (легкое нагревание, освещение и др.) или окислительно-восстановительных реакциях они легко распадаются на свободные радикалы. Так, например, перекись бензоила распадается на два свободных радикала:



Полученные при распаде химического инициатора свободные радикалы R взаимодействуют с молекулой мономера M с образованием радикала-мономера $R \cdot + M \rightarrow M \cdot$ (или $RM \cdot$), т. е. активного центра реакции полимеризации.

Под ростом цепи понимается последовательное и многократное присоединение мономера к растущему радикалу, т. е. к активному центру. Один свободный радикал вызывает множество последовательных актов присоединения мономера, что можно проиллюстрировать следующей схемой: $R M_1 + M_2 = R M_1 M_2$; $R M_1 M_2 + M_3 = R M_1 M_2 M_3$ и т. д. По этой причине подобные реакции и получили название цепных.

Обрыв (прекращение) полимерной цепи может произойти в результате столкновения двух растущих радикалов и их взаимного насыщения. При этом исчезают активные радикальные центры, и макрорадикалы превращаются в полимеры, неспособные к дальнейшей реакции с мономером. Схематично это можно представить следующим образом: $R M_1 M_2 M_3 + R M_4 M_5 M_6 = R M_1 M_2 M_3 M_6 M_5 M_4 R$. Реакция сопровождается выделением тепла, но так как отношение поверхности покрытия к его объему очень велико, тепло рассеивается в окружающую среду.

Большую роль в процессах пленкообразования играют реакции, протекающие с участием кислорода воздуха. Известно, что кислород является ингибитором радикальной полимеризации стиролосодержащих систем с олигоэфирмалеинатами. Ингибирующее действие кислорода объясняется тем, что радикалы, возникающие при распаде пероксидов, взаимодействуют прежде всего с кислородом, а не с молекулами мономера. По этой причине отверждение стиролосодержащих систем проводят в отсутствие кислорода. Основным техническим приемом, осуществляющим защиту покрытий от ингибирующего действия кислорода, является применение парафиносодержащих олигоэфирмалеинатных лаков. В процессе отверждения таких лаков различают три стадии.

Первая стадия, следующая сразу за нанесением лака на поверхность подложки и смешением его компонентов, характеризуется свободным испарением стирола с поверхности нанесенного слоя лака. Содержащийся¹ в лаке парафин еще не успел всплыть на поверхность, а реакция полимеризации еще не успела развиваться. Длительность этой стадии составляет обычно несколько минут. Нанесенный лак сохраняет первоначальную невысокую вязкость.

Вторая стадия характеризуется постепенным образованием поверхностной парафиновой пленки и желатинизацией покрытия в результате быстроразвивающейся реакции полимеризации. В этой стадии происходит уменьшение скорости испарения стирола до полного прекращения (после образования сплошной пленки из парафина) и нарастание вязкости лака. Продолжительность этого периода зависит от состава лака и при комнатной температуре колеблется в интервале 10 ... 30 мин.

Третья стадия характеризуется постепенным нарастанием твердости покрытия при все более затухающей реакции полимеризации. Продолжительность этой стадии велика. При комнатной температуре требуется выдержка покрытий до условной твердости 0,5 ... 0,6 по маятниковому прибору в течение 1,5 ... 3 ч. Заметное нарастание твердости покрытия наблюдается в течение нескольких суток.

Процесс отверждения покрытия парафиносодержащего лака нельзя форсировать нагревом до окончания всплытия парафина и желатинизации, так как при повышении температуры лака парафин не всплывает на поверхность. Большая длительность отверждения покрытий парафиносодержащих олигоэфирных лаков представляет серьезный недостаток, препятствующий поточной организации процесса отделки изделий. Поэтому разработка ускоренных методов отверждения олигоэфирных покрытий представляет одну из важных технологических задач. В настоящее время эта задача решается за счет эффективных методов отверждения покрытий под действием ультрафиолетового излучения и воздействия на покрытие потока ускоренных электронов.

Тема 5.2. Конвективный подвод тепла, предварительный нагрев подложек, отверждение с помощью инфракрасного излучения. Отверждение под действием ультрафиолетового излучения. Радиационно-химическое отверждение покрытий. Режимы, оборудование, достоинства и недостатки. Область применения.

Процессы отверждения непревращаемых и превращаемых пленкообразователей характеризуются значительной неравномерностью во времени на разных стадиях. Первая стадия чаще всего связана с интенсивным испарением летучих компонентов физических пленкообразователей и желатинизацией (гелеобразованием) химических пленкообразователей. Например, при отверждении (сушке) нитроцеллюлозных лаков в первые 5 ... 10 мин после нанесения на подложку (без нагрева покрытия) испаряется до 60 ... 75 % растворителя.

Для получения качественных покрытий с наименьшими энергетическими затратами необходимо сочетать отверждение покрытий в естественных (без подвода тепла) и искусственных условиях (с подводом тепла).

При отверждении покрытия физическим способом в естественных условиях температура поверхности изделия практически равна температуре окружающего воздуха, в результате чего скорость испарения растворителя определяется только внешним массообменом. Если процесс отверждения происходит в две стадии (сначала испарение, а затем химическое отверждение), то скорость отверждения на первой стадии зависит от скорости изменения среднего содержания растворителя в пленке лакокрасочного покрытия и средней температуры этой пленки (внутреннего массо- и теплопереноса), а также от взаимодействия поверхности пленки с окружающей средой (внешнего массо- и теплообмена).

Лакокрасочные покрытия можно отнести к материалам с небольшим внутренним сопротивлением переносу тепла Q и массы M . Уравнения тепло- и массообмена имеют вид:

$$dQ = \alpha F (T_c - T_n) dt; \quad (5.2)$$

$$dM = \beta F (P_p - P_g) dt, \quad (5.3)$$

где α — средний коэффициент теплообмена, Вт/(м²·К); β — средний коэффициент массообмена, кг/(м²·ч·Па); T_c и T_n — температура соответственно агента сушки и поверхности покрытия, К; P_p и P_g — парциальное давление Паров растворителей соответственно на поверхности покрытия и в окружающем воздухе, Па; F — площадь лакокрасочного покрытия, м².

Проведение искусственного отверждения в период постоянной скорости испарения, когда упругость насыщенного пара над поверхностью растворителя практически равна давлению пара в окружающей среде, нежелательно, так как значительное увеличение скорости диффузии растворителей из пленки покрытия приводит к его повреждению (пузыри, поры и др.). Целесообразно искусственное отверждение проводить в период падающей скорости испарения, когда упругость паров растворителей над поверхностью резко падает и образовавшаяся пленка геля препятствует быстрому удалению растворителей.

Искусственное отверждение не только сокращает технологический цикл отделки изделий, но и способствует повышению защитно-декоративных и эксплуатационных свойств покрытий. Отмечено повышение адгезии, твердости, тепло- и водостойкости покрытий.

Как уже отмечалось ранее, при отверждении лакокрасочных материалов значительное сокращение времени удаления летучих компонентов может быть достигнуто за счет подвода тепла к покрытию. При этом скорость процесса пленкообразования и качество покрытий зависят не только

от количества, но и от способа подвода тепловой энергии. В любом случае ускорение процесса испарения растворителей связано с увеличением скорости движения молекул растворителей, ослаблением их межмолекулярных связей и, как следствие, более быстрым удалением летучих компонентов из лакокрасочных материалов. Передача тепла в отверждаемую систему может быть осуществлена различными способами: конвекцией, теплопроводностью (предварительный нагрев подложки), терморрадиацией.

При подводе тепла конвенцией осуществляется нагрев системы лакокрасочный материал — подложка. Длительность передачи тепла от поверхности лакокрасочного материала к нижней его границе зависит от теплопроводности и толщины покрытия. Поэтому верхние слои покрытия нагреваются быстрее и в большей степени, чем нижележащие. Соответственно и процесс испарения растворителей проходит наиболее интенсивно в верхнем слое, что обуславливает образование поверхностной корки, затормаживающей выход паров растворителя из нижних слоев покрытия. Тем самым замедляется весь процесс отверждения. Схематично процесс подвода тепла и отверждения покрытия при конвективном нагреве показан на рис. 5.3.

Для тонких покрытий (до 60 мкм) продолжительность высыхания τ с приближением прямо пропорциональна толщине

$$\tau = Ah, \quad (5.4)$$

где A — коэффициент, учитывающий вид лака; h — толщина покрытия, мкм.

Для толстых покрытий эта зависимость нарушается образованием поверхностной пленки, мешающей продвижению растворителей из нижних слоев к поверхности. В этих случаях

$$\tau = Ah^n, \quad (5.5)$$

где n — больше единицы.

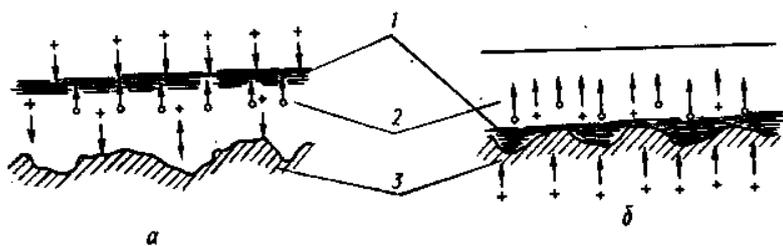


Рис 5.3. Схема процесса пленкообразования: *а* — при конвективном подводе тепла; *б* — на поверхности нагретой подложки (стрелками с крестиками показано направление передачи тепла, стрелками с кружочками — направление движения паров растворителей); 1 — пленка геля; 2 — лак; 3 — подложка

При предварительном нагреве подложки вначале нагревается нижний слой лакокрасочного материала и в нем происходит наиболее интенсивное образование паров растворителя. Процесс отверждения начинается снизу, поэтому образующиеся пары растворителей беспрепятственно удаляются из покрытия в атмосферу (см. рис. 5.3). Передача тепла от нижних слоев лакокрасочного материала к верхним происходит значительно интенсивнее, так как наряду с теплопроводностью происходят конвекция и термодиффузия. Следовательно, процесс отверждения должен протекать быстрее, чем при конвективном нагреве. Особенно эффективен этот способ при формировании покрытий из быстро высыхающих лакокрасочных материалов.

Для медленно высыхающих покрытий способ предварительного подогрева подложки может иметь лишь вспомогательное значение, так как теплоемкость древесины относительно невелика и для форсированного проведения всего процесса сушки аккумулированного тепла в древесине может оказаться недостаточно. Тем не менее этот способ целесообразен еще и потому, что кроме сокращения срока сушки возможна экономия растворителей за счет применения более концентрированных лаков. Попадая на горячую деталь, лак разжижается, что улучшает его смачивающую способность и розлив по поверхности подложки.

Предварительный нагрев древесных подложек можно осуществлять различными способами: в конвективных нагревательных камерах, контактным способом (от горячих плит), терморрадиацией и токами высокой частоты.

Большое влияние на продолжительность отверждения покрытий с летучими растворителями оказывает температура, так как с повышением температуры возрастает упругость паров и увеличивается скорость испарения растворителей. Однако применение высоких температур при отверждении лакокрасочных материалов, содержащих легко-летучие растворители, ограничивается

опасностью образования в покрытии пузырей за счет слишком интенсивного парообразования при нагреве, особенно в начальный период отверждения, когда в покрытии еще содержатся низкокипящие растворители. Причиной появления пузырей при отверждении покрытий на древесных подложках может также быть наличие воздуха в порах древесины, расширяющегося при нагревании подложки. Особенно неблагоприятно это при отверждении покрытий на древесине кольцесосудистых пород с крупным сосудами (дуб, ясень и др.).

Скорость отверждения покрытий за счет совместного протекания химических превращений и испарения летучих растворителей зависит от свойств лакокрасочного материала, количества введенного в него сиккатива или отвердителя, толщины покрытия, температуры отверждения. Практически влияние сиккатива и отвердителя ограничено. Увеличение количества отвердителя, например в лаках на основе карбамидо- и меламиноформальдегидных олигомеров (лаки МЧ и МЛ), резко сокращает их жизнеспособность. Добавка сиккатива в масляные составы лишь до известного оптимума положительно сказывается на сокращении длительности отверждения. Широкие возможности сокращения длительности отверждения подобных лакокрасочных материалов дает нагрев. С повышением температуры не только увеличивается скорость испарения растворителей, но и ускоряется протекание большинства химических реакций, в том числе реакций полимеризации и поликонденсации.

Отверждение покрытий из различных лакокрасочных материалов на древесных подложках ведут при температурах не превышающих следующих значений, °С:

| | |
|--|-----------|
| Водные растворы красителей | 80 ... 90 |
| Нитроцеллюлозные лаки и эмали | 45 ... 50 |
| Масляные краски и лаки | 55 ... 65 |
| Лаки и эмали ГФ и ПФ | 80...100 |
| Лаки и эмали МЧ и МЛ | 60 ... 80 |
| Полиуретановые лаки | 50 ... 60 |
| Парафиносодержащие олигоэфирные лаки (после желатинизации) | 35 ... 40 |
| Олигоэфирные лаки горячей сушки | 60 ... 70 |

Конвективный способ нагрева покрытий, помимо недостатков, на которые указывалось выше, как теплотехнический процесс является малоэффективным и достаточно энергоемким. Однако он широко применяется, что можно объяснить рядом его достоинств: универсальностью, мягкостью и равномерностью нагрева, простотой конструкции и эксплуатации сушильных установок.

С теплотехнической точки зрения в процессе отверждения (сушки) можно выделить три стадии (рис. 5.4): I - подъем температуры; II - собственно сушка; III — охлаждение покрытия. Стадия I характеризуется наличием температурного градиента в пленке $\Delta t = t - t_f$, который тем больше, чем выше температура в сушилке t и ниже температура нагреваемого изделия (подложки) t_f . Характерна для этой стадии неравномерность протекания процесса отверждения. При конвективном способе нагрева стадия I обычно наиболее продолжительна и часто определяет общую длительность отверждения покрытия. Продолжительность стадии II зависит от скорости протекания процессов в пленке и является функцией температуры. Стадия III может быть проведена как в сушильной установке, так и вне ее.

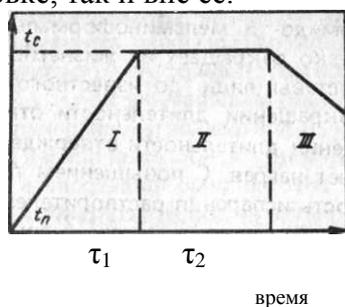


Рис. 5.4. Температурно-временная характеристика конвективной сушки лакокрасочных покрытий

Для конвективного отверждения применяют сушилки периодического и непрерывного действия, оборудованные тепловентиляционными агрегатами. Первые обычно выполнены в виде тупиковых (реже проходных) камер, вторые — в виде проходных одно- или многоходовых

коридоров, по которым изделия передвигаются от одного конца к другому конвейерами пульсирующего или непрерывного действия.

Сушилки непрерывного действия производительнее, удобнее, загрузка, выгрузка и транспортирование в них изделий (деталей) механизированы. В них легче осуществлять переменный режим отверждения покрытий, создавая температурные условия по зонам. Последовательно проходя эти зоны, покрытия отверждаются по заданному переменному режиму, т.е. в этом случае режим отверждения удастся осуществлять в соответствии с процессами, протекающими при формировании покрытия. В сушилках периодического действия процесс отверждения обеспечивать сложнее, так как они работают по переменному режиму.

Наиболее распространены сушилки, в которых в качестве теплоносителя используется нагретый воздух. Нагрев воздуха производится продувкой его через паровой или электрический калориферы, размещаемые вне сушильной камеры или канала. Эффективность работы сушилки во многом зависит от распределения нагретого воздуха по сечению камеры, степени омывания им нанесенных на изделия покрытий, скорости движения воздуха. В конструкции сушильных установок важно взаимное расположение воздухопроводов.

Конвективные сушильные камеры снабжаются системой вытяжной вентиляции, обеспечивающей концентрацию паров растворителей не более 50 % от нижнего предела концентрации, при которой происходит их взрыв. Сушильные камеры в ряде случаев могут снабжаться системой рециркуляции, благодаря использованию которой достигается экономия пара или электроэнергии.

Кратность обмена воздуха и степень его обновления определяют, исходя из условия поддержания взрывобезопасной концентрации паров растворителя в сушильной камере. Расход свежего воздуха V_B можно вычислить по следующим формулам:

для камер периодического действия

$$V_B = 2GK/\tau a; \quad (5.6)$$

для камер непрерывного действия

$$V_B = 2G'K/a, \quad (5.7)$$

где G и G' — масса растворителя, поступающего в сушильную камеру с лакокрасочным материалом одновременно и в единицу времени соответственно;

K — постоянная, зависящая от температуры (при изменении температуры 90 . . . 200°С K изменяется в интервале 2 ... 5);

τ — длительность испарения основной массы растворителя ($\tau = 5 \dots 10$ мин);

a — нижний предел взрываемости паров растворителя.

Необходимо фильтровать подсосываемый воздух, лакокрасочное покрытие не должно соприкасаться с воздухом, содержащим пыль.

На условия отверждения существенное влияние оказывает скорость движения нагретого воздуха. Чем выше скорость движения воздуха, тем благоприятнее передача тепла. Для обеспечения нормальной работы сушильных камер принимают скорость движения (перемешивания) нагретого воздуха 0,8...2,5 м/с, разность температур подаваемого и отсасываемого воздуха 10...12 °С.

Имеет также значение направление подачи нагретого воздуха по отношению к поверхности лакокрасочного покрытия. Возможны два варианта: 1) воздух проходит параллельно поверхности покрытия; 2) воздух подается на покрытие вертикально. При вертикальном движении потока скорость воздуха может быть больше, чем при параллельном, при этом значительно улучшается теплопередача.

Подача воздуха для обеспечения вертикального потока осуществляется через сопла (форсунки). При этом эффективность процесса зависит от расстояния форсунок от лакового покрытия и расстояния между самими форсунками. При вертикальном движении потока воздуха скорость отверждения в 2 раза меньше, чем при параллельном движении воздуха. Этим объясняется распространение сопловых сушилок в современных поточных линиях отделки плитных материалов.

Для отверждения лакокрасочных покрытий используют различные типы сушильных камер. Отверждение покрытий, нанесенных на собранные изделия (стулья, ящики и др.), производится в туннельных сушильных камерах с размещением изделий на подвесных монорельсовых конвейерных устройствах. Также в туннельных сушильных камерах производится отверждение покрытий щитов, размещенных на этажерках.

В большинстве же случаев отверждение покрытий щитов и плитных материалов производится в сушильных установках, являющихся неотъемлемой частью поточных линий лакирования. Применяются следующие сушильные установки: с горизонтальной подачей потока воздуха (ленточные, многоэтажные, башенные) и с вертикальной подачей потока воздуха (сопловые).

При отверждении покрытий эффективным является терморadiационный нагрев инфракрасными лучами. Инфракрасное излучение занимает в общем спектре электромагнитных волн обширную область между красными лучами видимой части спектра и ультракороткими радиоволнами, т.е. охватывает диапазон волн 0,78...1000 мкм. Различают три области инфракрасного излучения (по данным Международной комиссии по освещению) : ИК (А) - коротковолновая ($\lambda = 0,78 \dots 1,4$ мкм) ; ИК(В) -средневолновая ($\lambda = 1,4 \dots 3$ мкм); ИК(С) - длинноволновая ($\lambda = 3 \dots 1000$ мкм) .Практическое значение для отверждения лакокрасочных материалов имеют инфракрасные лучи, лежащие в диапазоне 0,78 ... 8 мкм.

Источником инфракрасных лучей может быть практически любое нагретое тело. От температуры тела зависит величина квантов, генерируемых его поверхностью, и длина волны распространения лучистой энергии. Лучистая энергия, попадая на облучаемое тело, частично отражается, частично поглощается и частично пропускается им. По закону Кирхгофа сумма коэффициентов поглощения K_a , отражения K_R и пропускания K_D равна единице. Очевидно, что нагрев тела будет тем больше, чем больше доля поглощенной и меньше доли отраженной и пропущенной энергии.

Большинство реальных тел, способных излучать энергию, относятся к так называемым серым телам. Излучательная способность серого тела по отношению к излучательной способности абсолютно черного тела характеризует степень его черноты. Согласно закону Стефана-Больцмана излучательность $M(T)$, Вт/м², нагретого тела пропорциональна четвертой степени термодинамической температуры тела:

$$M(T) = \epsilon \sigma T^4, \quad (5.8)$$

где ϵ - степень черноты серого тела; σ — постоянная Стефана-Больцмана, $\sigma = (5,67032 \pm 0,00071) \cdot 10^{-8}$ Вт/(м² · К⁴).

Значение ϵ всегда меньше единицы и зависит не только от вида материала, но и от качества его поверхности. Для шероховатых и пористых поверхностей значение ϵ больше, чем для гладких и ровных.

Излучательность источника (излучателя) инфракрасных лучей зависит от температуры. С ростом температуры излучателя не только возрастает количество излучаемой энергии, но и происходит смещение максимума излучения в определенной области длин волн.

На рис. 5.5 представлены кривые распределения излучательности абсолютно черного тела при различных температурах в зависимости от длины волны. Как видно из графика, при повышении температуры излучателя максимум излучательности смещается в сторону волн меньшей длины. Связь между длиной волны λ , соответствующей максимальной излучательности, и температурой для абсолютно черного тела выражается законом смещения Вина:

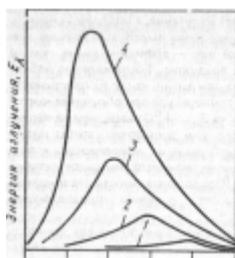


Рис. 5.5. Кривые относительного распределения энергии излучения при различных температурах источника инфракрасных лучей: 1 - 750К; 2 - 1000К; 3 - 1500К; 4 - 2000К

$$\lambda_{\max} T = \text{const} = 2897 \text{ мкм} \cdot \text{К}. \quad (5.9)$$

0 1 2 3 4 5

Длина волны, мкм

Характер распределения энергии излучения реальных тел несколько отличается от распределения энергии абсолютно черного тела. Тем не менее, пользуясь уравнением (5.9), с достаточной для практики точностью можно определить требуемую температуру излучателя, при которой этот максимум приходился бы на волны требуемой длины.

При терморadiационном отверждении лакокрасочных покрытий основное требование заключается в обеспечении достаточно высокой проникаемости их для инфракрасных лучей. Обоснованием для подобного требования является различная способность лакокрасочных материалов поглощать и пропускать инфракрасные лучи, которая зависит от таких его показателей как тип пленкообразователя, вид и количество растворителя, наличие пигментов или наполнителей т.д. Например, ацетон и толуол пропускают до 80...90 % энергии излучения в спектре $\lambda = 1 \dots 5$ мкм,

остальные широко распространенные растворители имеют полосы сильного поглощения около 3...3,5 мкм. Синтетические полимеры сравнительно хорошо пропускают инфракрасные лучи с длиной волны до 2,5...3 мкм и поглощают более длинноволновое излучение. Из этого следует вывод о том, что (при выборе режима терморadiационного отверждения в первую очередь должны учитываться оптические свойства отделочного материала.)

Исследования спектральной отражательной способности различных пород древесины показали, что для них характерно максимальное отражение при длинах волн 1...2 мкм с последующим падением отражения при длине волн 3 мкм и примерно стабильным значением отражательной способности для более длинных волн (7...15 мкм).

Глубина проникновения инфракрасных лучей в древесину в значительной степени зависит от породы: у хвойных пород она больше (4...6 мм), у лиственных меньше (0,5...4 мм). Даже наиболее проникающее излучение с длиной волны 1,1 мкм практически полностью поглощается поверхностным слоем древесины толщиной 1...2 мм.

Если слой покрытия слабо поглощает излучение, а подложка сильнее, то на границе лакового слоя и древесины тепла выделяется больше, чем в слое лака, и температура на границе лак — древесина выше, чем на поверхности лака, контактирующей с воздухом. Такие явления наблюдаются при отверждении нитролаковых покрытий, когда на поверхности древесины и в нижнем слое покрытия температура при облучении коротковолновыми инфракрасными лучами на 3...4°C выше, чем на наружной поверхности лакового слоя. Этого уже достаточно, чтобы интенсивность удаления растворителей была больше из нижележащих к подложке слоев лака по сравнению с количеством испаряющихся летучих продуктов с верхних слоев покрытия. Продолжительность отверждения при этом сокращается в 1,5...2 раза по сравнению с продолжительностью конвективного отверждения.

Терморadiационное отверждение наиболее эффективно для тех лакокрасочных материалов, пленки которых образуются в результате улетучивания растворителей. Однако инфракрасное облучение может быть с успехом применено и для лакокрасочных систем химического пленкообразователя, особенно термопревращаемым (карбамидо- и меламино-формальдегидные олигомеры, ненасыщенные олигоэфирные горячего отверждения). Во всех случаях необходимо в зависимости от оптических свойств лакокрасочного материала выбирать наиболее эффективную спектральную характеристику ИК-излучения, обеспечивающую максимальное сокращение длительности отверждения.)

В зарубежной практике имеются разработки по созданию специальных лакокрасочных материалов, отверждающихся под действием инфракрасного излучения. Наряду с подбором основных компонентов лакокрасочных композиций, удовлетворяющих требованиям терморadiационного отверждения, широкое применение для модификаций технических свойств лакокрасочных материалов нашли специальные комплексные ускорители, вводимые в рабочие составы материалов, а также реактивные грунтовки, предварительно нанесенные на подложку, при контакте с покровным лаком под действием инфракрасного излучения значительно ускоряют процесс пленкообразования.

Наличие в лакокрасочном материале пигментов изменяет оптические характеристики покрытий. Как правило, уменьшается проницаемость покрытий и, следовательно, увеличивается поглощение излучения.

Излучателями инфракрасных лучей в той или иной мере являются все нагретые тела, однако эффективно применяться для технических целей могут лишь специальные инфракрасные излучатели, обладающие высокой излучательной способностью и долговечностью. В то же время излучатели должны обеспечивать генерирование инфракрасных лучей с длиной волны, зависящей от оптических характеристик облучаемого материала; минимальный расход электроэнергии; равномерное облучение поверхности отделяемых изделий; конструктивную простоту.

механическую прочность, антикоррозионную устойчивость, надежность и безопасность в эксплуатации.

Применяемые в технике инфракрасные излучатели принято условно разделять на светлые и темные. Излучатели, генерирующие ИК-лучи с $\lambda = 0,78...2,5$ мкм, считаются светлыми, с $\lambda = 2,6...4,5$ мкм — темными.

К светлым излучателям относятся лампы накаливания типа зеркальных ИКЗ и ИКЗК, работающие при напряжении 220 В, мощностью 250 и 500 Вт. Они снабжены внутренним

рефлектором с алюминированием или серебрением части внутренней поверхности стеклянной колбы (со стороны цоколя). Телом накала является вольфрамовая спираль лампы, нагреваемая до 1500 °С и более с максимумом излучения при $\lambda = 0,78 \dots 1,8$ мкм.

При отверждении лакокрасочных покрытий на древесине ламповые излучатели не нашли широкого применения, так как они дают очень неравномерное распределение теплового потока по поверхности. У ламп короткий срок службы и они не безопасны в пожарном отношении.

Темными излучателями являются ТЭНы (трубчатые электронагреватели) и панельные нагреватели. По сравнению со светлыми излучателями они имеют более низкую температуру нагрева и более удобны в эксплуатации, что обеспечивает им более широкое применение. Наибольшее распространение в промышленности нашли металлические трубчатые электронагреватели. ТЭН может быть в виде прямого стержня и может быть изогнут, ему может быть придана любая форма. Внутри металлической (стальной или латунной) трубки заключена чаще всего нихромовая спираль, плотно впрессованная в жаростойкий кварцевый песок или кристаллическую окись магния (периклаз). Контактные стержни, скрепленные с концами токоведущей спирали, выведены за торцы трубки. Концы трубки герметизированы, поэтому спираль работает без доступа кислорода воздуха и не окисляется.

Излучаемая спиралью энергия не может непосредственно передаваться в пространство, а расходуется на нагрев изоляционной массы. Благодаря высокой теплопроводности массы, окружающей спираль, тепло передается стенкам металлической трубки, и она становится вторичным излучателем, генерирующим инфракрасные лучи с длиной волны большей, чем у первичных волн. Трубка нагревается до момента уравнивания величины притока тепла изнутри и потерь тепла поверхностью трубки излучением и конвекцией. Нагрев трубки в зависимости от назначения и мощности ТЭНа может быть до 400 ... 750 °С. При этом стенками трубки генерируется длинноволновое излучение нередко с выраженным максимумом, приходящимся на длину волн 2,8...4,3 мкм.

Для создания направленного потока излучения за ТЭН обычно помещают рефлекторы плоской или параболической формы из полированного или анодированного алюминия. Недостаток ТЭНа состоит в том, что рабочая температура стенок трубок, нагреваемых за счет теплопроводности, всегда значительно ниже температуры спирали, что снижает КПД этих излучателей.

Более совершенны в этом отношении излучатели, в которых накаливаемая спираль помещена в трубке из кварцевого стекла с высокой проницаемостью для инфракрасного излучения в диапазоне длин волн 1...4 мкм. Поэтому значительная часть излучения спирали, нагреваемой до 1000 К и выше, может распространяться без поглощения оболочкой. Кварцевые излучатели позволяют получить инфракрасное излучение с максимумом в диапазоне длин волн 2...3 мкм. Кварцевые ТЭНы имеют более высокий КПД, однако они дороги.

В некоторых случаях для создания равномерного потока излучения применяют панельные излучатели, изготовленные в виде чугунных или керамических плит.- Плиты могут нагреваться электричеством вмонтированными в них электронагревателями или горячим газом, полученным при сгорании мазута или природного газа в специальных форсунках. Рабочая температура их 350...500 °С, генерируемые ими лучи имеют длину волны 3,5...5 мкм. Керамические плиты предпочтительнее, так как они дешевле, имеют более высокую степень черноты и, следовательно, более высокий КПД как излучатели.

Излучатели, нагреваемые горячим газом, находят применение в сушильных установках большой мощности, где применение электроэнергии неэкономично вследствие относительно высокой ее стоимости. Большое практическое использование находят широкоплоскостные панельные излучатели, представляющие собой короб из листового металла, обогреваемый потоком горячего воздуха или газа.

На терморрадиационное отверждение покрытий влияет ряд факторов: масса и теплофизические свойства материала подложки, мощность излучателя, расстояние от него до отделяемой поверхности. На массивных подложках с большой теплопроводностью покрытия формируются медленнее, чем на тонких с малой теплопроводностью. Увеличение мощности излучателя приводит к сокращению продолжительности отверждения, а увеличение расстояния от излучателя до отделяемой поверхности увеличивает продолжительность отверждения.

Терморadiационное отверждение лакокрасочных покрытий на древесине электрическими излучателями обычно производится с мощностью обогрева 3...10 кВт на 1 м² поверхности излучающего устройства. Расстояние от излучателя до отделяемой поверхности принимают равным 150...300 мм. Расход электроэнергии на 1 м² поверхности отвержденного покрытия составляет 1,8...5,4 МДж.

Большим преимуществом терморadiационного способа отверждения покрытий является практически его безынерционность при включении, что обеспечивает ускоренный подвод тепла к покрытию, в результате чего резко ускоряется стадия подъема температуры слоя лакокрасочного материала.

ОТВЕРЖДЕНИЕ ПОКРЫТИЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Скорость отверждения лаковых систем на основе растворов ненасыщенных олигоэфиров в реакционноспособных мономерах зависит от количества образованных в единицу времени радикалов.

При перекисном отверждении олигоэфирных покрытий процесс радикальной полимеризации идет медленно. Длительность отверждения при этом исчисляется в часах и сутках, что не позволяет в случае применения этих материалов создавать непрерывные поточные линии. Один из способов ускоренного отверждения покрытий заключается в модификации олигоэфирных материалов и формировании покрытий на их основе под действием ультрафиолетового излучения.

Фотохимический способ ускоренного отверждения олигоэфирных покрытий бауван на фотополимеризации. Фотополимеризация — процесс образования макромолекул под действием света, главным образом ультрафиолетового излучения.

Ультрафиолетовое излучение (УФ) представляет собой одну из разновидностей лучистой энергии с длиной волны $\lambda = 10...400$ нм. Практически используемый диапазон ультрафиолетового излучения 100...400 нм условно подразделяют на области (данные Международной комиссии по освещению): УФ-А длинноволновую ($\lambda = 315...400$ нм); УФ-В — средневолновую ($\lambda = 280...315$ нм); УФ-С — коротковолновую ($\lambda = 100...280$ нм).

Согласно закону М. Планка энергия излучения (фотона) E , Дж, определяется по следующей формуле:

$$E = h\nu = h(c/\lambda), \quad (5.10)$$

где h — постоянная Планка ($6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж · с); ν — частота излучения, с⁻¹; c — скорость света, $3 \cdot 10^{10}$ см/с; λ — длина волны, см.

Как видно из приведенной формулы, энергия фотона (кванта света) прямо пропорциональна частоте излучения или обратно пропорциональна длине волны света. Поскольку длина волны ультрафиолетового излучения во много раз меньше длины инфракрасного излучения, его энергия является значительной. Благодаря высокой энергии ультрафиолетовое излучение способно вызывать химические преобразования в облучаемом материале, характеризующиеся сильным активирующим действием на реакцию фотополимеризации.

Механизм отверждения под действием ультрафиолетовых лучей по кинетике аналогичен радикальной полимеризации. Особенностью реакции фотополимеризации является лишь сам механизм инициирования — активации лаковой системы энергией поглощенного кванта света.

Различают два случая инициирования: прямое и сенсibiliзируемое. В первом случае излучение поглощается непосредственно реагирующей молекулой, во втором излучение поглощают специальные вещества — фотосенсибилизаторы, выполняющие роль переносчиков энергии или непосредственно участвующие в инициировании.

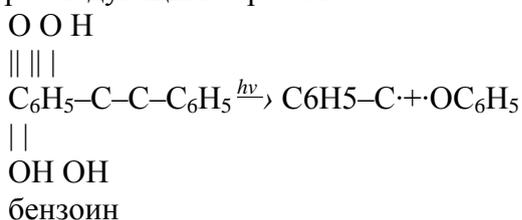
Фотосенсибилизаторы увеличивают чувствительность материала к свету (латинское *sensibilis* — чувствительный).

Обычные системы полиэфирмалеинатных лаков не инициируются ультрафиолетовыми лучами, так как для образования радикалов из молекул мономеров типа стирола или малеинатных групп выделяемой излучателями энергии недостаточно.

При поглощении кванта энергии ультрафиолетового излучения фотосенсибилизатор переходит в так называемое возбужденное энергетическое состояние $S + h\nu \rightarrow S^*$, что приводит к образованию свободных радикалов $S^* \rightarrow S$ и передаче энергии непосредственно мономеру, который в свою очередь переходит в возбужденное состояние $S + M \rightarrow S^* + M$ или $S + M \rightarrow SM$, если радикалы распавшегося соединения реагируют с мономером. Такие соединения, инициирующие

фотополимеризацию, называют фотоинициаторами. При полимеризации ненасыщенных олигоэфиров они более эффективны, чем фотосенсибилизаторы.

В качестве фотоинициаторов могут быть применены многие органические соединения, главным образом ароматического ряда, причем для лаковых систем различного химического состава эффективными оказываются различные соединения. Для ненасыщенных олигоэфиров наиболее эффективными являются бензоин ($C_{14}H_{12}O_2$) и его производные: метиловый эфир бензоина ($C_{15}H_{14}O_2$), изобутиловый эфир бензоина ($C_{15}H_{30}O_2$), антразион и др. Под действием ультрафиолетовых лучей эти соединения распадаются при комнатной или даже более низкой температуре следующим образом:



Образовавшиеся при этом свободные радикалы обеспечивают весьма высокие скорости отверждения лаковых пленок.

Интенсивность отверждения покрытий под воздействием энергии УФ-лучей различных длин волн зависит от абсорбционных свойств фотоинициатора, основы лака и рабочей лаковой композиции. При этом оптимальные условия воздействия энергии УФ-лучей на фотоинициатор создаются тогда, когда спектры поглощения фотоинициатора находятся в области пропускания основы лака. В этом случае основа лака не перехватывает энергию УФ-излучения, обеспечивая возможность фотоинициатору поглощать ее в максимальном количестве¹. Область поглощения лаковых композиций находится между соответствующими границами поглощения основы лака и фотоинициатора. Покрытие должно облучаться УФ-лучами такой длины волны, при которой будет обеспечиваться наибольшая сорбция излучения данной композицией отверждаемого материала.

На основе изучения спектральных характеристик ненасыщенных олигоэфирных материалов (включая фотоинициаторы) и определения их энергетической активности установлено, что резкое увеличение коэффициента поглощения материалами энергии УФ-лучей происходит в интервале длин волн 300...400 нм. Максимальная скорость отверждения покрытий наблюдается при длине волны 350...380 нм.

Оптимальные массовые концентрации фотоинициаторов в рабочих составах ненасыщенных олигоэфиров составляют 1,5...3,0 %. Избыток фотоинициатора в лаке не допускается, так как он может явиться причиной снижения физико-механических показателей отвержденного покрытия.

Источниками УФ-излучения являются газоразрядные лампы. В промышленности используется два типа ламп: люминесцентные лампы низкого давления и ртутно-кварцевые лампы высокого давления.

Люминесцентные лампы представляют собой стеклянные трубки различной длины, в торцы которых впаяны ножки, несущие на себе электроды. В трубку введено небольшое количество ртути, создающее некоторое давление насыщающих ее паров (1,3...133,3 Па), и инертный газ (аргон), предназначенный для облегчения зажигания лампы. На внутреннюю поверхность трубки равномерно по всей длине нанесен тонкий слой люминофора, который дает возможность получать непрерывный спектр излучения с необходимым диапазоном длин волн.

Люминесцентные лампы имеют световой КПД УФ-излучения около 20 % полного потока. При максимальной удельной мощности 0,8 Вт/см, которую могут иметь такие лампы, интенсивность излучения в области длин волн, обеспечивающих процессы фотополимеризации, составляет лишь 0,16 Вт/см. Люминесцентные лампы низкого давления в рабочем состоянии нагреваются до температуры не более 35...45 °С и поэтому их часто называют холодными излучателями.

Из большого ассортимента газоразрядных ламп низкого давления наиболее эффективными являются те, максимум распределения светового потока УФ-излучения которых лежит в диапазоне длин волн 350...380 нм, что обеспечивается соответствующим люминофором и трубкой из кварцевого стекла, которое хорошо пропускает это излучение.

Наиболее широкое применение в отечественной промышленности нашли люминесцентные лампы ЛУФ (ГОСТ 6825—74), имеющие максимум излучения в диапазоне 340 ... 370 нм.

Технические характеристики люминесцентных ламп

ЛУФ-40 ЛУФ-80

| | |
|--|---------------|
| Мощность, Вт | 40 80 |
| Напряжение на лампе, В | 103±10 108±10 |
| Сила тока, А | 0,43 0,86 |
| Удельная мощность лампы, Вт/см | 0,3 0,6 |
| Номинальный лучистый поток при длинах волн 300... 400 нм, Вт ; | 5,0 8,0 |
| Длина лампы, мм | 1200 1200 |
| Средний срок службы лампы, ч | 3000 1000 |

Более мощными источниками УФ-лучей являются ртутные лампы высокого давления, дающие излучение вследствие возбуждения атомов паров ртути, содержащихся в разрядной трубке из кварцевого стекла.

В таких лампах в процессе работы создается давление паров ртути до 0,5 МПа. Температура колбы лампы в рабочем режиме достигает 700°C. Поэтому их изготавливают из высокопрочного и тугоплавкого кварцевого стекла.

Лампы высокого давления в области длин волн 320...380 нм имеют световой КПД излучения не более 7% полного потока. Максимальные удельные нагрузки ламп наибольшей мощности составляют 80...120 Вт/см. Интенсивность излучения при такой мощности ламп находится в пределах 5,6...8,4 Вт/см, т.е. в 35...50 раз выше, чем ламп низкого давления.

Ртутно-кварцевые лампы ДРТ-1000, ДРТ-2500, ДРТ-4000, ДРТ-6000, ДРТ-12000 выпускают различной мощности. Удельная мощность лампы-отношение номинальной мощности к длине светящейся части лампы — для лампы ДРТ-12000 составляет 88 Вт/см (с учетом потерь мощности 80 Вт/см). Интенсивность излучения определяют, исходя из КПД излучателя (лампы) в определенной области длин волн. На рис. 5.8 показан общий вид лампы ДРТ-12000.

Лампы используются в специальной осветительной арматуре. Для включения ламп и управления их работой служат пускорегулирующие аппараты (ПРА).

Важным элементом осветительной аппаратуры является рефлектор, обеспечивающий направленный поток энергии УФ-излучения. Рефлектор может иметь эллиптическую или параболическую форму. Наиболее эффективным считается фокусирующий, или эллиптический, рефлектор, так как он обеспечивает наибольшую интенсивность УФ-излучения в фокальной точке. При использовании рефлекторов эллиптической формы необходимо регулировать излучатель по высоте над облучаемой поверхностью для получения нужной концентрации энергии. Рефлектор параболической формы, дающий параллельный луч, можно реже регулировать. Рефлекторы изготовлены из тонкого листового алюминия с защитным термостойким слоем.

ДРТ-6000 ДРТ-12000

| | |
|---|-----------------|
| Номинальная мощность, Вт | 6000 12000 |
| Напряжение на лампе, В | 890+90 1800±180 |
| Сила тока, А | 7,8 7,5 |
| Длительность выхода на установившийся режим, мин..... | 8 5 |
| Удельная мощность лампы, Вт/см | 80 80 |
| Поток излучения при длине волны 365 нм, Вт..... | 360 720 |
| Длина светящейся части лампы, мм | 750 1370 |
| Средняя продолжительность горения лампы, ч..... | 1000 1000 |

Большая часть мощности ртутно-кварцевых ламп высокого давления затрачивается на тепловые излучения. Для нормальной работы лампы необходимо, чтобы температура окружающего воздуха не превышала 400°C, а температура на поверхности отверждаемых покрытий была не выше 50...60 °C. Поэтому важен правильный выбор способа охлаждения излучателей высокого давления. Для этих целей можно использовать воду, специальные фильтры и воздух.

Современные сушильные установки с лампами высокого давления, как правило, оборудуют воздушным охлаждением излучателей. Расход воздуха для охлаждения установок с лампой ДРТ-12000 — 600 м³/ч, соответственно с лампой ДРТ-6000 — 300м³/ч. Преимуществом воздушного охлаждения является и то, что вместе с вентилируемым воздухом уносится озон, образующийся под воздействием коротковолновой области УФ-лучей. Охлаждения требуют и установки с лампами низкого давления, но со значительно меньшим объемом вентилируемого воздуха.

Ускоренное отверждение покрытий УФ-лучами выполняется в специальных установках с различными вариантами использования ламп низкого и высокого давления. Лампы низкого давления могут использоваться (чаще для парафиносодержащих лаков) для полного отверждения покрытий. Преимуществом этого УФ-облучения является то, что пленка не нагревается под холодными излучателями. Но вследствие незначительной мощности ламп низкого давления (40...120 Вт) требуется установить большое число ламп, что нежелательно, например, в поточных линиях. Процесс проходит с невысокой интенсивностью и продолжается 6...8 мин (лампы ЛУФ 80-04). Лампы низкого давления применяются в основном для сокращения периода образования защитной парафиновой пленки и желатинизации покрытий. При этом длительность желатинизации составляет 20...40 с.

Лампы высокого давления с повышенной температурой кварцевой колбы являются и тепловыми излучателями, что исключает возможность их применения при отверждении парафиносодержащего лакового покрытия, находящегося еще в жидком состоянии, так как высокая температура препятствует образованию сплошного парафинового слоя на поверхности. С помощью таких ламп осуществляют окончательное отверждение лакового покрытия только после его предварительной желатинизации с помощью ламп низкого давления. Непосредственное использование ламп высокого давления возможно лишь для ускоренного отверждения олигоэфирных грунтовок и шпатлевок, наносимых на отделяваемую поверхность с небольшим удельным расходом ($30...60 \text{ г/м}^2$), а также специальных лаков УФ-отверждения, не содержащих парафиновых добавок.

Для обеспечения равномерного облучения поверхности покрытий излучатели устанавливают перпендикулярно направлению движения деталей. Качественное отверждение получается при размещении 10...15 ламп низкого давления и 3...6 ламп высокого давления на 1 м длины рабочей зоны сушильной камеры. При этом потребляемая мощность составляет 1 кВт/м^2 на участке желатинизации и примерно $10...20 \text{ кВт/м}^2$ в зоне излучателей высокого давления. Лампы низкого давления рекомендуется устанавливать на расстоянии около 50 мм до облучаемой поверхности. Для излучателей высокого давления это расстояние зависит от вида используемого олигоэфирного материала и может составлять от 70 мм при отверждении грунтовок или шпатлевок до 300 мм при отверждении лаковых покрытий.

Продолжительность облучения с помощью ламп высокого давления составляет от 10 с до 3 мин для лаков и 2...40 с для грунтовок и шпатлевок. Она зависит не только от состава лака, вида применяемого фотоинициатора и мощности излучения, но и от толщины покрытия.

При этом следует учитывать и тот факт, что при отверждении покрытий УФ-облучением наблюдается неравномерность сорбции энергии излучения по толщине покрытия. В этом состоит, существенный недостаток интенсификации отверждения УФ-излучением. Поскольку излучение направлено от поверхности в глубь покрытия, наибольшая часть энергии сорбируется поверхностными слоями и отверждение покрытия происходит неравномерно. Внутренние слои, особенно прилегающие к подложке, отверждаются с запаздыванием по сравнению с отверждением поверхностных слоев, что приводит к возникновению напряжений в покрытии, снижающих его прочность, морозостойкость и другие показатели.

В прямой зависимости от интенсивности облучения находится температура покрытия при отверждении УФ-облучением. Нагрев покрытия может приводить к росту термических напряжений в покрытии, которые в 4...5 раз превышают величину усадочных напряжений. Эффективным способом снижения нагрева покрытия и термических напряжений в процессе УФ-отверждения является обдув покрытия потоком холодного воздуха со скоростью 4 ... 6 м/с.

Интерес представляют ртутно-кварцевые УФ-лампы, работающие в импульсных режимах. В зарубежной практике они известны под названием YST (Impuls Strahlen Trocknung) или излучателей высокой мощности. Принципиальное их отличие заключается в генерировании излучения в виде коротких импульсов (порядка 1000 с^{-1}), периодически повторяющихся с частотой 10 ... 100 Гц. Длина волны УФ-излучения — около 200 нм. Энергетическая мощность облучения во время импульса до 50 кВт/м^2 . Во избежание перегрева покрытия для обычных ртутно-кварцевых ламп высокого давления она не выше 20 кВт/м^2 .

При импульсном способе отверждения практически не происходит нагрева покрытий и, следовательно, в покрытии не возникает термических напряжений. В промежутке между импульсами облучения отверждение покрытий продолжается за счет наличия пост-эффекта

радикальной полимеризации. Общая продолжительность отверждения покрытий при импульсном режиме может быть сокращена в 1,5 раза по сравнению со стационарным режимом работы УФ-ламп.

Разновидностью ртутно-кварцевых ламп высокого давления являются дуговые ртутные лампы с йодидами металлов (ДРТИ). Конструкция этих ламп схожа с конструкцией ламп типа ДРТ. Разница заключается в том, что наряду с ртутью в лампу вводятся йодиды некоторых металлов, позволяющих смещать максимум спектра излучения в ближнюю или наоборот в дальнюю область УФ спектра. Это позволяет повысить эффективность источников УФ-излучения за счет повышения выхода УФ энергии в 1,5...2 раза, а также за счет правильного подбора длины волны излучения источника под резонансную длину волны поглощения фотоинициатора. В качестве наполнителей в металлогалогенных лампах (МГЛ) используются йодиды натрия, таллия, индия, галлия, свинца, кобальта, никеля, железа и других металлов. Наиболее эффективны МГ для отверждения пигментированных покрытий. При этом применяются лампы с добавкой галлия и других металлов, смещающих максимум УФ-излучения в длинноволновую область, имеющую большую проникающую способность для пигментированных и толстых прозрачных покрытий. Недостатком МГЛ является трудность получения их большой длины из-за сложности зажигания длинных ламп и возможной неравномерности спектра излучения по длине светящегося тела.

РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКОЕ ОТВЕРЖДЕНИЕ ПОКРЫТИЙ

В основе радиационно-химического метода отверждения покрытий лежат процессы взаимодействия частиц высоких энергий с лакокрасочными материалами и средой, в которой осуществляется формирование покрытий. Из всех видов радиоактивных излучений высокой энергии (α -лучи, β -лучи, γ -лучи) практически применяются только β -лучи, представляющие собой поток ускоренных электронов, способных проникать в лакокрасочный слой на заданную толщину.

Кинетика отверждения олигоэфирных покрытий β -лучами подчиняется общим закономерностям радикальной полимеризации. Под действием β -излучения происходят разнообразные элементарные процессы в различной последовательности. Они сводятся в конечном счете к взаимодействию заряженных частиц с электронами лакокрасочного вещества. Так как энергия радиоактивных частиц, применяемых при облучении, во много раз превосходит энергию валентных электронов веществ-компонентов лакокрасочного материала, первичное взаимодействие излучения приводит к первичной и вторичной ионизации вещества, возникновению свободных радикалов, возбужденных молекул и атомов.

В конечном счете все происходящие процессы приводят к возникновению свободных радикалов — наиболее активных стабильных частиц, которые вызывают полимеризацию материалов, протекающую по известному цепному механизму — инициирование, рост и обрыв цепи. Таким образом, по своему действию радиационная полимеризация близка к фотополимеризации. Отличие состоит лишь в том, что β -лучи, обладая значительно большей энергией кванта излучения, чем ультрафиолетовые лучи, могут вызывать образование радикалов и сополимеризацию ненасыщенного олигоэфира с мономером без инициаторов или ускорителей.

Скорость реакции отверждения зависит только от интенсивности облучения. Поскольку при облучении потоком ускоренных электронов реакционноспособные радикалы создаются очень быстро и в большом количестве, то лакокрасочный состав почти мгновенно превращается в гелеобразное состояние. Желатинизация начинается уже при небольших дозах излучения, с увеличением дозы степень отверждения непрерывно повышается до предельного значения, после которого физико-химические свойства покрытий не улучшаются. При дальнейшем увеличении дозы облучения может произойти разрушение лакокрасочного материала, а также изменение свойств подложки (светлые породы древесины темнеют).

Для получения потока ускоренных электронов используют ускорители электронов. По принципу действия они аналогичны электроннолучевым трубкам или приемным телевизионным трубкам.

Промышленный ускоритель электронов состоит из следующих основных узлов: источника питания, излучающего устройства, вакуумной системы, сканирующего устройства и выходного экрана.

От источника питания постоянное напряжение подается по высоковольтному кабелю к излучающему устройству — катоду, расположенному в верхней части ускоряющей трубки. При прохождении постоянного тока через нить накала катода образуется пучок свободных электронов,

который фокусируется и ускоряется в установленной за катодом ускоряющей вакуумной трубке (вакуум до 1,33 мПа), что приводит к увеличению их энергии до расчетной максимальной величины.

Для распределения энергии пучка по площади, значительно превышающей поперечное сечение пучка на выходе из ускорителя, используется сканирующее устройство, работа которого основана на действии магнитного переменного поля. Сканирование обеспечивает перемещение пучка электронов попеременно в обе стороны с большой частотой внутри плоского раструба, в результате чего выходящий в атмосферу пучок имеет форму плоской ленты, длина которой может быть доведена до 2000 мм.

Нижняя часть раструба, представляющая собой выходной экран, герметически закрыта натянутой металлической фольгой из титанового, алюминиевого или никелевого сплава толщиной 0,02...0,05 мм при ширине 20...40 мм. Выведенный через выходной экран развернутый пучок электронов облучает перемещаемые с постоянной скоростью детали с лакокрасочным покрытием. Расстояние лакокрасочного покрытия от выходного экрана обычно не более 100...200 мм.

Основной характеристикой электронных ускорителей является ускоряющее напряжение. Оно же является мерой энергии, с которой электроны ускоряются при прохождении через трубку. Энергию электронов в ускорителях измеряют в килоэлектрон-вольтах и мегаэлектронвольтах (допускается к применению внесистемная единица энергии).

Выпускаемые в настоящее время в нашей стране и за рубежом промышленные электронные ускорители, применяемые для различных целей, вырабатывают электронные лучи, обладающие энергией порядка 0,1...1,5 МэВ (0,016...0,24 пДж). Сила тока электронного пучка

выбирается в интервале 20...150 мА, что при рабочей ширине установок 1000...2000 мм обеспечивает удельную силу тока 0,1...1,5 мА на сантиметр ширины развертки пучка.

Величина энергии электронов определяет возможную глубину проникновения электронного излучения в облучаемый материал и, следовательно, возможную толщину отверждаемых покрытий и производительность установки. Глубина проникновения электронов зависит также от плотности отверждаемого материала. Чем больше плотность материала, тем меньше поглощенная в более глубокие слои доза энергии. Наличие в лакокрасочных материалах пигментов требует для отверждения более высокой энергии электронов.

Оптимальными следует считать такие условия облучения покрытий, при которых глубина проникновения электронных лучей будет не более и не менее полной толщины покрытия. Если глубина проникновения электронов больше толщины покрытия, то воздействию электронного облучения будет подвергаться подложка, что может вызывать ее нежелательную деструкцию. Если же поток электронов будет проникать не на полную толщину покрытия, то лакокрасочный слой будет отверждаться неравномерно и не полностью.

Практически для отверждения лакокрасочных покрытий толщиной от 500 мкм используют энергию ускоренных электронов 0,3...0,7 МэВ (0,048 . . . 0,112 пДж). При прохождении через лакокрасочный материал 4...6 % энергии электронов превращается в тормозное рентгеновское излучение с высокой проникающей способностью. Для защиты от этого излучения требуется экранирование облучающей установки.

При радиационно-химическом отверждении большее значение, чем глубина проникновения, имеет энергия излучения, поглощенная единицей массы материала, называемая поглощенной дозой излучения, или дозой излучения. За единицу дозы излучения в СИ принят грэй. 1 Гр равен дозе излучения, при которой облученному веществу массой 1 кг передается энергия ионизирующего излучения 1 Дж. Единицей мощности поглощенной дозы излучения является Гр в секунду (Гр/с) — мощность дозы излучения, при которой за время 1 с поглощенная доза излучения возрастает на 1 Гр.

При воздействии потока электронов на отверждаемое вещество наблюдается неравномерность относительного распределения дозы излучения по толщине ионизируемого слоя материала. Абсолютное значение дозы, необходимой для отверждения покрытий, зависит не только от толщины покрытия, но и от состава лакокрасочного материала, мощности дозы облучения, вида и свойств подложки.

Способ отверждения под действием электронного облучения может быть применен для ненасыщенных олигоэфиров, полиакрилатов, полиуретанов. Предпочтительны материалы без растворителей. На древесных подложках практически этот способ применяют для ненасыщенных олигоэфиров. Отечественной промышленностью выпускается специальный лак электронного

отверждения ПЭ-284, состоящий из двух компонентов: полуфабрикатного лака и добавки для улучшения розлива — раствора алкидного олигомера ГФК-46 в олигоэфире ТГМ-3. Вязкость лака по ВЗ-246 при температуре 20 °С не более 140 с, содержание нелетучи* веществ в лаке 97 ... 98 %.

Покрытия удовлетворительно отверждаются при дозах излучения 20 . . . 200 кГр. Более высокие дозы излучения нежелательны во избежание деструктивных процессов в покрытии и подложке. Для металлической подложки требуется меньшая доза облучения, чем для древесной. Последнее обстоятельство можно объяснить тем, что металлическая поверхность в значительной степени отражает прошедшее излучение и оно вновь возвращается в пленку.

При радиационно-химическом отверждении у большинства полимеризующихся систем после окончания облучения в последующие 24 . . . 72 ч продолжает увеличиваться степень твердости, а наблюдаемый в первый момент времени отлип лаковой пленки исчезает. Это явление, называемое постэффектом, вызвано наличием долгоживущих свободных радикалов и зависит как от дозы облучения, так и от состава лакокрасочного материала. С практической точки зрения это в принципе положительное явление имеет и отрицательные последствия, так как остающиеся в системе после облучения свободные радикалы приводят к преждевременному старению покрытия.

Значительные осложнения при отверждении лакокрасочных покрытий ускоренными электронами вызывает ингибирующее действие кислорода воздуха. Даже при высокой скорости проходящего процесса пленкообразования поверхностный слой покрытия может оставаться липким. Устранять эти явления можно введением парафиновой добавки или отверждением в атмосфере инертного газа. Однако добавление парафина, который сейчас широко применяется при отверждении полиэфирных материалов обычными способами, нежелательно, так как увеличивается выдержка между нанесением лакокрасочного материала и его отверждением (время, необходимое для всплытия парафина). Поэтому в настоящее время почти на всех промышленных установках влияние кислорода воздуха устраняют за счет проведения процессов отверждения в атмосфере инертного газа.

Раздел 6. Методы отделки древесины и древесных материалов

Тема 6.1. Подготовка поверхности древесины и древесных материалов к отделке. Классификация методов. Механические методы: зачистка, шлифование, заделка дефектов и сучков, удаление ворса, холодный и горячий прокат.

Процессы отделки древесины отличаются большим разнообразием, что связано с различными требованиями, предъявляемыми к отделке изделий различного назначения, разнообразием отделочных материалов, способов их нанесения и обработки.

Выбор того или иного варианта технологического процесса должен основываться прежде всего на требованиях, предъявляемых к покрытию, и свойствах лакокрасочных материалов. Во всех случаях, выбирая технологический процесс отделки, следует стремиться к минимальному числу операций и расходу отделочных материалов при обеспечении необходимых свойств покрытия, максимальной механизации и автоматизации процесса.

В технологическом процессе как прозрачной, так и непрозрачной отделки древесины можно выделить три характерные стадии: 1) подготовка поверхности древесины к отделке; 2) создание покрытия; 3) облагораживание покрытия.

Своеобразие способа имитационной отделки проявляется только при облицовывании поверхности древесины текстурными материалами при создании рисунка, имитирующего ценную породу древесины, методом непосредственной типографической печати на поверхности щитов, облицованных шпоном таких распространенных пород, как береза, бук, осина, сосна и др., или на поверхности древесностружечной плиты. Большинство технологических операций требуют операций отверждения (сушки).

Первая стадия — подготовка поверхности древесины — при прозрачной отделке включает зачистку поверхности древесины, удаление с нее ворса и отбеливание, при непрозрачной отделке — зачистку поверхности древесины, ее обессмоливание и местное шпатлевание (подмазку).

Вторую стадию — создание покрытия — при непрозрачной отделке составляют крашение, грунтование и порозаполнение, лакирование, при непрозрачной отделке — грунтование, шпатлевание и окраска.

Третья стадия — облагораживание поверхности покрытия — заключается при прозрачной отделке в выравнивании поверхности покрытия, полировании, матировании и удалении полировочного масла, при непрозрачной отделке — в выравнивании поверхности покрытия, полировании и удалении полировочного масла.

Механические методы подготовки поверхности древесины. При подготовке поверхности древесины механическими методами стремятся получить ровную поверхность, высота неровностей на которой не должна превышать $R_{m \max} = 16$ мкм по ГОСТ 7016-82, удалив при этом с поверхности ворс.

Дело в том, что древесина является капиллярно-пористым телом, поэтому структурные неровности обеспечивают необходимый адгезионный контракт. Шероховатость же поверхности древесины увеличивает расход лакокрасочных материалов.

Основным способом уменьшения шероховатости поверхности является шлифование шкурками на различных шлифовальных станках. Рекомендуется производить двух- или трехразовое шлифование. Детали облицованные шпоном твердых лиственных пород, шлифуют три раза, первый раз шкурками с номерами зернистости 16 ... 25, второй — 10 ... 12, третий — 6 ... 8. Детали из массива шлифуют, как правило, 2 раза: первый раз шкурками с номерами зернистости 12 ... 16, второй — 8 ... 10.

Направление шлифования должно совпадать с направлением волокон древесины или быть к ним под углом не более 15° . При обработке деталей, облицованных шпоном с направлением волокон под разными углами, допускается производить шлифование под углом к волокнам древесины не более 15° . Скорость резания должна быть в интервале 20... 25 м/с.

На отшлифованной поверхности не допускаются царапины, обугливание, вырывы волокон, следы от ножей и резцов предыдущей обработки, шлифовка облицовочного слоя шпона на выклеинных или облицованных деталях.

Для обеспечения удаления ворса поверхность древесины смачивают теплым 3...5 %-ным раствором глютинового клея. После высыхания поверхность шлифуют шкурками № 6...8. Поднявшийся ворс приобретает жесткость и легко сошлифовывается.

В технологии отделки древесины покрытия формируются в виде многослойной системы, т. е. покровные слои наносятся на предварительно отвержденные полимеры, как правило, подвергаемые шлифованию. Таким образом, механический способ подготовки поверхности древесины легко включается в технологический процесс отделки.

Физические методы подготовки поверхности древесины. При совершенствовании технологии отделки древесины необходимо уделить серьезное внимание поиску принципиально новых методов подготовки поверхности древесины. Прежде всего это относится к различным видам электрических разрядов (тлеющий разряд, электронная бомбардировка, коронный разряд), обработке в газовом пламени, ультразвуковой обработке, применению вакуума, вибрации. Все перечисленные способы еще пока не нашли практического использования при подготовке поверхности древесины. Тем не менее опыт лабораторных исследований способа отделки с применением вакуума показал перспективность такой технологии. Вакуум создается для предварительного удаления воздуха из пор древесины, что повышает адгезию лаковой пленки к поверхности древесины, исключает появление пузырьков воздуха в покрытии, обеспечивает более высокую плотность пленки, что приводит к усилению блеска покрытия.

Равномерное распределение лакокрасочных материалов по поверхности, удаление воздуха из полостей древесины, увеличение плотности лаковой пленки можно по аналогии получить виброобработкой изделий в диапазоне низких частот (10 ... 50 Гц), а также применяя ультразвук.

Физико-химические методы подготовки поверхности древесины. При отделке древесины хвойных пород, на поверхности которой образуются значительные скопления природной смолы, снижающей адгезию лакокрасочных материалов и способность их отверждаться, часто возникает необходимость в обессмоливании подготавливаемых к отбеливанию поверхностей. При наличии пятен, вызванных естественной окраской древесины или пробитием клея при облицовывании, а также в случаях, когда надо получить особо светлую поверхность древесины, проводят отбеливание.

Обессмоливание Достигается растворением и смыванием смолы с поверхности древесины. Применяемые для обессмоливания продукты и составы по их действию можно разделить на растворяющие и омыляющие.

К растворяющим относятся ацетон, спирт, бензин, бензол, четырех-хлористый углерод и другие органические растворители, хорошо растворяющие живицу и еловую серку. Однако высокая стоимость, огнеопасность и токсичность растворителей ограничивают их применение. Поэтому чаще для обессмоливания пользуются омыляющими средствами, в основном углекислым натрием (NaCO_3), углекислым калием ($\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и едким натрием (NaOH). Для обессмоливания поверхность древесины натирают горячим 5—6 %-ным водным раствором едкого натрия. Омыленную горячей щелочью смолу смывают затем теплой водой. Под воздействием щелочи древесина темнеет, поэтому при прозрачной отделке древесины хвойных пород такой способ обессмоливания можно применять лишь в случае окрашивания поверхности в относительно темные тона.

Отбеливание применяется также относительно редко. Необходимость в отбеливании возникает только в случаях наличия на поверхности древесины пятен, а также тогда, когда надо получить особо светлую поверхность древесины. Для отбеливания древесины обычно используют перекись водорода (H_2O_2) и щавелевую кислоту (COOH—COOH). Перекись водорода, поступающую на предприятия 30 ... 35 %-ной концентрации, разбавляют водой до получения раствора 15 %-ной концентрации с добавлением 2 %-ного нашатырного спирта (NH_4OH), который активизирует действие перекиси водорода.

Щавелевая кислота (COOH)₂ в виде бесцветных призматической фор* мы кристаллов хорошо растворяется в воде при комнатной температуре, Для отбеливания пользуются 5-6%-ным раствором щавелевой кислоты. Отбеливающие растворы наносят на обработанную поверхность щетками или кистями из луба. После выдержки в течение нескольких минут поверхность обмывают теплой водой.

Как обессмоливающие, так и отбеливающие составы токсичны. Поэтому при выполнении этих операций необходимо защищать глаза предохранительными очками, а руки — резиновыми перчатками.

Качество подготовки поверхности древесины оценивают различными методами. Наиболее совершенная методика оценки качества по поверхностному натяжению подложки, так как этот метод позволяет судить о поверхностной активности материалов с термодинамической точки зрения. Зная поверхностное натяжение $\sigma_{\text{т.г}}$, можно определить основные характеристики смачивания и работу адгезии без дополнительных экспериментальных исследований расчетным путем. Это тем более необходимо, так как в последние годы для регулирования смачивания лакокрасочными материалами поверхность древесины обрабатывают поверхностно-активными веществами, что позволяет управлять процессом растекания и уменьшать потери лакокрасочных материалов за счет сокращения стекания лака с отделяемых изделий.

Крашение. Одной из первых, но не обязательных отделочных операций является крашение. Операция крашения при прозрачной отделке производится для изменения натурально- » цвета древесины или его усиления, но без вуалирования текстуры.

В качестве красителей используют преимущественно синтетические водорастворимые кислотные красители для древесины №1...№16. В отдельных случаях применяют природные красители в виде водных растворов — бейцы, а также протравы и пигменты.

Операция крашения состоит из приготовления красителя, нанесения его, сушки и протирки поверхности. Красители готовят 1...2%-ной концентрации. Воду подогревают до температуры 60 . . . 70 °С, растворы красителя фильтруют. Наносят краситель вручную, тампоном или кистью, распылением, на вальцевых станках, окунанием. Во всех случаях раствор должен наноситься с избытком, чтобы древесина могла свободно сорбировать краситель. Примерно через 1 мин после нанесения избыток красильного раствора убирают, протирая поверхность отжатым тампоном. При крашении древесины таких пород, как береза и бук, перед нанесением красильного раствора рекомендуется увлажнять поверхность водой. При нанесении красителя тампоном поверхность обильно смачивают вдоль и поперек волокон, после чего тампоны отжимают и снимают ими излишки красителя. На вертикальные поверхности наносить красильный раствор следует снизу так, чтобы избыток красителя стекал по уже окрашенной влажной поверхности.

В настоящее время широко применяется окрашивание поверхностей щитов на станках с поролоновыми вальцами, наносящих красильный раствор, и щитками, разравнивающими и

втирающими краситель на поверхности (см. рис. 4.24). При таком методе нанесения красильного раствора достигается равномерность окрашивания и высокая производительность выполнения операции.

При крашении окунанием следует подогревать растворы красителей до температуры 40 ... 50 °С, что способствует более глубокому проникновению красителя в древесину. Кроме температуры на глубину проникновения красителя в древесину оказывает влияние дисперсность растворов, порода древесины и другие факторы. Добавка в красильный раствор аммиачной воды (до 5 %) способствует повышению дисперсности раствора и более глубокому проникновению красителя в древесину. Применять аммиачную воду можно только в холодных растворах и осторожно, так как пары аммиака токсичны.

При нанесении распылением краситель наносят мокрым или сухим способами. При мокром крашении краситель подают из распылителя под давлением 0,25 ... 0,35 мПа с расстояния 250 ... 300 мм вдоль и поперек волокон, после чего поверхность протирают ветошью для снятия излишком красителя. Сушат окрашенные поверхности в течение 1,5 ... 2,0 ч при температуре 18 ... 23 °С или 15 ... 20 мин при температуре 60 °С.

При сухом крашении краситель распыляют под давлением 0,4 ... 0,5 мПа с расстояния 450 ... 500 мм при неполной подаче красителя. После сухого крашения сушки и протирки поверхности не требуется. Этот способ особенно широко применяют при отделке облицованных поверхностей со следами пробития клея.

Для протравного крашения употребляют растворы протрав, представляющие собой растворы солей металлов железа (железный купорос, хлорное железо, уксусное железо) или меди (хлорная медь, медный купорос), а также известковое молоко. Протравы готовят 0,5...5 %-ной концентрации, растворяя соли в горячей воде, растворы процеживают. Охлажденный до комнатной температуры раствор наносят на древесину. Красящее действие протрав основывается на их химическом взаимодействии с дубильными веществами, содержащимися в древесине. В результате такого взаимодействия образуются соединения, которые изменяют цвет древесины.

Возможно также и газовое протравное крашение древесины путем выдержки ее в камерах, насыщенных парами аммиака.

Основной недостаток протравного крашения — ограниченное число получаемых цветных тонов, а также зависимость цветового тона от колебаний химического состава древесины. Поэтому результаты, полученные на одном изделии, могут оказаться невозпроизводимыми на другом. В настоящее время протравное крашение применяется редко.

Одним из возможных направлений протравного крашения является окраска древесины лиственницы. При крашении лиственницы растворами красителей светлая и рыхлая ранняя древесина годовых слоев сорбирует гораздо больше красящего раствора, чем темная и более плотная поздняя древесина. В результате после крашения ранняя древесина оказывается значительно темнее поздней, и весь рисунок окрашенной поверхности напоминает негатив естественного рисунка.

В древесине хвойных пород почти не содержится танинов, протравное крашение ее возможно лишь при предварительном нанесении на ее поверхность растворов танинов или их заменителей, в частности, резорцина, пирокатехина, ароматических аминов. При нанесении на поверхность древесины эти вещества откладываются в больших количествах в более плотной поздней древесине. Благодаря этому при последующем нанесении протравы поздняя древесина годовых слоев окрашивается в более темный цвет, чем ранняя. Этим подчеркивается естественная текстура хвойной древесины; окраска ее становится позитивной.

В некоторых случаях можно применять пигментное крашение, но его основной недостаток — вуалирование текстуры древесины — практически исключает возможность его применения при отделке изделий с высокими декоративными свойствами.

Грунтование и порозаполнение. Защитные и декоративные свойства покрытий в большой степени зависят от операций грунтования. При соответствующем подборе грунтовок можно не только улучшить адгезию и растекание лакокрасочных материалов, но и проявить текстуру древесины, снизить расход дорогостоящих лаков и внутренние напряжения в покрытии.

В качестве грунтовочных материалов используют карбамидные грунтовки ЦНИИМОД-54, ГМ-11, нитрокарбамидные грунтовки НЦК, НК-1, порозаполнители КФ-1, КФ-2, ЛК-1, ЛК-2, поренбец НЦ-0140. Для создания покрытий высокой категории качества под полиуретановые,

полиэфирные, меламино-алкидные лаки в качестве грунтовок могут использоваться более дешевые лаки общего назначения или так называемые грунт-лаки. Из этой группы лаков наиболее часто в качестве грунтовочных лаков используют карбамидо-алкидный лак МЧ-52, поливинил-бутиральный грунт-лак ВЛ-278 и др.

Грунтование заключается в нанесении жидких грунтовочных материалов на поверхность и протирке поверхности для снятия излишков грунтовки. Порозаполнение состоит из нанесения порозаполнителя, втирания его в поры древесины и протирки поверхности для удаления излишков порозаполнения.

Наносить грунтовки можно тампонами, кистью, пневматическим распылением, вальцами и т. д. Выбор способа нанесения зависит от формы поверхности и консистенции грунтовки. Во всех случаях после нанесения желательно механическое растирание грунтовки по поверхности и удаление излишков эластичным шпателем или тампоном из грубой ткани.

Втирают грунтовки круговыми движениями, удаляют излишки движениями вдоль волокон. Если поверхность древесины подверглась крашению, грунтование необходимо проводить такими грунтовочными составами, которые не смывают краситель. Операцию грунтования можно совместить с операцией крашения поверхности древесины, если применять окрашенные грунтовки.

Сушка грунтованных поверхностей в зависимости от вида грунтовки продолжается 25...120 мин при температуре 18...23°C и значительно меньше при повышении температуры. Высушенная загрунтованная поверхность подлежит шлифованию шкуркой с номерами зернистости 4 или 6 с последующим удалением пыли. Загрунтованная поверхность должна быть без пропусков и покрыта ровным слоем грунтовки.

В последнее время грунтовки на плоские щиты наносят методом налива и подвергают термообработке в прессах или на термопрокатных станках.

Порозаполнители наносят на поверхность поролоновой губкой. Втирают порозаполнитель в поры древесины на станке ШЛПС фетровой лентой или отработанной шлифовальной шкуркой. При порозаполнении узких поверхностей используют ручные полировальные машинки. При ручных работах порозаполнитель втирают грубой тканью кругообразными движениями, удаляют излишки порозаполнителя и насухо протирают поверхность поперек волокон.

Сушат поверхность, обработанную порозаполнителем, при температуре 18...23°C не менее 2 ч, при температуре 45...50 °C, в конвективной сушильной камере — 30...40 мин. Поверхность после порозаполнителя должна быть гладкой и чистой.

Шпатлевание. При формировании непрозрачных защитно-декоративных покрытий, а в некоторых случаях и при прозрачной отделке для снижения впитывающей способности подложки, сокращения расхода лакокрасочных материалов, повышения качества покрытий проводят шпатлевание. Шпатлевание может быть местным или сплошным.

Операция местного шпатлевания (подмазки) может выполняться как до грунтования, так и после него. Для этого используют густые шпатлевочные массы, которыми заполняют относительно крупные местные впадины ручным шпателем. Эту операцию выполняют до грунтования, если применяют шпатлевочные массы на основе глиетиновой или карбамидоформальдегидных клеев, и после грунтования, если используются шпатлевки на основе масляных или лаковых пленкообразователей. После высыхания оставшиеся от шпатлевания неровности сошлифовывают с помощью ручных механизированных аппаратов.

Сплошное шпатлевание выполняют, покрывая всю поверхность равномерным тонким слоем жидкой шпатлевки с помощью лаконоливочных машин или пневматическим распылением. В зависимости от состояния поверхности шпатлевку наносят 1...2 раза с промежуточной выдержкой в течение 2...3 ч. Применяют главным образом быстросохнущие нитроцеллюлозные (НЦ-0038, НЦ-007, НЦ-008, НЦ-0042) и полиэфирные (ПЭ-0025, ПЭ-0059) шпатлевки и др. Для выравнивания по-1 поверхности древесностружечных плит при облицовывании их пленочными материалами используют шпатлевку на основе карбамидоформальдегидной и поливинилацетатной смолы. Слой шпатлевки должен быть тонким, увеличение толщины слоя ведет к снижению прочности и отслаиванию покрытия.

Лакирование. Процесс образования лакового покрытия на древесине заключается в нанесении на ее поверхность различного количества жидких слоев лака, отверждении этих слоев и облагораживании промежуточных покрытий шлифованием. Важным фактором является толщина

создаваемого лакового покрытия, так как с ней связано необходимое количество нанесений лака. В табл. 6.1 приведены данные о количестве и толщине покрытий, наносимых за один прием, без учета потерь, связанных со способом нанесения.

Таблица 6.1. - Количество лака и толщина покрытий, наносимых за один прием на плоские поверхности деталей из древесины

| Способ нанесения | Вид лака | Количество лака, г/м ² | Толщина покрытия, мкм |
|--|--|-----------------------------------|-----------------------|
| Пневматическое распыление: | Нитроцеллюлозные | 50...100 | 8...25 |
| | | | |
| С подогревом лака | То же | 60...150 | 20...50 |
| В электрическом поле высокого напряжения | Карбамидоалкидные | 50...80 | 20...35 |
| Обливанием | Нитроцеллюлозные | 100...200 | 30...80 |
| | Полиэфирные | 160...350 | 150...350 |
| Вальцами | Спиртовые, нитроцеллюлозные, карбамидоалкидные и др. | 10...40 | 3...10 |
| Вручную тампоном | Спиртовые | 30...50 | 10...15 |

Тема 6.2. Декоративная обработка покрытий: шлифование и полирование. Применяемые материалы, инструменты, оборудование режимы. Имитационная отделка и ее особенности. Области применения. Оборудование и организация рабочих мест в отделочных цехах. Конвейеризация и автоматизация. Расчет производительности отделочного оборудования. Подготовка лакокрасочных материалов и нормирование их расхода.

Поверхность любого покрытия, сформированного на древесной подложке, будет иметь неровности, характер и величина которых зависит от структуры поверхности подложки, свойств отделочного материала, способа его нанесения и обработки сформированного покрытия.

По характеру отражения света покрытия условно делят на три группы — зеркально-гладкие, глянецовые, матовые.

Зеркально-гладкие покрытия можно получить тремя способами. Первый способ заключается в нанесении малоцентрированных лаков (политур) методом столярного полирования, при котором постепенно заполняют неровности поверхности древесины пленкообразователем и наращивают тонкое и Гладкое покрытие из большого числа микроскопически тонких слоев. В настоящее время этот способ не имеет промышленного применения как трудоемкий и малопродуктивный.

Второй способ предусматривает нанесение пленкообразователя сплошным толстым слоем. Такие покрытия легче всего создавать за одно или два нанесения из лакокрасочных материалов, пленкообразование которых происходит вследствие полимеризации без испарения растворителей и не сопровождается значительной усадкой. Наиболее отвечают этим требованиям лакокрасочные материалы на основе ненасыщенных олигоэфиров, в частности парафиносодержащие лаки.

Помимо парафинового слоя, который необходимо удалять, на поверхности покрытия могут образовываться различные неровности. Причинами их образования могут быть недостаточный розлив и неравномерное нанесение лака, разорвавшиеся пузырьки воздуха (кратеры), пылинки, а в случае применения беспарафиновых олигоэфирных лаков и некоторая просадка покрытия.

Образовавшиеся неровности, как правило, имеют неравномерный характер и значительную величину.

Для получения ровных поверхностей требуется удалить некоторый слой покрытия, включающего все неровности. Выравнивание поверхностей осуществляется шлифованием или другими методами. После выравнивания поверхность должна иметь равномерные неровности низкого порядка, что обеспечивает эффективное проведение завершающей операции обработки поверхности — полирования для получения зеркально гладкого покрытия.

По третьему способу поверхность покрытия не подвергается механической обработке. Зеркально-гладкая поверхность покрытия формируется при нанесении и розливе лакокрасочного материала и быстром его отверждении. При этом лакокрасочный материал должен находиться в вязкотекучем состоянии. Поверхность нанесенного покрытия в этот период еще сохраняет высокую гладкость и ровность, несмотря на возможные неровности подложки. Быстрое отверждение не позволяет проявиться деформациям покрытия, обычно приводящим к возникновению неровностей его поверхности. Таким образом, покрытия с высокой степенью гладкости поверхности, или так называемым финиш-эффектом, получают без специальных операций шлифования и полирования.

Описанный способ является прогрессивным и потому, что при его осуществлении почти в 2 раза сокращается удельный расход лакокрасочного материала, так как нет необходимости наносить толстые покрытия для последующего их шлифования и полирования.

Для получения покрытий с финиш-эффектом поверхности наиболее приемлемы специальные олигоэфиры, например ПЭ-2136, и отверждение с помощью УФ-облучения.

Глянцевые покрытия получают при использовании лакокрасочных материалов, содержащих летучие растворители. Процесс отверждения таких покрытий сопровождается усадкой, величина которой прямо пропорциональна проценту летучей части лакокрасочного материала и толщине отверждаемого слоя. В процессе отверждения нанесенный, слой лакокрасочного материала под влиянием усадки деформируется, втягивается во все углубления поверхности подложки. Поверхность покрытия получается с неровностями, копирующими волокнистое строение и структурные неровности древесины.

Для получения равномерных по структуре глянцевых покрытий необходимо хорошо подготавливать поверхность древесины, а лакокрасочный материал наносить тонким равномерным слоем. Этому отвечают наиболее экономичные тонкослойные покрытия с открытопористой структурой отделанной поверхности. Они обладают слабым благородным блеском с сохранением декоративных свойств натуральной древесины (объемности структуры поверхностного слоя). Такие покрытия можно получить, используя различные лакокрасочные материалы: нитроцеллюлозные, полиуретановые, кислотного отверждения, олигоэфирные.

Матовые покрытия можно получить специальной обработкой их поверхности тонкими абразивными материалами. Однако при таком способе матирование не будет обладать достаточной стойкостью, так как незначительное повреждение или истирание поверхностного слоя приведет к образованию блестящих участков покрытия. Для получения матовых покрытий чаще применяют лакокрасочные материалы с матирующими добавками. Наиболее высокие декоративные свойства у таких покрытий достигаются тогда, когда матирование выполняется по предварительно выровненной поверхности. Матовые покрытия также могут выполняться тонкослойными с получением открытопористой структуры отделанной древесины.

Наличие матирующих добавок (аэросил и др.) в матовых лаках несколько вуалирует просматриваемую под покрытием текстуру древесины. В то же время тонкослойные матовые покрытия практически прозрачны, что определяет высокие декоративные свойства их при отделке натуральной древесины. Следует также учитывать, что матовые покрытия лучше скрывают некоторую неровность и шероховатость поверхности подложки.

Специфическими операциями декоративной обработки покрытий следует считать операции выравнивания и полирования.

Выравнивание поверхности покрытий. Существует два способа выравнивания поверхности: шлифованием и разравниванием тампоном, смоченным растворителями.

Первый способ применим ко всем твердым покрытиям и заключается в отшлифовывании с покрытия абразивными инструментами (шкурками или пастами) всех выступов до получения ровной

поверхности. Производительное и качественное шлифование выполняется при использовании инструмента с различной зернистостью абразивного материала. При этом требуются большие затраты энергии на диспергирование твердого покрытия, что, безусловно, может быть экономически оправданным только при механизации этого процесса. Ручное шлифование является трудоемким малопроизводительным процессом. Шлифование является основным способом выравнивания поверхности покрытий перед их полированием.

Второй-способ выравнивания поверхности может применяться только для покрытий, способных растворяться, т. е. так называемых обратимых. Поверхности таких покрытий могут выравниваться — разглаживаться тампоном, смоченным составом растворителей определенной активности. При этом происходит набухание, размягчение и частичное растворение поверхностного слоя покрытия и выравнивание его под давлением равномерно движущегося тампона за счет перераспределения верхнего слоя покрытия из выступов во впадины.

Энергетические затраты при этом способе выравнивания поверхности покрытий значительно меньше, чем при шлифовании. Несмотря на это, широкого применения этот способ выравнивания не получил по ряду причин: он может применяться только для ограниченного вида покрытий, его трудно механизировать, качество его зависит от многих факторов и нестабильно. Этот способ рекомендуется при выравнивании покрыт (конечно обратимых) на сложных криволинейных поверхностях.

Шлифование покрытий. Выравнивание поверхностей покрытий шлифованием применяется для покрытий из любых лакокрасочных материалов.

Шлифование может служить для выравнивания поверхностей нанесенных и отвержденных слоев шпатлевок, грунтовок, лаков, эмалей для подготовки этих поверхностей к нанесению новых слоев лакокрасочных материалов. Такое шлифование часто называют промежуточным. Он выполняется по достижении любым покрытием определенной технологической твердости, как правило, указанной в режимах отверждения. Во всех случаях должно обеспечиваться качественное шлифование с наименьшим засаливанием абразивного инструмента.

Промежуточное шлифование любых покрытий, в том числе и нитроцеллюлозных, производится сухим способом. Некоторое выравнивание поверхности и достижение определенной шероховатости способствует повышению межслойной адгезии при нанесении последующего слоя лакокрасочного материала.

Грунтовочные и лакокрасочные покрытия на щитах шлифуют на виброшлифовальных станках Шл2В, Шл2В-2 или шлифовальных ленточных станках. Покрытия на кромках щитов, криволинейных, гнуктоклееных и фасонного сечения деталях шлифуют на станках ШлНСВ, специализированных станках, имеющих, например, лепестковые шлифовальные головки, или вручную. На собранных изделиях шлифование может производиться вручную или обработкой поверхностей покрытий (стулья) потоком свободных абразивных зерен.

Промежуточное шлифование шпатлевочных покрытий выполняется шлифовальными шкурками зернистостью 8 или 6, грунтовочных, лаковых и эмалевых — 5 или 4.

Более ответственной и трудоемкой операцией является шлифование с целью подготовки поверхности покрытий к последующему полированию. Оно проводится прежде всего при выравнивании полиэфирных лакокрасочных покрытий, которые являются необратимыми и чаще всего подвергаются облагораживанию. В этом случае шлифованием должно достигаться выравнивание поверхности покрытия под плоскость, уменьшение микронеровностей (шероховатости) покрытия до величины, при которой может эффективно протекать процесс полирования, а также удаление слоя парафина (в случае применения парафиносодержащих полиэфирных лаков).

В зависимости от качества подготовки поверхности щитов, их размеров и качества нанесения покрытия, при выравнивании удаляют слой толщиной 50 . . . 100 мкм. Наиболее производительное и качественное полирование возможно при шероховатости шлифованной поверхности не больше 2 мкм. При этом шлифовальная шкурка должна быть по 248 крайней мере двух номеров зернистости: сначала более грубая для быстрого удаления неровностей, затем более мелкая, обеспечивающая получение поверхности с малой шероховатостью.

Высокие требования должны предъявляться к качеству шлифовальных шкурок, прежде всего к равномерности величины абразивных зерен. Крупные абразивные зерна могут оставлять при

первом шлифовании грубые риски, трудно устранимые последующим шлифованием более мелкозернистыми шкурками. Такие риски, особенно на хрупких полиэфирных и других покрытиях, могут иметь неровные, рваные края и явиться причиной образования волосяных трещин. Такие трещины впоследствии могут стать причиной помутнения покрытия и снижения его физико-механических показателей, в частности морозостойкости и сопротивления ударным нагрузкам. Исходя из этих соображений должен производиться выбор зернистости шлифовальных шкурок.

При двухразовом шлифовании для повышения производительности первое и второе шлифование выполняют перекрестным способом. При этом второе, заключительное шлифование должно выполняться вдоль волокон древесной подложки. В этом случае оставшиеся после шлифования отдельные риски будут малозаметны, как бы сливаются с текстурой древесины.

Для шлифования лакокрасочных покрытий используют шкурки на бумажной, комбинированной и синтетической основах с применением термостойких и водостойких связующих и электростатического способа нанесения абразивных зерен. В качестве материала абразивных зерен при шлифовании лакокрасочных покрытий используют карбид кремния зеленый и карбид кремния черный различных марок.

Для второго заключительного шлифования вместо шкурок можно применять шлифовальные пасты, содержащие абразивные микропорошки и жидкую связку (раствор или эмульсию масел и восков в растворителях или воде). Промышленно выпускаются пасты для шлифования № 289, ВАЗ-1 (ТУ 6-10-886-84). Шлифование пастами дает хорошие результаты, однако следует учитывать, что производительность при этом несколько ниже, чем при шлифовании шкурками.

Основным оборудованием для выравнивания поверхности покрытий являются ленточные шлифовальные станки. Отечественной промышленностью выпускаются следующие узколенточные станки (ширина ленты 160 мм) : ШлПС5П — одноленточные поперечно-шлифовальные станки с ручным перемещением стола и утюжка; ШлПС7 с ручным и механизированным перемещением стола и ручным прижимом утюжка; двухленточные ШлПСЭ и ШлПСЮ с конвейерной подачей и пневматическим прижимом утюжка длиной 850 и 1200 мм. Шлифовальный станок ШлПС8 может выполнять шлифование лентой, диском, бобиной и эластичным кругом. Широколенточный станок ШлК-13 с шириной ленты 1350 мм оснащен электронным утюжком и программируемым контроллером, механизированной подачей с бесступенчатым регулированием скорости, что предохраняет легкую встраиваемость его в автоматические и поточные линии.

На базе узколенточных станков выпускается полуавтоматическая линия шлифования МШП-3, на которой выполняются следующие операции: поперечное шлифование покрытия двумя шлифовальными лентами на стенке ШлПС10; поворот щита на 90° и подача его ко второму шлифовальному станку; второе продольное шлифование покрытия на станке ШлПС9.

Шлифовальное оборудование зарубежного производства основано та же на применении узколенточных и широколенточных агрегатов. Так в Польше выпускаются двухленточные автоматические шлифовальные станки DZZA-200, на базе которых создана линия продольно-поперечного шлифования DLSA. В Германии выпускается шлифовальный станок SBD 1350 для шлифования полиэфирных покрытий.

Фирмы "Хееземанн" и "Эрнст" (ФРГ) для обработки лакокрасочных покрытий выпускают станки и автоматы для перекрестного шлифования, включающие, как правило, следующие шлифовальные агрегаты: узколенточные для поперечного шлифования и широколенточные утюжковые для продольного шлифования. Этот принцип обработки обеспечивает высокое качество обрабатываемых поверхностей. Прижимные утюжки (балки) широколенточных шлифовальных агрегатов выполняются секционными с большим числом пневмоцилиндров, воздействующих на эластичный нажимной элемент. Электронное управление такими прижимными утюжками позволяет шлифовать без прошлифовок покрытия на пластьях и кромках щитов.

Производительность шлифования зависит от ряда режимных факторов; твердости покрытия, площади контакта шкурки с покрытием, зернистости и вида абразива шкурки, скоростей резания и подачи.

Режимы шлифования лакокрасочных покрытий

| | Полиэфирное | Нитроцеллюлозное |
|---|------------------------|-------------------------------------|
| Твердость по маятниковому прибору, не ниже | 0,4 | 0,22 |
| Способ шлифования | Без охлаждения (сухое) | С охлаждениями жидкостями (влажное) |
| Номер зернистости шлифовальных шкурок: | | |
| Первое шлифование | 5,4 | 6.5 |
| Второе шлифование | 3 | 4 |
| Скорость резания (скорость движения ленты). м/с | 22...25 | 12...15 |
| Скорость подачи, м/мин | 10..15 | 4...10 |
| Удельное давление шлифования, МПа | 0,006 | 0,004...0,005 |

Шлифование термопластичных покрытий, в частности нитроцеллюлозных, производят с охлаждением поверхности жидкостью, так как разогретая при трении лакокрасочная пленка может получать поджоги, а шлифовальная шкурка при этом будет быстро засаливаться. В качестве охлаждающей жидкости для водостойких шкурок можно применять воду, для неводостойких шкурок — уайт-спирит или смесь уайт-спирита с керосином.

Разравнивание покрытий, как уже указывалось, можно осуществлять только на растворимых, например нитроцеллюлозных, покрытиях.

Для разравнивания применяются жидкости, обладающие способностью растворять поверхностный слой покрытия. Активность таких жидкостей должна обеспечивать растворение только некоторого небольшого слоя покрытия, включающего неровности его поверхности. При этом должна быть исключена возможность полного растворения и разрушения покрытия.

Для разравнивания нитроцеллюлозных покрытий используют специальные жидкости, представляющие собой смеси растворителей различной активности по отношению к нитроцеллюлозной пленке. Содержание активных растворителей в них составляет 15...35%.

Массовый состав разравнивающей жидкости РМЕ (ТУ 81Ю5-82-75).

| | |
|--------------------------------|----|
| Этмлацетат | 20 |
| Бутилацетат | 15 |
| Спирт бутиловый | 4 |
| Спирт этиловый 95%-ный | 53 |
| Окситерпеновый растворитель | 2 |
| Вспомогательное вещество ОП-10 | 3 |
| Масло вазелиновое | 3 |

Для разравнивания и полирования нитроцеллюлозных покрытий служат также распределительная жидкость НЦ-313 и нитрополитура НЦ-314 (ТУ 6-10-1406—78), представляющие собой растворы лакового коллоксилина ПСВ, циклогексанонформальдегидной смолы и пластификаторов в смеси органических растворителей.

Операцию разравнивания выполняют вручную ватным тампоном, обернутым тканью (миткаль). Пленку разравнивают умеренно смоченным тампоном до удаления дефектов (царапин, шагрени, потеков, пузырьков и др.) и получения ровной гладкой поверхности покрытия.

Для повышения эффективности разравнивания необходимо ровное покрытие. Поэтому часто перед разравниванием покрытие подвергают легкому сухому шлифованию или влажному шлифованию (с охлаждающей жидкостью). В последнем случае покрытие после шлифования можно обрабатывать политурой НЦ-314.

Эффективность разравнивания зависит от твердости покрытия, т. е. степени его высушенное. Сильно высушенные нитроцеллюлозные покрытия разравниваются с большими затратами времени и труда. Особенно это касается покрытий, образованных нитроцеллюлозным лакокрасочными материалами, содержащими лакокрасочными материалами, содержащими помимо коллоксилина некоторое количество необратимых смол.

Разравнивание с применением активных жидкостей вызывает набухание лакокрасочной пленки. Это является существенным недостатком так как после разравнивания покрытие необходимо выдерживать значительное время (не менее 3 ч при нормальной температуре) или подвергать сушке. Другим важным недостатком этого способа разравнивания является невозможность механизации обработки поверхности тампоном. Механизированные тампонные аппараты и станки не нашли широкого применения. Указанные обстоятельства, а также более широкое применение для облагораживания необратимых покрытий (полиэфирных и др.), определяют ограниченность применения этого способа выравнивания поверхности покрытий.

Полирование покрытий. Полирование — это операция обработки лакокрасочных покрытий с целью получения зеркального блеска поверхности. При полировании необходимо снять оставшиеся после шлифования неровности размером 1...2 мкм и удалить слой пленки с микротрещинами, которые образовались в процессе шлифования твердых хрупких покрытий, например полиэфирных. В общей сложности требуется удалить слой пленки толщиной 3...4 мкм.

В настоящее время полированию подвергаются полиэфирные покрытия, в основном парафиносодержащие. Полирование для них является единственным способом облагораживания поверхности после сошлифовывания парафинового слоя. Полирование пастами термопластичных покрытий (нитроцеллюлозных) практически сейчас не используется.

Основным способом полирования является обработка поверхностей полировочными пастами. Полировочные пасты представляют собой смесь абразивных порошков высокой дисперсности с жидким или твердым (плавящимся при нагревании от трения) связующим веществом. Зерна абразивного порошка в пастах должны быть окатанной формы и однородными по величине. Не допускается применение хрупких абразивных зерен с тонкими заостренными ребрами (стекло, кремень). В качестве абразивного материала чаще всего в пастах применяют окись алюминия (глинозем). В качестве связующего используют нефтяные масла, парафин, воски, наполнители (аэросил), поверхностно-активные вещества (ОП-10), стеариновая и олеиновая кислоты, растворители (вода, уайт-спирит). Полировочные пасты состоят из абразива в массовом количестве 50...70% и связующего вещества в массовом количестве 30...50%.

В зависимости от вида и соотношения компонентов связующего вещества пасты могут быть жидкими, мажеобразными и твердыми.

Жидкие пасты приготавливают в виде масляно-водных эмульсий за счет введения в них поверхностно-активных веществ. Эти пасты не применяются при механическом полировании, так как они разбрызгиваются при работе быстро движущегося барабана. Они могут применяться только для ручного полирования, например для дополирования и глянцеваания поверхности.

Мажеобразные пасты представляют собой густую малотекучую массу на основе смеси абразива, связующих веществ и небольшого количества растворителя. Эти пасты можно применять для полирования на ленточных и однобарабанных станках. Промышленностью выпускаются полировочные пасты № 291 (ТУ 6-10-737-87) и ВА3-2 (ТУ 6-10-877-84). В МЛТИ разработана мажеобразная полировочная паста Циклон-20 (ТУ 13-163-16-78).

Твердые пасты выпускаются в виде брусков (ТУ 6-10-1483—79) размерами 600x110x45 мм, а плит размерами 750x620x45 мм. Твердые пасты предназначены для полирования лакокрасочных покрытий на многобарабанных полировальных станках с механической подачей. Массовое содержание твердых веществ в пасте 59—65%. Паста имеет температуру размягчения 65...70 °С.

Пасты выпускаются четырех цветов с различной дисперсностью абразива: красная (55 ... 60 мкм), желтая (40 ... 45 мкм), зеленая (30 ... 35 мкм), серая (20 ... 25 мкм).

Жидкие и мазеобразные пасты наносят непосредственно на полируемую поверхность, твердые — на полирующий инструмент.

Полирование лакокрасочных покрытий заключается в обработке поверхности полировочной пастой, перемещаемой с помощью мягкого полировальника, являющегося инструментом полировальных станков. Полировальником могут служить бесконечные ленты из сукна или коврового материала и тканевые барабаны, набранные из дисков из технических тканей (тик, фланель и др.).

Бесконечные ленты применяют на станках ШЛПС вместо шлифовальных для полирования. Однако широкого применения такое полирование не получило вследствие низкой производительности.

Основным оборудованием для полирования являются барабанные станки. Они бывают различного назначения: для полирования пластей щитов, кромок, позиционной и проходной обработки. Станки для позиционной обработки снабжены одним барабаном. Обрабатываемая деталь закрепляется на каретке, осуществляющей возвратно-поступательные движения. Промышленно используются отечественные однобарабанные полировальные станки П1Б и П1БА (рис. 6.1).

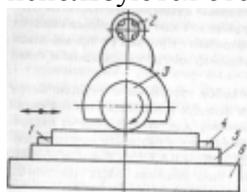


Рис. 6.1.
1 — упоры; 2 —
маховик;
3 — полировальный
барабан;
4 — упоры;
5 — каретка; 6 —
станок

В проходных станках поступательно движущаяся деталь последовательно обрабатывается несколькими барабанами. Отечественные станки П6Б и П6БА снабжены шестью барабанами. На базе четырех шестибарабанных полировальных станков П6БА построена линия для полирования пластей щитов МПП-2. В станках и линии скорость подачи деталей регулируется бесступенчато в интервале 2 ... 9 м/мин.

Все барабанные станки имеют осциллирующее движение барабанов с частотой колебани 100 мин⁻¹ и амплитудой 25 мм. Полировальный барабан состоит из тканевых полировальных дисков. Каждый диск представляет собой набор трех гофрированных тканевых шайб, насаженных (по внутреннему диаметру) на фибровое кольцо. Полученный набор скреплен металлическими скрепками с помощью наружного фибрового (или картонного) кольца. Диаметр дисков для отечественных полировальных станков принят 400 мм. Тканевые диски надевают на специальные турбинки, а затем насаживают на вал барабана. Наличие турбинок внутри полировального барабана обеспечивает обдув полируемой поверхности воздухом и охлаждение ее.

Полирование представляет собой сложный процесс, при котором кроме механического диспергирования поверхности происходят физико-химические процессы. Особенно большое значение приобретают тепловые явления, происходящие на поверхности полируемого покрытия. Теплота трения, возникающая при полировании, приводит к нагреву покрытия. Длительность и температура нагрева покрытия при полировании зависят от длительности полирования, давления полировочного барабана, длительности его контакта с поверхностью, условий охлаждения покрытия.

В определенных пределах нагрев покрытия способствует повышению производительности и качества полирования. Опытным путем установлено, что максимальная температура кратковременного нагрева не должна превышать 70 ... 80 °С. Нагрев покрытия до более высоких температур может приводить к повреждению полируемой поверхности, появлению дефектов в виде трещин, налетов (синева, седина) и др.

Температуру нагрева покрытия, снижают различными способами охлаждения полируемой поверхности: установкой вентиляторных устройств на барабанах, обдувом поверхности холодным воздухом и др. Сокращению времени и повышению качества полирования способствует последовательное применение нескольких полировочных паст различной зернистости. Наиболее эффективное полирование при оптимальных режимах: окружной скорости барабана 20...30 м/с, удельном давлении полирования 0,009...0,01 МПа.

После полирования пастами на поверхности покрытия остается жировая пленка из связки. Удалить ее можно составами, содержащими сорбирующие мягкие минеральные порошки или поверхностно-активные вещества. К таким составам относятся доводочный полировочный состав для обработки полиэфирных покрытий на древесине (ТУ 19-163-14—78), состав МЛТИ в массовом

содержании ПАВ — 4,23, спирт этиловый — 14,25, ацетон — 3,84, уксусная кислота — 0,77, вода — 76,91, а также полировочный состав ВА3-3 (ТУ 6-10-885-69).

Удаление с полированной поверхности масел, которое называют глянецванием, выполняют вручную или на станках. Инструментом для ручного глянецвания служат тканевые тампоны, для машинного - тканевые или поролоновые барабаны и ротационные диски.

Под имитацией понимается воспроизведение текстуры и цвета ценной породы древесины на поверхности другой, не имеющей красивого рисунка и цвета. К методам имитации относятся глубокое крашение и другие способы изменения натурального цвета древесины; нанесение рисунка текстуры древесины ценной породы непосредственно на поверхность обрабатываемой древесины; оклеивание древесины бумагой с напечатанной на ней текстурой ценной породы; напрессовывание на древесину специальных пленочных материалов; облицовывание древесины листовыми пластиками и др.

Глубокое крашение древесины. При глубоком (сквозном) крашении древесина окрашивается за счет продвижения красильного раствора внутрь древесины по полостям клеток (капиллярам), имеющих трубчатое строение, и диффузии через стенки клетки. Процессы диффузии влаги через стенки растительных клеток протекают очень медленно. Поэтому при глубоком крашении процессы диффузии могут иметь значение лишь при условии наличия капиллярного продвижения. Проникнув внутрь древесины по капиллярам сосудов и трахеид, тонкодисперсный краситель может прокрашивать стенки клеток, диффундируя в их межмицеллярные промежутки. При этом внутренние поверхности полостей клеток окрашиваются более интенсивно, чем сами волокна стенок клеток. Таким образом подчеркивается рисунок строения древесины. Если применять смесевые красильные растворы различной дисперсности, то возможно отфильтровывание в полостях клеток одного красителя от другого. В этом случае возможно получение таких эффектов крашения, когда вся толща древесины окрашивается в один цвет, в то время как внутренние полости сосудов окрашиваются в другой. Это характерно для крашения таких пород древесины как береза, бук, липа, клен, ольха и др., имеющих относительно крупные, не затылованные и проницаемые для жидкостей полости клеток.

Глубокое крашение древесины возможно осуществлять на корн (у растущего дерева), в кряжах и заготовках или шпоне.

Крашение на корню не получило практического применения вследствие неудобств, связанных с организацией работ в лесу, а больше всего потому, что окрашивание по этому методу оказывается неравномерным, наблюдаются полностью неприкрашенные участки. Кроме того, при крашении на корню краситель должен расходоваться не только на окраску деловой древесины, но и отходов, которые будут получаться при переработке ствола.

Чаще всего глубокое крашение кряжей, заготовок и шпона выполняют по методу горяче-холодных ванн и в автоклавах. Сущность первого способа заключается в том, что древесину первоначально выдерживают в горячем растворе красителя; что уже предопределяет более глубокое проникновение его в древесину. Одновременно древесина и находящийся в ней воздух нагреваются. Нагретый воздух расширяется и часть его удаляется из пор древесины. Затем сортименты помещают в красильный раствор комнатной температуры. Происходит охлаждение древесины и оставшегося в ней воздуха. При охлаждении воздух уменьшится в объеме и за счет этого образуется некоторый вакуум, что приведет к еще большему всасыванию раствора внутрь древесины.

При глубоком крашении методом горяче-холодных ванн основными параметрами режима являются температура раствора в горячей и холодной ваннах, влажность и размеры окрашиваемого материала, длительность обработки.

Верхний предел температуры горячей ванны практически ограничивается точкой кипения. Для уменьшения паровыделения температуру не поднимают выше 90 °С. Температура в холодной ванне с учетом коллоидного характера красильных растворов рекомендуется 30 . . . 35 °С, влажность древесины перед крашением не выше 20 %. Так как красильный раствор продвигается внутрь древесины почти исключительно с торцов, а возникающая вследствие нагрева и охлаждения воздуха разность давления относительно невелика, в горяче-холодных ваннах можно качественно прокрашивать лишь заготовки длиной 500 ... 600 мм. Суммарная продолжительность выдержки в ваннах обычно составляет 2,5 ... 3 ч.

Глубокое крашение в автоклавах возможно по способу полного и ограниченного поглощения.

При крашении по способу полного поглощения древесину помещают в автоклав, заливают красильным раствором и подвергают гидравлическому давлению, за счет которого раствор проникает внутрь древесины. Поглощенный раствор, за исключением незначительной части, которая после снятия давления выталкивается сжатым внутри древесины воздухом, остается в древесине. Для более полного пропитывания иногда проводят предварительное пропаривание древесины в автоклаве для удаления воздуха из древесины и создания в ней вакуума в момент пропитки.

При крашении по способу ограниченного поглощения древесину в автоклаве перед заливкой ее красильным раствором первоначально подвергают давлению сжатого воздуха, в результате чего внутри ее образуется избыточное давление. Не снижая этого давления, в автоклав вводят раствор и дают гидравлическое давление, значительно превосходящее первоначальное давление воздуха. Под влиянием этого давления раствор входит в древесину, еще более сжимая находящийся в ней воздух. После снятия давления сжатый внутри воздух выталкивает из древесины введенный в нее раствор, и только меньшая часть введенной в древесину влаги остается в ней.

Основными параметрами режима крашения по способу полного поглощения являются длительность пропарки; температура красильного раствора, влажность древесины, давление и длительность пропитки.

Обычно пропарку проводят при давлении пара 0,1...0,15 МПа в течение 35...45 мин. Температура красильного раствора рекомендуется в интервале 70 ... 80 °С.

Влажность древесины, пропитываемой под давлением, должна быть 30...60 %. Если влажность древесины ниже 30 %, то наблюдаются обширные зоны непрокрашенной древесины, что вызывается появлением воздушных подушек. При влажности около точки насыщения волокна и несколько выше проникший в капилляры краситель лучше диффундирует через влажные стенки клеток. При более высокой влажности заполняющая капилляры влага мешает продвижению в них красильного раствора.

Давление и длительность пропитки зависят от породы древесины, вязкости растворов и размеров заготовок. При крашении заготовок из березы и бука обычно давление составляет 0,6 . . , 0,8 МПа, длительность пропитки 30 ...40 мин.

Основным недостатком всех способов глубокого крашения древесины растворами красителей является наличие непрокрашенных участков, вызываемое в основном различными пороками или патологическими изменениями тканей древесины. Предварительное сортирование, или отбраковка, по внешним признакам не гарантирует от этого дефекта.

В неравномерности окрашивания большую роль играет недостаточная дисперсность растворов, препятствующая свободной диффузии красильного раствора через стенки клеток древесины.

Для глубокого крашения древесины требуются громоздкое оборудование, длительные циклы обработки, качественные органические красители, поэтому в промышленности эти методы в настоящее время применяются относительно редко.

Нанесение рисунка текстуры древесины ценной породы непосредственно на поверхность обрабатываемой детали возможно различными способами: аэрографией, акваграфией, декалькоманией, печатью и др.

Во всех случаях поверхность древесины сначала окрашивают так, чтобы цвет ее совпадал с цветным фоном имитируемой породы, а затем на этот фон наносят рисунок новой текстуры.

Аэрография — способ нанесения рисунка распылением краски сжатым воздухом с помощью специального распылителя, имеющего материальное сопло диаметром 0,5 мм.

При имитации этим способом фоновое окрашивание может выполняться с закрытием и без закрытия естественной текстуры древесины. В первом случае отшлифованную поверхность детали или изделия грунтуют, шпатлюют, шлифуют и затем окрашивают непрозрачной краской под цвет фона имитируемой породы. При таком способе подготовки к качеству поверхности древесины предъявляются пониженные требования, так как многие дефекты древесины при этом скрываются под слоем непрозрачного покрытия.

Однако этому способу свойственны серьезные недостатки: относительно высокие трудоемкость и длительность производственного цикла, отделываемая поверхность не имеет

свойственный натуральной древесине "глубины рисунка", покрытия получаются толстыми и хрупкими, легко повреждаются и практически не поддаются реставрации.

Поэтому в настоящее время почти повсеместно применяется фоновое окрашивание без закрытия естественной текстуры древесины. По этому способу отшлифованную поверхность древесины окрашивают красителями под цвет фона имитируемой породы и грунтуют, как это обычно делается при прозрачной отделке. Несмотря на некоторое просвечивание натуральной текстуры сквозь нанесенный рисунок, такая имитация сохраняет свойственную натуральной древесине "глубину рисунка", покрытие менее хрупко, а трудоемкость процесса при этом значительно сокращается.

На подготовленную тем или иным способом поверхность текстуру имитируемой древесины рисуют струей распыленной краски вручную или через вырезы трафарета. При ручном рисовании яркость и четкость наносимых, линий зависит от скорости перемещения аэрографа и расстояния его от отделываемой поверхности. Меняя угол наклона и форму струи, можно получать рисунок, представляющий собой сочетание линий различных полутонов и четкости. После высыхания краски на поверхность наносят слой прозрачного лака. Дальнейший процесс отделки аналогичен отделке натуральной древесины.

Общим недостатком имитации текстуры ценных пород методом аэрографии является низкая производительность (1...2 м²/ч) и зависимость качества имитации от квалификации исполнителя. Метод широко применяется при отделке детской мебели, спортивного инвентаря, а также для нанесения товарных знаков.

Акваграфия — способ нанесения на поверхность детали рисунка окунаемостью деталей в воду, на поверхности которой находится пленка не смешивающейся с водой краски, чаще всего масляной.

Как известно, жидкие масла расплываются на поверхности воды, образуя пленку с причудливыми цветными узорами, цвет которых может меняться в зависимости от содержания в краске разноцветных пигментов. При окунаемости детали или изделия в воду рисунок переносится на его поверхность. Рисунок высушивается и закрепляется на детали за счет покрытия прозрачным лаком.

Основным недостатком метода является невозможность имитации текстуры древесины и получения повторяющихся рисунков. Поэтому данный метод может быть использован для отделки поверхностей, где не требуется решение конкретных художественных задач, например при отделке карандашей, изготовлении одиночных изделий прикладного искусства и т. д.

Декалькомания — способ перевода на изделие напечатанного на бумаге рисунка, подобно тому, как это делается при использовании переводных детских картинок. Применяемая переводная бумага (калька) представляет собой непроклеенную бумагу, на которой последовательно нанесены пленки крахмала, желатина, краски в виде желаемого рисунка, причем фон рисунка наложен поверх картинки, и наконец, тонкая защитная пленка водорастворимого клея.

Для перевода рисунка с калькомы на изделие последнее покрывают слоем масляно-смоляного лака. После частичного высыхания лака, когда он еще сохраняет значительный отлив, на изделие накладывают кальку бумагой вверх. Кальку разглаживают тампонами и резиновым валиком так, чтобы не было морщин, и смачивают водой. При смачивании крахмальный слой под бумагой легко растворяется и бумагу осторожно отделяют, оставляя на изделии неповрежденный рисунок. После сушки рисунок закрепляют на изделии прозрачным лаком.

Для имитации текстуры древесины этот способ не получил широкого распространения вследствие трудности перевода рисунка на большие поверхности без его повреждения и низкой производительности. Такой способ применяется для отделки детской мебели, спортивного инвентаря, нанесения многоцветных заводских знаков и орнаментов и т. д.

Печатание — способ нанесения на поверхность древесины текстуры непосредственно с печатной формы, один из наиболее совершенных видов имитации. Различают три основных способа печати: высокую, плоскую и глубокую. Они различаются видом печатных форм, с которых производится оттиск рисунка.

Печатная форма для высокой печати имеет выступы и впадины, причем при печатании краска наносится только на выступающие элементы формы, которые и дают оттиск. В плоской печати поверхность формы гладкая, без выступов и впадин в зависимости от соответствующей подготовки и химической обработки делится на зажиренные и увлажненные участки. Печатные краски

закрепляются только на зажиренных участках, которые и дают оттиск. При глубокой печати поверхность печатной формы имеет выступы и впадины. Однако в отличие от высокой печати печатающими, т.е. дающими оттиск, являются не выступы, а впадины на поверхности печатной формы. Для этого первоначально вся поверхность формы заливается печатной краской. Затем краску тщательно удаляют с поверхности выступов, оставляя ее только в углублениях. При печатании краска из углублений переносится на бумагу или другой материал. Отличительной особенностью способа глубокой печати является возможность передачи полутонов благодаря наличию на печатной форме впадин различной глубины, что невозможно осуществить по способу высокой и плоской печати, где оттиск может иметь только одну густоту тона. Поэтому способ глубокой печати позволяет получить наиболее совершенную имитацию текстуры древесины ценных пород, тем более что при современном уровне техники можно получать печатные формы фотохимическим путем, с большой точностью передающие рисунок оригинала.

Все способы печати могут быть одноцветными и многоцветными. Цветной оттиск получают последовательным нанесением на поверхность материала совмещенных и выполненных разными красками оттисков с заранее приготовленных форм под каждый цвет. Многоцветная печать наиболее точно и художественно имитирует текстуры древесины любых пород. Получение оттисков на древесине возможно ручным способом и с помощью специального печатного оборудования.

Ручной способ глубокой печати не применяется в настоящее время вследствие его низкой производительности и большой трудоемкости. Поэтому в настоящее время на отечественных мебельных предприятиях и за рубежом один из наиболее распространенных методов имитации — метод полиграфической печати. Этот метод имитации поддается механизации и автоматизации, высокопроизводителен, обеспечивает высокое качество печати. Современные станки для печати имеют цилиндрические печатные формы — формный вал с выгравированным на нем (фотохимическим способом или механическим с помощью гелиошлишеграфа) рисункам текстуры древесины ценной породы, минерала и др.

Для получения качественных деталей необходимо, чтобы рисунок не повторялся в пределах развернутой длины формного вала, а поэтому диаметр формных цилиндров достигает 530 мм и более.

В зависимости от назначения выпускают станки с горизонтально или вертикально расположенными печатными валами с одно- и многоцветной печатью. Скорость подачи в таких машинах 6 ... 30 м/мин, что обеспечивает их высокую производительность.

Печатные машины такого типа, изготовленные фирмами "Бюркле" (Германия), "Олимпик" (Италия), "Штейнеманн" (Швейцария) и др., работающие на мебельных предприятиях нашей страны, оснащены рядом приспособлений, обеспечивающих равномерное давление наносящих вальцов на поверхность детали. Для уменьшения износа формного вала при трении о счищающий краску ракель предусмотрено его смачивание специальной смазкой. Печатные машины этого типа имеют блочную конструкцию, что позволяет компоновать машину с одним, двумя, тремя и четырьмя печатными валами при едином транспортном органе. В зависимости от назначения наносящие вальцы имеют длину 300...1900 мм, транспортные органы ширину 250...1800 мм, диапазон толщины деталей допускается 1 ... 100 мм.

Во всех случаях поверхность древесины предварительно окрашивают так, чтобы цвет ее совпадал с цветовым фоном имитируемой породы. Фоновое окрашивание может быть выполнено с закрытием и без естественной текстуры древесины. Затем на поверхность наносят рисунок имитируемой породы. Дальнейшие операции по созданию защитно-декоративного покрытия осуществляются обычными способами.

Оклеивание древесины бумагой с напечатанной на ней текстурой ценной породы. Такой способ имитации не требует применения специальных печатных машин на деревообрабатывающих предприятиях. В этом случае печатание текстуры на бумаге можно выполнить на полиграфических предприятиях. Текстуру чаще всего печатают способом глубокой печати или офсетной многоцветной печати на бумаге массой 80 ... 120 г/м². Оригиналами для изготовления печатных форм обычно служат приготовленные самими деревообрабатывающими предприятиями щиты, облицованные шпоном ценных пород древесины. Текстурная бумага может быть в виде рулона с одним и тем же повторяющимся рисунком или в виде форматок различной величины, предназначенных для определенных деталей изделия.

Нарезанную на нужные размеры текстурную бумагу смачивают водой (для разбухания) и наклеивают на детали или изделия обычно вручную глютиновым или крахмальным клеем. При высыхании бумага дает усадку и плотно, без складок приклеивается к поверхности древесины. На оклеенных таким способом поверхностях затем формируются защитно-декоративные покрытия по обычной технологии. Этот способ широко применяется при отделке футляров радиоаппаратуры и других столярных изделий.

Однако этому методу свойственны следующие недостатки: низкая прочность получаемого облицовочного слоя, высокая трудоемкость операций по склеиванию изделий, неремонтоспособность поврежденного рисунка. Значительно более перспективны наклеивание в горячих прессах текстурных бумаг, пропитанных термореактивными смолами, а также накатывание на поверхность щитов рулонных пленочных материалов в вальцевых прессах с последующим отверждением клеевого слоя (кэширование).

Раздел 7. Перспективные направления развития технологии отделки древесины и древесных материалов

Тема 7.1. Перспективные направления развития техники и технологии отделки в деле защиты окружающей среды. Значение внедрения новой техники, материалов, высокоэффективных технологий. Значение концентрации и специализации для дальнейшего совершенствования технологии защитно-декоративных покрытий. Роль и задачи инженера-технолога в современном производстве.

Мировая мебельная промышленность потребляет в год около 800 тыс. т (или 785 млн л) лакокрасочных материалов (ЛКМ) для отделки древесины, что составляет около 60% от общего объема выпуска этих материалов. В соответствии с уровнем развития мебельного производства выделяются регионы, лидирующие в потреблении ЛКМ: Европа (где первую пятерку составляют Италия, Германия, Испания, Великобритания и Франция), США и Китай.

На современном рынке ЛКМ действует большое число компаний. Крупнейшими среди них — Akzo Nobel, Arch, Beckers, Mles, Sherwin-Williams, Valspar, на долю которых приходится около 22% рынка. Менее крупные компании-производители ЛКМ действуют в тех же странах с традиционно развитой мебельной промышленностью: ЗН, Вармо, Chemcraft, Hesse, Huarun, СА, nchem, Nabersa, Tkkurla. Эксперты рынка ЛКМ отмечают, что одновременно с перемещением традиционных центров мебельного производства из Европы и США в Восточную Европу, Азию, Индию и Бразилию, в этих же регионах стремятся расширить свое присутствие и ведущие производители ЛКМ, как в форме торговых представительств, так и посредством открытия своих филиалов по выпуску лакокрасочной продукции.

В соответствии с ожидаемым в ближайшие годы средним ростом мебельного рынка на 5% в год потребление лакокрасочных материалов мебельной промышленностью также будет увеличиваться, но меньшими темпами — на 3% ежегодно, что вызвано применением более экономичных технологий облицовывания.

В различных странах, несмотря на глобальную мировую интеграцию, сохраняются заметные различия в предпочтении видов отделки мебели. Так, у южноевропейских производителей популярны более плотные покрытия с высокой степенью глянца, получаемые с помощью полиэфирных лаков, а в большинстве северных стран предпочитают сохранять естественный вид натуральной древесины, с природной текстурой и менее блестящей поверхностью, для чего требуются лаки кислотного отверждения.

Особенность мирового производства лакокрасочных материалов состоит в том, что большинство ведущих зарубежных фирм в ассортименте выпускаемой ими продукции имеют все виды материалов. Однако в количественном и приоритетном отношении ассортимент ЛКМ продолжает изменяться, главным образом под давлением все возрастающих требований по охране окружающей среды. Так, в европейских странах установлены нормы эмиссии формальдегида и всех органических растворителей из лакокрасочных материалов. Поэтому в мировом производстве этой продукции заметны следующие тенденции:

- постепенно снижается доля нитроцеллюлозных материалов, содержащих 65—80% органических растворителей;
- полиэфирные стиролсодержащие материалы УФ-отверждения заменяются на бесстирольные;
- полиуретановые лаки с содержанием нелетучей части 30—40% заменяют лаки с высоким содержанием сухих веществ (60—80%);
- заметен рост производства и повышения качества водных материалов. У многих фирм удельный вес водных материалов в ассортименте вырос с 50 до 80%, хотя применяются эти материалы даже в зарубежной промышленности еще недостаточно активно;
- из пигментированных материалов УФ-отверждения для открытопористой отделки преобладают полиакрилатные системы и материалы с использованием ненасыщенных полиэфирных смол.

Для отделки фасадов мебели все чаще применяются пигментированные лакокрасочные системы с различными декоративными эффектами: отделка под старину (патинирование), с эффектом перламутра и др. Большое распространение получили лаки с эффектом металлик, цветовая гамма которых весьма обширна. Все большую популярность приобретают ярко окрашенные лакокрасочные материалы с высокой степенью блеска.

В зарубежной мебельной промышленности все более широкое применение находит альтернативный метод отделки поверхностей Touchwood (или называемый «трансферфиниш») — нанесение покрытий методом переводных картинок сухим способом. Этот метод позволяет создать эффект натуральной древесины за один проход без применения клея и растворителей. Он используется для отделки натуральной древесины, конструкционных плит и большинства облицовочных термопластов.

Характеризуя динамику ассортимента отделочных материалов в российском мебельном производстве, можно отметить следующие тенденции:

- снижение потребления неэкологичных нитроцеллюлозных материалов;
- рост потребления нитроуретановых и полиуретановых лакокрасочных материалов;
- резкое снижение потребления полиэфирных лаков, вызванное переходом предприятий к изготовлению рельефных фасадов и использованию матовой тонкослойной отделки; в то же время постепенно растет популярность полиэфирных лаков УФ-отверждения.

4.3. Лабораторные работы

| <i>№ п/п</i> | <i>Номер раздела дисциплины</i> | <i>Наименование лабораторных работ</i> | <i>Объем в часах</i> | <i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i> |
|------------------|---|--|--------------------------|--|
| 1 | 3. | Определение вязкости л.к.м. | 1 | - |
| 2 | 3. | Определение укрывистости пигментированных л.к.м. | 1 | Дискуссия (1 час) |
| 3 | 3. | Определение цвета непигментированных л.к.м. | 1 | - |
| 4 | 3. | Определение концентрации водородных ионов (рН) поверхностного слоя древесных подложек. | 1 | - |
| 5 | 3. | Определение времени высыхания и степени отверждения л.к.м. | 2 | Дискуссия (2 часа) |
| 6 | 3. | Определение краевого угла смачивания л.к.м. | 2 | Дискуссия (2 часа) |
| 7 | 3. | Определение поверхностного натяжения лакокрасочных материалов | 2 | Дискуссия (2 часа) |
| 8 | 3. | Определение сухого остатка л.к.м. | 2 | - |
| 9 | 4. | Формирование прозрачных нитроцеллюлозных покрытий древесины. | 12 | - |
| ИТОГО | | | 24 | 7 |

4.4. Практические занятия

| <i>№ п/п</i> | <i>Номер раздела дисциплины</i> | <i>Наименование тем практических занятий</i> | <i>Объем в часах</i> | <i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i> |
|------------------|---|--|------------------------------|--|
| 1 | 3. | Определение адгезии лакокрасочных материалов | 2 | - |
| 2 | | Определение прочности на изгиб лакокрасочных покрытий | 2 | Дискуссия (2 часа) |
| 3 | | Определение толщины лакокрасочных покрытий | 2 | - |
| 4 | | Определение блеска и матовости прозрачных лакокрасочных покрытий | 2 | Дискуссия (2 часа) |
| 5 | | Определение твердости лакокрасочных покрытий | 2 | - |
| 6 | | Определение долговечности лакокрасочных покрытий | 2 | - |
| ИТОГО | | | 12 | 4 |

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект

Цель курсового проекта – закрепить и систематизировать знания студентов в области технологии защитно-декоративных покрытий.

Основная задача курсового проекта - разработка технологического процесса отделки изделия из древесины и древесных материалов.

Состав курсового проекта:

- Введение
- Выбор и обоснование системы покрытий
- Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования для отделки изделия
- Расчет основных и вспомогательных материалов
- Описание технологического процесса отделки изделия (технологический процесс и режим)
- Список использованной температуры
- Расчетно-пояснительная записка (25-30 листов)
- Графическая часть – 2-3 листа А1

Выдача задания, прием и защита курсового проекта проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

| Оценка | Критерии оценки курсового проекта |
|---------------------|---|
| отлично | за работу, отвечающую всем требованиям к написанию и оформлению курсового проекта. |
| хорошо | ставится за работу, написанную на достаточно высоком уровне, в полной мере раскрывающую план курсовой, однако содержащую незначительные ошибки в изложении или оформлении текстового или иллюстративного материала. |
| удовлетворительно | ставится за работу, в которой недостаточно полно отражены основные вопросы темы, использование небольшого количества или устаревших источников литературы, нарушение логики и стиля изложения, нечетко обозначенные цели и задачи исследования, отсутствие авторских выводов и предложений. |
| неудовлетворительно | ставится за дословное переписывание материала одного или нескольких источников |

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| <i>№, наименование разделов дисциплины</i> | <i>Компетенции</i> | <i>Кол-во часов</i> | <i>Компетенции</i> | | | <i>Σ комп.</i> | <i>t_{ср}, час</i> | <i>Вид учебных занятий</i> | <i>Оценка результатов</i> |
|--|--------------------|---------------------|--------------------|-----------|-----------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | | | <i>ОК</i> | <i>ПК</i> | | | | | |
| | | | <i>7</i> | <i>1</i> | <i>13</i> | | | | |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. Защитно-декоративные покрытия древесных материалов и их роль в формировании качества изделий из древесины. | | 12 | + | + | + | 3 | 4 | Лк, СР | экзамен |
| 2. Компоненты лакокрасочных материалов и их значение. Требования, предъявляемые к ним | | 17 | + | + | + | 3 | 5,6 | Лк, СР | экзамен |
| 3. Реология защитно-декоративных покрытий и лакокрасочных материалов | | 42 | + | + | + | 3 | 14 | Лк, ЛР, ПЗ, СР | экзамен |
| 4. Способы нанесения жидких лакокрасочных материалов. | | 30 | + | + | + | 3 | 10 | Лк, ЛР, СР | курсовой проект, экзамен |
| 5. Методы интенсификации процессов отверждения защитно-декоративных покрытий | | 15 | + | + | + | 3 | 5 | Лк, СР | экзамен |
| 6. Методы отделки древесины и древесных материалов | | 15 | + | + | + | 3 | 5 | Лк, СР | экзамен |
| 7. Перспективные направления развития технологии отделки древесины и древесных материалов | | 13 | + | + | + | 3 | 4,3 | Лк, СР | экзамен |
| всего часов | | 144 | 48 | 48 | 48 | 3 | 48 | | |

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Рыбин, Б.М. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов : учебник для вузов / Б. М. Рыбин. - 2-е изд. - Москва : МГУЛ, 2005. - 568 с. С. 235-384.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | Наименование издания | Вид занятия (Лк, ЛР, ПЗ, КП) | Количество экземпляров в библиотеке, шт. | Обеспеченность, (экз./ чел.) |
|----------------------------------|--|------------------------------------|--|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Основная литература | | | | |
| 1. | Полимерные и связующие материалы в деревообработке : учебное пособие / П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Хасаншин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1668-3 ; То же [Электронный ресурс].- URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428723 | Лк, ПЗ | ЭР | 1,0 |
| 2. | Кононова, О.В. Современные отделочные материалы : учебное пособие / О.В. Кононова ; Поволжский государственный технологический университет; под ред. Л.С. Емельяновой. - 2-е изд., исправ. и доп. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 124 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8158-1499-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439208 | Лк, ПЗ | ЭР | 1,0 |
| Дополнительная литература | | | | |
| 3. | Рыбин, Б.М. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов : учебник для вузов / Б. М. Рыбин. - 2-е изд. - Москва : МГУЛ, 2005. - 568 с | ПЗ, КП | 75 | 1,0 |
| 4. | Симилова, А.А. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов : учебное пособие / А. А. Симилова, С. Н. Трошкин. - Братск : БрГУ, 2013. - 140 с. | ПЗ, КП | 43 | 1,0 |
| 5. | Трошкин, С.Н. Технология защитно-декоративных покрытий : учебное пособие / С. Н. Трошкин, А. А. Симилова. - Братск : БрГТУ, 2003. - 68 с. | ЛР | 75 | 1,0 |
| 6. | Онегин, В.И. Формирование лакокрасочных покрытий древесины : учебное пособие / В. И. Онегин.-Ленинград : Изд-во Ленинградского ун-та, 1983. - 148 с. | ЛР | 190 | 1,0 |
| 7. | Онегин, В.И. Защитно-декоративное покрытие древесных материалов. Оборудование и технология : справочник / В. И. Онегин, Ю. И. Ветошкин [и др.]. - Санкт-Петербург : ПРОФИКС, 2006. - 176 с. | КП | 20 | 1,0 |

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=
2. Электронная библиотека БрГУ
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение обучающимися учебной дисциплины рассчитано на один семестр.

Занятия лекционного типа

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы. В ходе лекций обучающимся рекомендуется:

- вести конспектирование учебного материала;
- обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;
- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся, дополняющего материал прослушанной лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематически отдельные темы курса взаимосвязаны между собой. В случаях пропуска занятия обучающемуся необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме во время индивидуальных консультаций.

Лабораторные работы

При подготовке к лабораторным работам обучающийся подготавливает заготовку отчета, выполняя конспект теоретического материала по методической литературе с учетом рекомендаций преподавателя.

Перед выполнением лабораторных работ следует изучить теоретическую часть методических указаний к данной лабораторной работе, на основании чего получить допуск к ее выполнению. Во время лабораторных работ выполнять учебные задания с максимальной

степенью активности. Выполнение лабораторных работ заканчивается составлением отчета с выводами, характеризующими полученный результат и защитой работы перед преподавателем.

Защита отчета по лабораторной работе заключается в предъявлении преподавателю полученных результатов в виде файлов и напечатанного отчета и демонстрации полученных навыков в ответах на вопросы преподавателя. При сдаче отчета преподаватель может сделать устные и письменные замечания, задать дополнительные вопросы, попросить выполнить отдельные задания, часть работы или всю работу целиком. Лабораторная работа считается полностью выполненной после ее защиты. После приема преподавателем отчет хранится на кафедре воспроизводства и переработки лесных ресурсов и обучающемуся не выдается. Отчет по лабораторной работе должен быть оформлен на основании СТП и состоять из следующих структурных элементов:

1. титульный лист;
2. цель работы;
3. описание задачи
4. Теоретическая часть.
5. Практическая часть.
6. анализ результатов работы;
7. выводы.

Объем отчета должен быть оптимальным для понимания того, что и как сделал студент, выполняя работу. Обязательные требования к отчету включают общую и специальную грамотность изложения, а также аккуратность оформления. Незачем копировать целиком или частично методическое пособие (описание) лабораторной работы или разделы учебника. На основе обобщения выполненных работ, представленных в практической части, в выводах кратко излагаются результаты работы. Выводы по работе каждый студент делает самостоятельно. Выводы не должны быть простым перечислением того, что сделано. Здесь важно отметить, к чему привело обсуждение результатов, насколько выполнена заявленная цель работы, что нового узнал обучающийся при выполнении работы. В выводах также отмечаются все недоработки, по какой-либо причине имеющие место, предложения и рекомендации по дальнейшему исследованию поставленной в работе проблемы и т. п. Возможно, получены дополнительные формулы, данные, предложены оригинальные методики, - это должно быть отражено в выводах.

Занятия семинарского типа. Практические занятия

При подготовке к практическим занятиям обучающемуся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, подготовить конспект по методической литературе с учетом рекомендаций преподавателя. На практическом занятии главное - уяснить связь решаемых задач с теоретическими положениями. При решении предложенной задачи нужно стремиться не только получить правильный ответ, но и усвоить общий метод решения подобных задач. Рекомендуется использовать следующий порядок записи решения задачи:

- исходные данные для решения задачи;
- что требуется получить в результате решения;
- какие законы и положения должны быть применены;
- общий план (последовательность) решения;
- расчеты;
- полученный результат и его анализ.

Логическая связь лекций и практических занятий заключается в том, что информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практическом занятии осмысливается и перерабатывается, при помощи преподавателя анализируется до мельчайших подробностей, после чего прочно усваивается.

Самостоятельная работа. Подготовка к занятиям лекционного и семинарского типа

Важной частью самостоятельной работы является умение выделить основополагающие, отправные точки в понимании материала. Особо важную роль в этом процессе необходимо уделить конспекту лекций, в котором преподаватель сформировал

«скелет», структуру раздела дисциплины. Читением учебной и научной литературы обучающийся углубляет и расширяет знания о предмете изучения. Основная функция учебников – ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены будущими специалистами по данной дисциплине. Подготовка к занятиям лекционного типа подразумевает приобретение обучающимся первичных знаний по теме лекции для подготовки к структуризации объекта изучения, которую преподаватель выполняет на лекции. Изучение материала по теме лекции имеет цель уточнения отдельных моментов. Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач. Перед лабораторной работой обучающийся подготавливает заготовку отчета, выполняя конспект теоретического материала по методической литературе с учетом рекомендаций преподавателя.

Самостоятельная работа. Выполнение курсового проекта

Цель курсового проекта – закрепить и систематизировать знания обучающихся в области технологии защитно-декоративных покрытий.

Основная задача курсового проекта - разработка технологического процесса отделки изделия из древесины и древесных материалов.

Состав курсового проекта:

- Введение
- Выбор и обоснование системы покрытий
- Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования для отделки изделия
- Расчет основных и вспомогательных материалов
- Описание технологического процесса отделки изделия (технологический процесс и режим)
- Список использованной литературы
- Расчетно-пояснительная записка (25-30 листов)
- Графическая часть – 2-3 листа А1

Самостоятельная работа. Подготовка к экзамену

Подготовка к экзамену предполагает:

- изучение основной и дополнительной литературы;
- изучение конспектов лекций;
- изучение конспектов практических занятий и отчетов по ним;

Перечень вопросов к экзамену представлен в приложении 2 п. 2. Баллы за экзамен выставляются по критериям, представленным в приложении 2 п. 3.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ / практических работ

Лабораторная работа №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ Л.К.М.

Цель работы: получить практический навык определения условной вязкости лакокрасочных материалов и исследовать зависимость ее от количества вводимого разбавителя и температуры лакокрасочного материала

Приборы и материалы:

1. Вискозиметр ВЗ-4
2. Ртутный термометр
3. Термостат
4. Стакан
5. Лакокрасочный материал трех видов, разбавитель

Порядок выполнения:

1. Первоначально следует определить исходную вязкость л.к.м. при температуре 20 °С.
2. Затем производится непосредственно исследование влияния температуры и количества вводимого разбавителя на вязкость испытуемого лакокрасочного материала.

Форма отчетности:

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Наименование работы
3. Цель работы
4. Схему рабочей установки
5. Результаты работы и выводы

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое вязкость лакокрасочного материала?
2. Каким образом можно использовать особенности реологического поведения лакокрасочных материалов в технологии?
3. Как измеряется условная вязкость вискозиметром ВЗ-4?
4. Какие виды течений наблюдаются у лакокрасочных материалов?
5. Какие существуют способы измерения вязкости жидкостей?
5. Что такое условная вязкость?

Основная литература

1. Полимерные и связующие материалы в деревообра-ботке : учебное пособие / П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Хасаншин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государ-ственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казан-ский национальный исследовательский технологи-ческий университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1668-3 ; То же [Электронный ресурс].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428723>
2. Кононова, О.В. Современные отделочные матери-алы : учебное пособие / О.В. Кононова ; Поволжский государственный технологический университет; под ред. Л.С. Емельяновой. - 2-е изд., исправ. и доп. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 124 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8158-1499-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439208>

Дополнительная литература

1. Трошкин, С.Н. Технология защитно-декоративных покрытий : учебное пособие / С. Н. Трошкин, А. А. Симикова. - Братск : БрГТУ, 2003. - 68 с.
2. Онегин, В.И. Формирование лакокрасочных покрытий древесины : учебное пособие / В. И. Онегин. - Ленинград : Изд-во Ленинградского ун-та, 1983. - 148 с.

Лабораторная работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УКРЫВИСТОСТИ ПИГМЕНТИРОВАННЫХ Л.К.М.

Цель работы: получить практический навык определения укрывистости и укрывающей способности пигментированных лакокрасочных материалов и исследовать влияние количества наполнителя на укрывистость лакокрасочных материалов

Приборы и материалы:

1. Шахматная доска испытания
2. Весы технические
3. Сушильный шкаф
4. Стеклопластинки размером 100x100мм
5. Наполнитель трех видов

Порядок выполнения:

1. Нанести первый слой лакокрасочного материала на стеклянную пластинку и высушить
2. Подложить под пластинку с покрытием шахматную доску
3. Затем продолжить нанесение слоев покрытия с добавлением наполнителя до прекращения просвечивания черных и белых квадратов
4. Затем пластинку взвешать и определить укрывистость

Форма отчетности:

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Наименование работы
3. Цель работы
4. Результаты работы и выводы

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое укрывистость лакокрасочного материала?
2. Какими методами определяется укрывистость л.к.м.?
3. Определяется ли укрывистость непигментированных л.к.м.?
4. Как изменяется укрывистость с количеством вводимого в л.к.м наполнителя?
5. Как влияет материал подложки на величину укрывистости?
6. Что такое кроющая способность?

Основная литература

1. Полимерные и связующие материалы в деревообработке : учебное пособие / П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Хасаншин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1668-3 ; То же [Электронный ресурс].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428723>
2. Кононова, О.В. Современные отделочные материалы : учебное пособие / О.В. Кононова ; Поволжский государственный технологический университет; под ред. Л.С. Емельяновой. - 2-е изд., исправ. и доп. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 124 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8158-1499-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439208>

Дополнительная литература

1. Трошкин, С.Н. Технология защитно-декоративных покрытий : учебное пособие / С. Н. Трошкин, А. А. Симикина. - Братск : БрГТУ, 2003. - 68 с.
2. Онегин, В.И. Формирование лакокрасочных покрытий древесины : учебное пособие / В. И. Онегин. - Ленинград : Изд-во Ленинградского ун-та, 1983. - 148 с.

Лабораторная работа №3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТА НЕПИГМЕНТИРОВАННЫХ Л.К.М.

Цель работы: получить практический навык определения цвета непигментированных лакокрасочных материалов

Приборы и материалы:

1. Йодометрическая шкала
2. Лакокрасочный материал трех видов

Порядок выполнения:

1. Испытуемый лак наливают в пробирку и сравнивают ее цвет (на рассеянном свете) с цветом пробирок шкалы.
2. Результат записывают в миллиграммах йода, растворенного в пробирке

Форма отчетности:

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Наименование работы
3. Цель работы
4. Результаты работы и выводы

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как влияет цвет л.к.м. на свойства получаемых покрытий?
2. Как определяется цвет пигментированных л.к.м.?
3. Как определяется цвет непигментированных л.к.м.?
4. Как количественно оценивается цвет непигментированных л.к.м. по йодометрической шкале?

Основная литература

1. Полимерные и связующие материалы в деревообра-ботке : учебное пособие / П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Хасаншин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государ-ственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казан-ский национальный исследовательский технологи-ческий университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1668-3 ; То же [Электронный ресурс].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428723>
2. Кононова, О.В. Современные отделочные матери-алы : учебное пособие / О.В. Кононова ; Поволжский государственный технологический университет; под ред. Л.С. Емельяновой. - 2-е изд., исправ. и доп. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 124 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8158-1499-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439208>

Дополнительная литература

1. Трошкин, С.Н. Технология защитно-декоративных покрытий : учебное пособие / С. Н. Трошкин, А. А. Симикина. - Братск : БрГТУ, 2003. - 68 с.
2. Онегин, В.И. Формирование лакокрасочных покрытий древесины : учебное пособие / В. И. Онегин. - Ленинград : Изд-во Ленинградского ун-та, 1983. - 148 с.

Лабораторная работа №4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВОДОРОДНЫХ ИОНОВ (рН) ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДРЕВЕСНЫХ ПОДЛОЖЕК

Цель работы: получить практический навык определения концентрации водородных ионов поверхностного слоя древесных подложек

Приборы и материалы:

1. рН-метр
2. Древесные подложки, лакокрасочный материал

Порядок выполнения:

1. Испытуемый л.к.м. наносят на древесную подложку и определяют значение водородного показателя поверхностного слоя.
2. Результат записывают в единицах водородного показателя

Форма отчетности:

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Наименование работы
3. Цель работы
4. Результаты работы и выводы

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как влияет состав л.к.м. на значение водородного показателя?
2. Как определяется водородный показатель поверхностного слоя древесных подложек?
3. Как количественно оценивается водородный показатель поверхностного слоя древесных подложек?

Основная литература

1. Полимерные и связующие материалы в деревообработке : учебное пособие / П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Хасаншин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казан-ский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1668-3 ; То же [Электронный ресурс].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428723>
2. Кононова, О.В. Современные отделочные материалы : учебное пособие / О.В. Кононова ; Поволжский государственный технологический университет; под ред. Л.С. Емельяновой. - 2-е изд., исправ. и доп. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 124 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8158-1499-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439208>

Дополнительная литература

1. Трошкин, С.Н. Технология защитно-декоративных покрытий : учебное пособие / С. Н. Трошкин, А. А. Симикова. - Братск : БрГТУ, 2003. - 68 с.
2. Онегин, В.И. Формирование лакокрасочных покрытий древесины : учебное пособие / В. И. Онегин. - Ленинград : Изд-во Ленинградского ун-та, 1983. - 148 с.

Лабораторная работа №5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ВЫСЫХАНИЯ И СТЕПЕНИ ОТВЕРЖДЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы: получить практический навык определения времени и степени отверждения л.к.м.

Приборы и материалы:

1. Секундомер
2. Стеклопластинки размером 100x100 мм
3. Бумажные диски
4. Гири весом 20 г; 200 г; 2 кг
5. Лакокрасочные материалы трех видов

Порядок выполнения:

1. Четыре стеклянные пластинки размером 100x100 мм покрываются лакокрасочным материалом толщиной 150-300 мкм.
2. Время отверждения фиксируется с помощью секундомера.
3. Через 10 минут производится контроль первой степени отверждения.
4. Последующие проверки осуществляются через 3-5 минут
5. Результаты наблюдений заносят в протокол испытаний

Форма отчетности:

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Наименование работы
3. Цель работы
4. Результаты работы и выводы

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое отверждение покрытий?
2. Какие существуют способы отверждения покрытий?
3. Как определяют 1-ю степень отверждения покрытий?
4. Как определяют 2-ю степень отверждения покрытий?
5. Что означает с технологической точки зрения 3-я степень высыхания

Основная литература

1. Полимерные и связующие материалы в деревообработке : учебное пособие / П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Хасаншин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1668-3 ; То же [Электронный ресурс].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428723>
2. Кононова, О.В. Современные отделочные материалы : учебное пособие / О.В. Кононова ; Поволжский государственный технологический университет; под ред. Л.С. Емельяновой. - 2-е изд., исправ. и доп. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 124 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8158-1499-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439208>

Дополнительная литература

1. Трошкин, С.Н. Технология защитно-декоративных покрытий : учебное пособие / С.Н. Трошкин, А.А. Симикина. - Братск : БрГТУ, 2003. - 68 с.
2. Онегин, В.И. Формирование лакокрасочных покрытий древесины : учебное пособие / В.И. Онегин. - Ленинград : Изд-во Ленинградского ун-та, 1983. - 148 с.

Лабораторная работа №6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ Л.К.М.

Цель работы: получить практический навык определения краевого угла смачивания лакокрасочных материалов и исследовать зависимость его от температуры подложки

Приборы и материалы:

1. Микроскоп МПБ-2
2. Сушильный шкаф
3. Образцы древесины и древесных материалов
4. Лакокрасочные материалы трех видов

Порядок выполнения:

1. Первоначально следует определить краевой угол смачивания при температуре 20 °С.
2. Затем подогреть подложку до температуры 25 °С; 30 °С; 35 °С; 40 °С и измерить краевой угол смачивания л.к.м.
3. Построить зависимость краевого угла смачивания от температуры подложки для различных лакокрасочных материалов

Форма отчетности:

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Наименование работы
3. Цель работы
4. Схему рабочей установки
5. Результаты работы и выводы

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое краевой угол смачивания?
2. Какие бывают краевые углы смачивания?
3. Какие известны основные случаи смачивания?
4. Как происходит смачивание шероховатых поверхностей?
5. Как влияет состояние лакокрасочного материала на его смачивающую способность?
6. Что такое адгезия и смачивание?
7. Что входит в понятие смачивание?
8. Каковы факторы, влияющие на краевой угол смачивания?
9. Каковы способы улучшения смачивания реальных твердых поверхностей и смачивающей способности лакокрасочного материала?

Основная литература

1. Полимерные и связующие материалы в деревообработке : учебное пособие / П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Хасаншин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1668-3 ; То же [Электронный ресурс].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428723>
2. Кононова, О.В. Современные отделочные материалы : учебное пособие / О.В. Кононова ; Поволжский государственный технологический университет; под ред. Л.С. Емельяновой. - 2-е изд., исправ. и доп. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 124 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8158-1499-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439208>

Дополнительная литература

1. Трошкин, С.Н. Технология защитно-декоративных покрытий : учебное пособие / С. Н. Трошкин, А. А. Симилова. - Братск : БрГТУ, 2003. - 68 с.
2. Онегин, В.И. Формирование лакокрасочных покрытий древесины : учебное пособие / В. И. Онегин. - Ленинград : Изд-во Ленинградского ун-та, 1983. - 148 с.

Лабораторная работа №7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы: получить практический навык определения поверхностного натяжения лакокрасочных материалов методом отрыва кольца

Приборы и материалы:

1. Торсионные весы тива ВТ
2. Лакокрасочные материалы трех видов
3. Химическая посуда

Порядок выполнения:

1. Первоначально следует определить исходное поверхностное натяжение воды при температуре 20 °С.
2. стакан с лакокрасочным материалом и водой устанавливают так, чтобы кольцо касалось поверхности испытываемого материала
3. Затем специальной рукояткой весов поднимают кольцо до тех пор, пока не произойдет отрыв кольца от поверхности испытываемого материала.
4. По шкале деления весов определяют поверхностное натяжение данного материала

Форма отчетности:

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Наименование работы
3. Цель работы
4. Схему рабочей установки
5. Результаты работы и выводы

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что называется поверхностным натяжением жидкости, какова природа ее возникновения?
2. От чего зависит поверхностное натяжение жидкости?
3. Каково назначение поверхностно-активных веществ (ПАВ)?
4. Какие существуют методы определения поверхностного натяжения?

Основная литература

1. Полимерные и связующие материалы в деревообработке : учебное пособие / П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Хасаншин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1668-3 ; То же [Электронный ресурс].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428723>
2. Кононова, О.В. Современные отделочные материалы : учебное пособие / О.В. Кононова ; Поволжский государственный технологический университет; под ред. Л.С. Емельяновой. - 2-е изд., исправ. и доп. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 124 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8158-1499-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439208>

Дополнительная литература

1. Трошкин, С.Н. Технология защитно-декоративных покрытий : учебное пособие / С. Н. Трошкин, А. А. Симилова. - Братск : БрГТУ, 2003. - 68 с.
2. Онегин, В.И. Формирование лакокрасочных покрытий древесины : учебное пособие / В. И. Онегин. - Ленинград : Изд-во Ленинградского ун-та, 1983. - 148 с.

Лабораторная работа №8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУХОГО ОСТАТКА ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы: получить практический навык определения сухого остатка и удельного расхода лакокрасочных материалов

Приборы и материалы:

1. Сушильный шкаф
2. Весы технические
3. Термометр
4. Жестяные чашки диаметром 6-8 см
5. Стеклопластиковые пластинки размером 60-80 мм

Порядок выполнения:

1. Испытуемый лакокрасочный материал в количестве 2 г помещают в чистую жестяную чашку и взвешивают с точностью до 0,01 г.
2. Чашечку с навеской помещают в сушильный шкаф на 5 минут, затем вынимают и после охлаждения взвешивают с той же точностью.
3. Сушку повторяют до тех пор, пока разница между двумя последующими взвешиваниями будет не более 0,01 г.
4. Затем по формуле определяют сухой остаток л.к.м.

Форма отчетности:

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Наименование работы
3. Цель работы
4. Результаты работы и выводы

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое сухой остаток лакокрасочных материалов?
2. Как определяют сухой остаток л.к.м.?
3. Как влияет сухой остаток л.к.м. на удельный расход и укрывистость лакокрасочных материалов?
4. Что такое нелетучие вещества лакокрасочного материала?

Основная литература

1. Полимерные и связующие материалы в деревообра-ботке : учебное пособие / П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Хасаншин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казан-ский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1668-3 ; То же [Электронный ресурс].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428723>
2. Кононова, О.В. Современные отделочные матери-алы : учебное пособие / О.В. Кононова ; Поволжский государственный технологический университет; под ред. Л.С.Емельяновой-2е изд исправ. и доп. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 124 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8158-1499-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439208>

Дополнительная литература

1. Трошкин, С.Н. Технология защитно-декоративных покрытий : учебное пособие / С. Н. Трошкин, А. А. Симилова. - Братск : БрГТУ, 2003. - 68 с.
2. Онегин, В.И. Формирование лакокрасочных покрытий древесины : учебное пособие / В. И. Онегин. - Ленинград : Изд-во Ленинградского ун-та, 1983. - 148 с.

Лабораторная работа №9

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЗРАЧНЫХ НИТРОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ПОКРЫТИЙ

Цель работы: получить практический навык формирования прозрачных нитроцеллюлозных покрытий древесины и древесных материалов

Приборы и материалы:

1. Микроскоп МИС-11
2. Образцы древесины и древесных материалов
3. Лакокрасочный материал НЦ-243
4. Поролон, кисть
5. Шлифовальная шкурка №5, №6.
6. Водный раствор красителя

Порядок выполнения:

1. Подготовить образцы древесины и древесных материалов к отделке методом шлифования шкуркой №5 и №6.
2. После удаления шлифовальной пыли нанести на поверхность водный раствор красителя.
3. После высыхания нанести на поверхность подложки грунтовый слой
4. Затем нанести 1-ый слой лака НЦ-243 и подвергнуть образец сушке.
5. После отверждения покрытия произвести промежуточное шлифование покрытия и нанести 2-й слой лака.
6. Затем операция сушки лакокрасочного покрытия и контроль качества

Форма отчетности:

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Наименование работы
3. Цель работы
4. Технологический процесс формирования нитроцеллюлозных покрытий.
5. Результаты работы и выводы

Контрольные вопросы для самопроверки

1. В чем заключается отличие прозрачных и непрозрачных покрытий?
2. Назовите основные этапы формирования прозрачных покрытий
3. Для чего осуществляется операция крашения?
4. Что такое технологический режим формирования покрытий?
5. Как осуществляется контроль качества получаемых покрытий?

Основная литература

1. Полимерные и связующие материалы в деревообработке : учебное пособие / П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Хасаншин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1668-3 ; То же [Электронный ресурс].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428723>

2. Кононова, О.В. Современные отделочные материалы : учебное пособие / О.В. Кононова ; Поволжский государственный технологический университет; под ред. Л.С. Емельяновой. - 2-е изд., исправ. и доп. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 124 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8158-1499-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439208>

Дополнительная литература

1. Трошкин, С.Н. Технология защитно-декоративных покрытий : учебное пособие / С. Н. Трошкин, А. А. Симикина. - Братск : БрГТУ, 2003. - 68 с.
2. Онегин, В.И. Формирование лакокрасочных покрытий древесины : учебное пособие / В. И. Онегин. - Ленинград : Изд-во Ленинградского ун-та, 1983. - 148 с.

Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

Практическое занятие №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИИ Л.К.М

Цель работы : изучить методику определения адгезии л.к.м. к древесине и древесным материалам

Задание :

Вид подложки и л.к.м. выбирает преподаватель

1. Сформировать лакокрасочное покрытие (л.к.п.) на различных видах подложек
2. Произвести отверждение л.к.п. и определить адгезию л.к.м. по одной из стандартных методик

Порядок выполнения:

1. Изучить различные методы определения адгезии л.к.м.
2. Произвести непосредственно испытание и определить величину адгезии л.к.п.
3. Ответить на контрольные вопросы, оформить и защитить отчет по практической работе

Форма отчетности:

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Наименование работы
3. Цель работы
4. Приборы и материалы
5. Результаты работы и выводы

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое адгезия л.к.м.?
2. Способы определения адгезии л.к.м.?
3. Способы повышения адгезионной прочности?

Основная литература

1. Полимерные и связующие материалы в деревообработке : учебное пособие / П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Хасаншин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1668-3 ; То же [Электронный ресурс].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428723>
2. Кононова, О.В. Современные отделочные материалы : учебное пособие / О.В. Кононова ; Поволжский государственный технологический университет; под ред. Л.С. Емельяновой. - 2-е изд., исправ. и доп. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 124 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8158-1499-8 ; То же

[Электронный ресурс]. - URL:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439208>

Дополнительная литература

1. Рыбин, Б.М. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов : учебник для вузов / Б. М. Рыбин. - 2-е изд. - Москва : МГУЛ, 2005. - 568 с
2. Симикина, А.А. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов : учебное пособие / А. А. Симикина, С. Н. Трошкин. - Братск : БрГУ, 2013. - 140 с.

Практическое занятие №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ НА ИЗГИБ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Цель работы : получение практических навыков определения прочности на изгиб л.к.п.

Задание :

Вид лакокрасочных покрытий выбирает преподаватель

Порядок выполнения:

1. Сформировать различные виды лакокрасочных покрытий на стальной ленте
2. Определить прочность на изгиб различных лакокрасочных покрытий

Форма отчетности:

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Наименование работы
3. Цель работы
4. Методику определения прочности на изгиб лакокрасочного покрытия
5. Результаты работы и выводы

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как определяется прочность л.к.м. на изгиб?
2. От чего зависит показатель прочности на изгиб?
3. Как влияет количество пластификатора на показатель прочности?

Основная литература

1. Полимерные и связующие материалы в деревообра-ботке : учебное пособие / П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Хасаншин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государ-ственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казан-ский национальный исследовательский технологи-ческий университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1668-3 ; То же [Электронный ресурс].- URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428723>

2. Кононова, О.В. Современные отделочные матери-алы : учебное пособие / О.В. Кононова ; Поволжский государственный технологический университет; под ред. Л.С. Емельяновой. - 2-е изд., исправ. и доп. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 124 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8158-1499-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439208>

Дополнительная литература

1. Рыбин, Б.М. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов : учебник для вузов / Б. М. Рыбин. - 2-е изд. - Москва : МГУЛ, 2005. - 568 с
2. Симикина, А.А. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов : учебное пособие / А. А. Симикина, С. Н. Трошкин. - Братск : БрГУ, 2013. - 140 с.

Практическое занятие №3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Цель работы : изучить методику определения толщины прозрачных и непрозрачных покрытий древесины и древесных материалов

Задание :

Вид лакокрасочных покрытий выбирает преподаватель

1. Сформировать прозрачное и непрозрачное покрытие на древесины и древесных материалах
2. Определить толщину покрытий, используя стандартную методику

Порядок выполнения:

1. Изучить конструкцию микроскопа МИС-11 и приспособления для получения микросреза
2. Определить толщину покрытия
3. Ответить на контрольные вопросы, оформить и защитить отчет по работе

Форма отчетности:

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Наименование работы
3. Цель работы
4. Методику определения толщины прозрачных и непрозрачных покрытий
5. Результаты работы и выводы

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как определяется толщина прозрачных и непрозрачных лакокрасочных покрытий?
2. От чего зависит толщина покрытий?
3. Что такое механическая пористость покрытий?
4. Какие причины обуславливают невозможность нанесения покрытий любой толщины за один прием?

Основная литература

1. Полимерные и связующие материалы в деревообра-ботке : учебное пособие / П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Хасаншин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологи-ческий университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1668-3 ; То же [Электронный ресурс].- URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428723>

2. Кононова, О.В. Современные отделочные матери-алы : учебное пособие / О.В. Кононова ; Поволжский государственный технологический университет; под ред. Л.С. Емельяновой. - 2-е изд., исправ. и доп. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 124 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8158-1499-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:

Дополнительная литература

1. Рыбин, Б.М. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов : учебник для вузов / Б. М. Рыбин. - 2-е изд. - Москва : МГУЛ, 2005. - 568 с
2. Симикина, А.А. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов : учебное пособие / А. А. Симикина, С. Н. Трошкин. - Братск : БрГУ, 2013. - 140 с.

Практическое занятие №4

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЛЕСКА И МАТОВОСТИ
ПРОЗРАЧНЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Цель работы : изучить методику определения толщины блеска и матовости прозрачных покрытий

Задание :

Вид подложки и лакокрасочного покрытия выбирает преподаватель

Порядок выполнения:

1. Ознакомиться с методикой определения блеска прозрачных покрытий
2. Изучить конструкцию фотоэлектрического блескомера ФБ-2
3. Определить блеск и матовость прозрачных покрытий
4. Ответить на контрольные вопросы, оформить и защитить отчет по работе

Форма отчетности:

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Наименование работы
3. Цель работы
4. Приборы и материалы
5. Результаты работы и выводы

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое блеск лакокрасочного покрытия?
2. От чего зависит блеск покрытия?
3. Как классифицируются покрытия по характеру отражения света?
4. Какое влияние на блеск покрытия оказывает структура поверхности подложки?

Основная литература

1. Полимерные и связующие материалы в деревообработке : учебное пособие / П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Хасаншин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологи-ческий университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1668-3 ; То же [Электронный ресурс].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428723>
2. Кононова, О.В. Современные отделочные материалы : учебное пособие / О.В. Кононова ; Поволжский государственный технологический университет; под ред. Л.С. Емельяновой. - 2-е изд., исправ. и доп. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 124 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8158-1499-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439208>

Дополнительная литература

1. Рыбин, Б.М. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов : учебник для вузов / Б. М. Рыбин. - 2-е изд. - Москва : МГУЛ, 2005. - 568 с
2. Симилова, А.А. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов : учебное пособие / А. А. Симилова, С. Н. Трошкин. - Братск : БрГУ, 2013. - 140 с.

Практическое занятие №5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Цель работы : изучить методику определения твердости лакокрасочных покрытий

Задание : Вид лакокрасочных покрытий выбирает преподаватель

Порядок выполнения:

1. Ознакомиться с методикой определения твердости лакокрасочных покрытий
2. Изучить конструкцию маятникового прибора М-3 для определения твердости покрытий
3. Определить твердость покрытий
4. Ответить на контрольные вопросы, оформить и защитить отчет по работе

Форма отчетности:

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Наименование работы
3. Цель работы
4. Приборы и материалы
5. Результаты работы и выводы

Контрольные вопросы для самопроверки

1. От чего зависит твердость лакокрасочных покрытий?
2. Как определяется твердость лакокрасочных покрытий?
3. Как влияют условия эксплуатации изделий на твердость лакокрасочных покрытий?

Основная литература

1. Полимерные и связующие материалы в деревообра-ботке : учебное пособие / П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Хасаншин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государ-ственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казан-ский национальный исследовательский технологи-ческий университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1668-3 ; То же [Электронный ресурс].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428723>
2. Кононова, О.В. Современные отделочные матери-алы : учебное пособие / О.В. Кононова ; Поволжский государственный технологический университет; под ред. Л.С. Емельяновой. - 2-е изд., исправ. и доп. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 124 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8158-1499-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439208>

Дополнительная литература

1. Рыбин, Б.М. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов : учебник для вузов / Б. М. Рыбин. - 2-е изд. - Москва : МГУЛ, 2005. - 568 с
2. Симилова, А.А. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных ма-териалов : учебное пособие / А. А. Симилова, С. Н.Трошкин. - Братск : БрГУ, 2013. - 140 с.

Практическое занятие №6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Цель работы : изучить методику определения долговечности лакокрасочных покрытий

Задание : Вид подложки и лакокрасочных покрытий выбирает преподаватель

Порядок выполнения:

1. Изучить методику определения долговечности лакокрасочных покрытий
2. Ознакомиться с устройством и конструкцией аппарата искусственной погоды ИП-1
3. Определить долговечность лакокрасочных покрытий
4. Ответить на контрольные вопросы, оформить и защитить отчет по работе

Форма отчетности:

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Наименование работы
3. Цель работы
4. Приборы и материалы
5. Результаты работы и выводы

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое долговечность лакокрасочного покрытия?
2. Какие существуют способы определения долговечности покрытия?
3. От чего зависит долговечность лакокрасочного покрытия?

Основная литература

1. Полимерные и связующие материалы в деревообра-ботке : учебное пособие / П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Хасаншин ; Министерство образования и науки России, Федеральное госуда-рственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казан-ский национальный исследовательский технологи-ческий университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1668-3 ; То же [Электронный ресурс].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428723>
2. Кононова, О.В. Современные отделочные матери-алы : учебное пособие / О.В. Кононова ; Поволжский государственный технологический университет; под ред. Л.С. Емельяновой. - 2-е изд., исправ. и доп. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 124 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8158-1499-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439208>

Дополнительная литература

1. Рыбин, Б.М. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов : учебник для вузов / Б. М. Рыбин. - 2-е изд. - Москва : МГУЛ, 2005. - 568 с
2. Симилова, А.А. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов : учебное пособие / А. А. Симилова, С. Н. Трошкин. - Братск : БрГУ, 2013. - 140 с.

9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта

Цель курсового проекта – закрепить и систематизировать знания студентов в области технологии защитно-декоративных покрытий.

Основная задача курсового проекта - разработка технологического процесса отделки изделия из древесины и древесных материалов.

Состав курсового проекта:

- Введение
- Выбор и обоснование системы покрытий
- Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования для отделки изделия
- Расчет основных и вспомогательных материалов
- Описание технологического процесса отделки изделия (технологический процесс и режим)
- Список использованной температуры
- Расчетно-пояснительная записка (25-30 листов)
- Графическая часть – 2-3 листа А1

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникативные технологии (ИКТ) преподаватель использует для:

- получения информации при подготовке к занятиям;
- создания презентационного сопровождения лекционных занятий;
- работы в электронной информационной среде;
- ОС Windows 7 Professional;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| <i>Вид занятия</i> | <i>Наименование аудитории</i> | <i>Перечень основного оборудования</i> | <i>№ Лк, ЛР, ПЗ</i> |
|--------------------|--|--|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Лк | Лекционная аудитория | - | Лк №1-14 |
| ЛР | Лаборатория защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов | Микроскоп МИС-11; образцы древесины и древесных материалов, лакокрасочный материал НЦ-243, поролон, кисть, шлифовальная шкурка №5, №6, весы технические, термометр, сушильный шкаф, торсионные весы, вискозиметр ВЗ-4, ртутный термометр, термостат, микроскоп МПБ-2 | ЛР №1-9 |
| ПЗ | Лаборатория механических испытаний древесины и древесных материалов | Лакокрасочные материалы, подложка, микроскоп МИС-11, блескомер БФ-2, маятниковый прибор М-3, аппарат искусственной погода ИП-1 | ПЗ № 1-6 |
| КП | ЧЗ1 | Оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D | - |
| СР | ЧЗ1 | Оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D | - |

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

| № компетенции | Элемент компетенции | Раздел | Тема | ФОС |
|---------------|---|---|--|-------------------------------------|
| ОК-7 | способность к самоорганизации и самообразованию | <p>1. Защитно-декоративные покрытия древесных материалов и их роль в формировании качества изделий из древесины.</p> | <p>1.1 Предмет курса. Защитно-декоративные покрытия древесных материалов и их роль в формировании качества изделий из древесины. История и перспективы развития техники и технологии отделки.</p> | <p><i>Экзаменационный билет</i></p> |
| | | <p>2. Компоненты лакокрасочных материалов и их значение. Требования, предъявляемые к ним</p> | <p>2.1 Классификация материалов защитно-декоративных покрытий. Виды и свойства пленкообразователей. Вязкость лакокрасочных материалов. Поверхностное натяжение, свойства порошков, дисперсий, пленок.</p> | <p><i>Экзаменационный билет</i></p> |
| | | | <p>2.2 Полиэфирные парафиносодержащие и беспарафиновые лаки, эмали, грунтовки и шпаклевки на основе ненасыщенных полиэфирных олигомеров. Полиуретаны, виды лакокрасочных материалов на их основе.</p> | <p><i>Экзаменационный билет</i></p> |
| | | | <p>2.3 Водорастворимые, водоразбавляемые и воднодисперсионные материалы. Порошковые лакокрасочные материалы, перспектива их применения на древесных подложках. Нитроцеллюлозные и пентафталевые лакокрасочные материалы.</p> | <p><i>Экзаменационный билет</i></p> |

| | | | | |
|--|--|---|--|------------------------------|
| | | | сочные материалы. Отделочные пленки, их назначение, свойства и представленные к ним требования. Методы испытания пленочных и лакокрасочных материалов. | |
| | | 3. Реология защитно-декоративных покрытий и лакокрасочных материалов | 3.1 Смачивание подложки лакокрасочными материалами. Понятия и определения, связанные с поверхностными явлениями на границе твердое тело – жидкость – газ. Работа адгезии лакокрасочного материала, смачивание шероховатых поверхностей, критическое поверхностное натяжение смачивание. Растекание лакокрасочных материалов. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | | 3.2 Адгезия. Природа адгезионных связей. Факторы, влияющие на адгезионную прочность покрытий. Внутреннее напряжение в покрытиях. Влияние внутренних напряжений в покрытиях на адгезионную прочность. Способы снятия напряжений. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | 4. Способы нанесения жидких лакокрасочных материалов. | 4.1 Классификация методов нанесения. Нанесение жидких лакокрасочных материалов способом распыления. Пневматическое распыление, безвоздушное распыление, распыление в электрическом поле токов высокого | <i>Экзаменационный билет</i> |

| | | | | |
|--|--|---|--|------------------------------|
| | | | напряжения. | |
| | | | 4.2 Струйный облив, облив с последующей выдержкой в парах растворителей, облив с помощью лаковой завесы (налив), окунание, протягивание через ванну закрытого типа, вальцовый способ. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | | 4.3 Метод акваграфии, декалькомании, шелкографии. Нанесение пленочных покрытий. Облицовывание, ламинирование, каширование. Сущность методов, технологические режимы, оборудование, достоинства и недостатки, области применения. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | 5. Методы интенсификации процессов отверждения защитно-декоративных покрытий | 5.1 Общие сведения о пленкообразовании. Процессы, приводящие к пленкообразованию: испарение летучих растворителей, химические превращения, расплав-охлаждение. Кинетика процессов. Метод интенсификации процессов отверждения с помощью нагрева. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | | 5.2 Конвективный подвод тепла, предварительный нагрев подложек, отверждение с помощью инфракрасного излучения. Отверждение под действием ультрафиолетового излучения. Радиационно-химическое отверждение покрытий. Режимы, оборудова- | <i>Экзаменационный билет</i> |

| | | | | |
|--|--|--|---|------------------------------|
| | | | ние, достоинства и недостатки. Область применения. | |
| | | 6. Методы отделки древесины и древесных материалов | 6.1 Подготовка поверхности древесины и древесных материалов к отделке. Классификация методов. Механические методы: зачистка, шлифование, заделка дефектов и сучков, удаление ворса, холодный и горячий прокат. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | | 6.2 Декоративная обработка покрытий: шлифование и полирование. Применяемые материалы, инструменты, оборудование режимы. Имитационная отделка и ее особенности. Области применения. Оборудование и организация рабочих мест в отделочных цехах. Конвейеризация и автоматизация. Расчет производительности отделочного оборудования. Подготовка лакокрасочных материалов и нормирование их расхода. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | 7. Перспективные направления развития технологии отделки древесины и древесных материалов | 7.1 Перспективные направления развития техники и технологии отделки в деле защиты окружающей среды. Значение внедрения новой техники, материалов, высокоэффективных технологий. Значение концентрации и специализации для дальнейшего совершенствования технологии защитно-декоративных | <i>Экзаменационный билет</i> |

| | | | | |
|------|---|---|--|------------------------------|
| | | | покрытий. Роль и задачи инженера-технолога в современном производстве. | |
| ПК-1 | способностью организовывать и контролировать технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами | 1. Защитно-декоративные покрытия древесных материалов и их роль в формировании качества изделий из древесины. | 1.1 Предмет курса. Защитно-декоративные покрытия древесных материалов и их роль в формировании качества изделий из древесины. История и перспективы развития техники и технологии отделки. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | 2. Компоненты лакокрасочных материалов и их значение. Требования, предъявляемые к ним | 2.1 Классификация материалов защитно-декоративных покрытий. Виды и свойства пленкообразователей. Вязкость лакокрасочных материалов. Поверхностное натяжение, свойства порошков, дисперсий, пленок. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | | 2.2 Полиэфирные парафиносодержащие и беспарафиновые лаки, эмали, грунтовки и шпаклевки на основе ненасыщенных полиэфирных олигомеров. Полиуретаны, виды лакокрасочных материалов на их основе. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | | 2.3 Водорастворимые, водоразбавляемые и воднодисперсионные материалы. Порошковые лакокрасочные материалы, перспектива их применения на древесных подложках. Нитроцеллюлозные и пентафталевые лакокрасочные материалы. Отделочные пленки, их назначение, свойства и | <i>Экзаменационный билет</i> |

| | | | | |
|--|--|--|--|------------------------------|
| | | | представленные к ним требования. Методы испытания пленочных и лакокрасочных материалов. | |
| | | 3. Реология защитно-декоративных покрытий и лакокрасочных материалов | 3.1 Смачивание подложки лакокрасочными материалами. Понятия и определения, связанные с поверхностными явлениями на границе твердое тело – жидкость – газ. Работа адгезии лакокрасочного материала, смачивание шероховатых поверхностей, критическое поверхностное натяжение смачивание. Растекание лакокрасочных материалов. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | | 3.2 Адгезия. Природа адгезионных связей. Факторы, влияющие на адгезионную прочность покрытий. Внутреннее напряжение в покрытиях. Влияние внутренних напряжений в покрытиях на адгезионную прочность. Способы снятия напряжений. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | 4. Способы нанесения жидких лакокрасочных материалов. | 4.1 Классификация методов нанесения. Нанесение жидких лакокрасочных материалов способом распыления. Пневматическое распыление, безвоздушное распыление, распыление в электрическом поле токов высокого напряжения. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | | 4.2 Струйный облив, облив с последующей выдер- | <i>Экзаменационный билет</i> |

| | | | | |
|--|--|--|---|------------------------------|
| | | | <p>жкой в парах растворителей, облив с помощью лаковой завесы (налив), окунание, протягивание через ванну закрытого типа, вальцовый способ.</p> | |
| | | | <p>4.3 Метод акваграфии, декалькомании, шелкографии. Нанесение пленочных покрытий. Облицовывание, ламинирование, каширование. Сущность методов, технологические режимы, оборудование, достоинства и недостатки, области применения.</p> | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | <p>5. Методы интенсификации процессов отверждения защитно-декоративных покрытий</p> | <p>5.1 Общие сведения о пленкообразовании. Процессы, приводящие к пленкообразованию: испарение летучих растворителей, химические превращения, расплав-охлаждение. Кинетика процессов. Метод интенсификации процессов отверждения с помощью нагрева.</p> | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | | <p>5.2 Конвективный подвод тепла, предварительный нагрев подложек, отверждение с помощью инфракрасного излучения. Отверждение под действием ультрафиолетового излучения. Радиационно-химическое отверждение покрытий. Режимы, оборудование, достоинства и недостатки. Область применения.</p> | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | <p>6. Методы отделки</p> | <p>6.1 Подготовка по-</p> | <i>Экзаменацион-</i> |

| | | | | |
|--|--|--|--|-------------------------------------|
| | | <p>древесины и древесных материалов</p> | <p>верхности древесины и древесных материалов к отделке. Классификация методов. Механические методы: зачистка, шлифование, заделка дефектов и сучков, удаление ворса, холодный и горячий прокат.</p> | <p><i>ный билет</i></p> |
| | | | <p>6.2 Декоративная обработка покрытий: шлифование и полирование. Применяемые материалы, инструменты, оборудование режимы. Имитационная отделка и ее особенности. Области применения. Оборудование и организация рабочих мест в отделочных цехах. Конвейеризация и автоматизация. Расчет производительности отделочного оборудования. Подготовка лакокрасочных материалов и нормирование их расхода.</p> | <p><i>Экзаменационный билет</i></p> |
| | | <p>7. Перспективные направления развития технологии отделки древесины и древесных материалов</p> | <p>7.1 Перспективные направления развития техники и технологии отделки в деле защиты окружающей среды. Значение внедрения новой техники, материалов, высокоэффективных технологий. Значение концентрации и специализации для дальнейшего совершенствования технологии защитно-декоративных покрытий. Роль и задачи инженера-технолога в современном производ-</p> | <p><i>Экзаменационный билет</i></p> |

| | | | | |
|-------|---|---|--|------------------------------|
| | | | стве. | |
| ПК-13 | владение методами комплексного исследования технологических процессов, учитывающих принципы энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды | 1. Защитно-декоративные покрытия древесных материалов и их роль в формировании качества изделий из древесины. | 1.1 Предмет курса. Защитно-декоративные покрытия древесных материалов и их роль в формировании качества изделий из древесины. История и перспективы развития техники и технологии отделки. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | 2. Компоненты лакокрасочных материалов и их значение. Требования, предъявляемые к ним | 2.1 Классификация материалов защитно-декоративных покрытий. Виды и свойства пленкообразователей. Вязкость лакокрасочных материалов. Поверхностное натяжение, свойства порошков, дисперсий, пленок. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | | 2.2 Полиэфирные парафиносодержащие и беспарафиновые лаки, эмали, грунтовки и шпаклевки на основе ненасыщенных полиэфирных олигомеров. Полиуретаны, виды лакокрасочных материалов на их основе. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | | 2.3 Водорастворимые, водоразбавляемые и воднодисперсионные материалы. Порошковые лакокрасочные материалы, перспектива их применения на древесных подложках. Нитроцеллюлозные и пентафталевые лакокрасочные материалы. Отделочные пленки, их назначение, свойства и представленные к ним требования. Методы испытания пленочных и | <i>Экзаменационный билет</i> |

| | | | | |
|--|--|---|--|------------------------------|
| | | | лакокрасочных материалов. | |
| | | 3. Реология защитно-декоративных покрытий и лакокрасочных материалов | 3.1 Смачивание подложки лакокрасочными материалами. Понятия и определения, связанные с поверхностными явлениями на границе твердое тело – жидкость – газ. Работа адгезии лакокрасочного материала, смачивание шероховатых поверхностей, критическое поверхностное натяжение смачивание. Растекание лакокрасочных материалов. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | | 3.2 Адгезия. Природа адгезионных связей. Факторы, влияющие на адгезионную прочность покрытий. Внутреннее напряжение в покрытиях. Влияние внутренних напряжений в покрытиях на адгезионную прочность. Способы снятия напряжений. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | 4. Способы нанесения жидких лакокрасочных материалов. | 4.1 Классификация методов нанесения. Нанесение жидких лакокрасочных материалов способом распыления. Пневматическое распыление, безвоздушное распыление, распыление в электрическом поле токов высокого напряжения. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | | 4.2 Струйный облив, облив с последующей выдержкой в парах растворителей, облив с помощью лаковой завесы (на- | <i>Экзаменационный билет</i> |

| | | | | |
|--|--|---|--|------------------------------|
| | | | лив), окувание, протягивание через ванну закрытого типа, вальцовый способ. | |
| | | | 4.3 Метод акваграфии, декалькомании, шелкографии. Нанесение пленочных покрытий. Облицовывание, ламинирование, каширование. Сущность методов, технологические режимы, оборудование, достоинства и недостатки, области применения. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | 5. Методы интенсификации процессов отверждения защитно-декоративных покрытий | 5.1 Общие сведения о пленкообразовании. Процессы, приводящие к пленкообразованию: испарение летучих растворителей, химические превращения, расплав-охлаждение. Кинетика процессов. Метод интенсификации процессов отверждения с помощью нагрева. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | | 5.2 Конвективный подвод тепла, предварительный нагрев подложек, отверждение с помощью инфракрасного излучения. Отверждение под действием ультрафиолетового излучения. Радиационно-химическое отверждение покрытий. Режимы, оборудование, достоинства и недостатки. Область применения. | <i>Экзаменационный билет</i> |
| | | 6. Методы отделки древесины и древесных материалов | 6.1 Подготовка поверхности древесины и древесных материалов к отделке. Классифи- | <i>Экзаменационный билет</i> |

| | | | | |
|--|--|--|--|-------------------------------------|
| | | | <p>кация методов. Механические методы: зачистка, шлифование, заделка дефектов и сучков, удаление ворса, холодный и горячий прокат.</p> | |
| | | | <p>6.2 Декоративная обработка покрытий: шлифование и полирование. Применяемые материалы, инструменты, оборудование режимы. Имитационная отделка и ее особенности. Области применения. Оборудование и организация рабочих мест в отделочных цехах. Конвейеризация и автоматизация. Расчет производительности отделочного оборудования. Подготовка лакокрасочных материалов и нормирование их расхода.</p> | <p><i>Экзаменационный билет</i></p> |
| | | <p>7. Перспективные направления развития технологии отделки древесины и древесных материалов</p> | <p>7.1 Перспективные направления развития техники и технологии отделки в деле защиты окружающей среды. Значение внедрения новой техники, материалов, высокоэффективных технологий. Значение концентрации и специализации для дальнейшего совершенствования технологии защитно-декоративных покрытий. Роль и задачи инженера-технолога в современном производстве.</p> | <p><i>Экзаменационный билет</i></p> |

2. Экзаменационные вопросы

| № п/п | Компетенции | | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ | № и наименование раздела |
|----------|-------------|---|--|---|
| | Код | Определение | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | ОК-7 | способность к самоорганизации и самообразованию | 1.1 Лакокрасочные материалы. Виды, определение и назначение. | 1. Защитно-декоративные покрытия древесных материалов и их роль в формировании качества изделий из древесины. |
| | | | 1.2 Нанесение лакокрасочного материала в электростатическом поле. Сущность, достоинства и недостатки метода.. | |
| | | | 1.3 Полиэфирные лакокрасочные материалы. Области использования. | |
| | | | 1.4 Виды отделки древесины. Структура прозрачных защитно-декоративных покрытий на древесине. Взаимодействие древесины и л.к.м. | 2. Компоненты лакокрасочных материалов и их значение. Требования, предъявляемые к ним |
| | | | 1.5 Технология прозрачной отделки полиэфирными лаками. | |
| | | | 1.6 Теоретические основы адгезии покрытий древесины и древесных материалов | |
| | | | 1.7 Механическое распыление л.к.м. | 3. Реология защитно-декоративных покрытий и лакокрасочных материалов |
| | | | 1.8 Определение толщины прозрачных и непрозрачных покрытий. | |
| | | | 1.9 Нанесение лакокрасочных материалов протягиванием. Достоинства и недостатки метода. | |
| | | | 1.10 Технология имитационной отделки древесины. Пленки с полной поликонденсацией смолы. | 4. Способы нанесения жидких лакокрасочных материалов. |
| | | | 1.11 Интенсификация процесса отверждения покрытий с помощью терморadiационного нагрева. Сущность метода. | |
| | | | 1.12 Отверждение покрытий за счет испарения летучих растворителей. | |
| | | | 1.13 Нанесение лакокрасочных материалов методом налива. Сущность, достоинства и недостатки. | 5. Методы интенсификации процессов отверждения защитно-декоративных покрытий |
| | | | 1.14 Технология непрозрачной отделки древесины. | |
| | | | 1.15 Полирование покрытий. Сущность процесса полирования. Удаление полировочных масел. | |
| | | | 1.16 Имитационная отделка древесины и древесных материалов. Виды, назначение. | 6. Методы отделки древесины и древесных материалов |
| | | | 1.17 Нанесение лакокрасочных покрытий методом шелкографии. | |
| | | | | 7. Перспективные направления развития технологии отделки древесины и древесных материалов |

| | | | | |
|----|-------|---|---|---|
| 2. | ПК-1 | способностью организовывать и контролировать технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами | 2.1 Нитроцеллюлозные лакокрасочные материалы. Свойства, области использования лакокрасочных материалов. | 1. Защитно-декоративные покрытия древесных материалов и их роль в формировании качества изделий из древесины. |
| | | | 2.2 Масляные лакокрасочные материалы. Олифы. Состав, свойства, виды, область применения. | |
| | | | 2.3 Красящие вещества. Классификация. Требования к красителям. Основные виды красителей и их свойства. | 2. Компоненты лакокрасочных материалов и их значение. Требования, предъявляемые к ним |
| | | | 2.4 Водоразбавляемые лакокрасочные материалы. Свойства, области использования. | |
| | | | 2.5 Пленкообразователи. Классификация. | |
| | | | 2.6 Смачивание шероховатых поверхностей. Способы улучшения смачивания. | 3. Реология защитно-декоративных покрытий и лакокрасочных материалов |
| | | | 2.7 Теоретические основы формирования лакокрасочных покрытий на древесине и древесных материалах. | |
| | | | 2.8 Внутренние напряжения в покрытиях. Причины возникновения и способы снижения напряжений в покрытиях. | |
| | | | 2.9 Нанесение лакокрасочных материалов ручными инструментами. Достоинство метода и недостатки. | 4. Способы нанесения жидких лакокрасочных материалов. |
| | | | 2.10 Нанесение лакокрасочных материалов методом окунания. Сущность, достоинства и недостатки метода. | |
| | | | 2.11 Отверждение лакокрасочных материалов за счет реакции полимеризации и поликонденсации. | 5. Методы интенсификации процессов отверждения защитно-декоративных покрытий |
| | | | 2.12 Интенсификация процессов отверждения покрытий с помощью ускоренных электронов. | |
| | | | 2.13 Испытание отделочных материалов и покрытий. Методы и средства. | |
| | | | 2.14 Нанесение покрытий методом налива на брусковые изделия и кромки мебельных щитов. | 6. Методы отделки древесины и древесных материалов |
| | | | 2.15 Нанесение покрытий механическим распылением. | |
| | | | 2.16 Нанесение лакокрасочных покрытий методом шелкографии. | 7. Перспективные направления развития технологии отделки древесины и древесных материалов |
| | | | 2.17 Имитационная отделка древесины и древесных материалов. Виды, назначение. | |
| 3. | ПК-13 | владение методами комплексного ис- | 3.1 Классификация и обозначение лакокрасочных покрытий по ОСТ 19-27 | 1. Защитно-декоративные покры- |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | следования технологических процессов, учитывающих принципы энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды | 3.2 Природные смолы и лакокрасочные материалы на их основе. Применение в технологии отделки. | тия древесных материалов и их роль в формировании качества изделий из древесины. |
| | | 3.3 Пентафталевые лакокрасочные материалы. Области использования. | 2. Компоненты лакокрасочных материалов и их значение. Требования, предъявляемые к ним |
| | | 3.4 Декоративные свойства лакокрасочных покрытий на древесине и древесных материалах. | |
| | | 3.5 Вододисперсионные лакокрасочные материалы. Свойства, области применения. | |
| | | 3.6 Краевой угол смачивания. Способы определения, основные случаи смачивания. | 3. Реология защитно-декоративных покрытий и лакокрасочных материалов |
| | | 3.7 Гидрофобные и гидрофильные поверхности. | |
| | | 3.8 Оптические свойства лакокрасочных покрытий древесины. Способы измерения блеска и толщины прозрачных покрытий. | |
| | | 3.9 Нанесение лакокрасочных материалов в электростатическом поле. | |
| | | 3.10 Нанесение лакокрасочных материалов вальцами. Достоинства и недостатки метода. | 4. Способы нанесения жидких лакокрасочных материалов. |
| | | 3.11 Отверждение порошковых лакокрасочных материалов. | |
| | | 3.12 Отверждение полиэфирных покрытий УФ-лучами. Сущность метода, достоинства и недостатки. | |
| | | 3.13 Интенсификация процесса отверждения покрытий с помощью терморadiационного нагрева. Сущность метода. | 5. Методы интенсификации процессов отверждения защитно-декоративных покрытий |
| | | 3.14 Структура технического процесса формирования покрытий древесины. Основные этапы и их техническая значимость. | |
| | | 3.15 Технологический процесс отделки древесины ценных пород. | 6. Методы отделки древесины и древесных материалов |
| | | 3.16 Подготовка поверхности древесины к отделке. Сущность операции крашения. | |
| | | 3.17 Каширование. Сущность метода. | |
| | | | 7. Перспективные направления развития технологии отделки древесины и древесных материалов |

3 Описание показателей и критериев оценивания компетенций

| Показатели | Оценка | Критерии |
|--|-----------------------------------|--|
| <p>Знать (ОК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> - источники и методы поиска необходимых данных; <p>(ПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами; <p>(ПК-13):</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы комплексного исследования технологических процессов; <p>Уметь (ОК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно работать с технической литературой; - самообразовываться; | <p>отлично</p> | <p>Оценка «5» «отлично» выставляется обучающимся, обнаружившим всестороннее знание теоретических основ дисциплины, в частности знание технологических процессов отделки древесины и древесных материалов, методов и способов нанесения лакокрасочных материалов на поверхность подложки, режимов производства, типов оборудования для отделки древесины и древесных материалов; умение самостоятельно выбирать составы лакокрасочных материалов для получения качественных лакокрасочных покрытий, использовать полученные знания в научной деятельности, а в частности систематизировать информацию и представлять ее в виде публикаций и докладов;</p> |
| <p>(ПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - организовывать и контролировать технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами; | <p>хорошо</p> | <p>Оценка «4» («хорошо») выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по теоретическим основам дисциплины, в частности знать и уметь использовать основные элементы курса технологии защитно-декоративных покрытий древесины применительно к задачам дисциплины.</p> |
| <p>(ПК-13):</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать методы комплексного исследования технологических процессов; <p>Владеть (ОК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы с технической литературой; | <p>удовлетворительно</p> | <p>Оценка «3» («удовлетворительно») выставляется обучающимся, которые демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляют слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывают не достаточно свободное владение монологической речью, терминологией, логичностью и последовательностью изложения</p> |
| <p>(ПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами организации и контроля технологических процессов на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих | <p>неудовлетворительно</p> | <p>Оценка «2» («неудовлетворительно») выставляется обучающимся, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий</p> |

| | | |
|---|--|--|
| <p>производствах в соответствии с поставленными задачами; (ПК-13):</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами комплексного исследования технологических процессов, учитывающих принципы энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды | | |
|---|--|--|

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина «Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов» направлена на приобретение у обучающихся знаний о составах лакокрасочных материалов, знание технологии нанесения лакокрасочных покрытий на поверхность древесины и древесных материалов, и охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности обучающегося.

Изучение дисциплины «Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов» предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы,
- практические занятия,
- курсовое проектирование;
- самостоятельную работу,
- экзамен

С целью определения уровня овладения компетенциями, закрепленными за дисциплиной, в заданные преподавателем сроки проводится текущий контроль знаний, умений и навыков каждого обучающегося, аттестация по итогам освоения дисциплины. Текущий контроль проводится на аудиторных занятиях с целью определения качества усвоения материала по окончании изучения очередной учебной темы в следующих формах: письменный опрос, тестирование.

Аттестация по итогам освоения дисциплины.

Для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрен экзамен (седьмой семестр). На экзамене обучающимся предлагается ответить на 3 вопроса билета, составленного из вопросов, примеры которых приведены в приложении 1 табл.2. На подготовку к ответу на билет обучающимся выделяется от 30 до 40 минут. На все вопросы обучающийся готовит письменный конспективный ответ, который затем докладывает преподавателю.

В процессе проведения лабораторных работ и практических занятий происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления об технологии получения лущеного шпона, фанеры, а также о свойствах смол и клеев на их основе, применяемых для получения клееных древесных материалов.

Самостоятельную работу необходимо начинать с проработки теоретического материала по пройденной теме.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Необходимо воспользоваться списком рекомендуемой литературы. Дополнительные сведения можно найти в периодической печати и Интернете.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: приобретение обучающимися знаний о материалах, применяемых для покрытий, принципах формирования защитно-декоративных покрытий, методах нанесения, отверждения и облагораживания покрытий, нормировании отделочных материалов и контроля качества получаемых покрытий

Задачей изучения дисциплины является: формирование у обучающегося комплекса систематизированных знаний, умений и навыков, необходимых для самостоятельного решения практических вопросов по технологии и оборудованию для производства защитно-декоративных покрытий с учетом комплексного и рационального использования сырья, улучшения качества продукции, повышения производительности труда и снижения себестоимости продукции в свете основных тенденций развития соответствующих отраслей деревообрабатывающей промышленности.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебной работы, включая самостоятельную работу: Лк – 36 часов, ЛР - 24 часа, ПЗ - 12 часов, СР - 72 часа.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов, 5 зачетных единиц

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Защитно-декоративные покрытия древесных материалов и их роль в формировании качества изделий из древесины.
2. Компоненты лакокрасочных материалов и их значение. Требования, предъявляемые к ним
3. Реология защитно-декоративных покрытий и лакокрасочных материалов
4. Способы нанесения жидких лакокрасочных материалов.
5. Методы интенсификации процессов отверждения защитно-декоративных покрытий
6. Методы отделки древесины и древесных материалов
7. Перспективные направления развития технологии отделки древесины и древесных материалов

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-7- способность к самоорганизации и самообразованию;

ПК-1 - способностью организовывать и контролировать технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами;

ПК-13 - владение методами комплексного исследования технологических процессов, учитывающих принципы энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды.

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

| № компетенции | Элемент компетенции | Раздел | Тема | ФОС |
|----------------------|---|--|--|--|
| ОК-7 | способность к самоорганизации и самообразованию | 3. Реология защитно-декоративных покрытий и лакокрасочных материалов | 3.1 Смачивание подложки лакокрасочными материалами. Понятия и определения, связанные с поверхностными явлениями на границе твердое тело – жидкость – газ. Работа адгезии лакокрасочного материала, смачивание шероховатых поверхностей, критическое поверхностное натяжение смачивание. Растекание лакокрасочных материалов. | <i>Вопросы для лабораторных работ</i> <i>Вопросы для практических занятий</i> <i>Дискуссия</i> |
| | | | 3.2 Адгезия. Природа адгезионных связей. Факторы, влияющие на адгезионную прочность покрытий. Внутреннее напряжение в покрытиях. Влияние внутренних напряжений в покрытиях на адгезионную прочность. Способы снятия напряжений. | |
| | | 4. Способы нанесения жидких лакокрасочных материалов. | 4.1 Классификация методов нанесения жидких лакокрасочных материалов способом распыления. Пневматическое распыление, безвоздушное распыление, распыление в электрическом поле токов высокого | <i>Вопросы для лабораторных работ</i> <i>Дискуссия</i> |

| | | | | |
|------|---|--|--|--|
| | | | напряжения. 4.2 Струйный облив, облив с последующей выдержкой в парах растворителей, облив с помощью лаковой завесы (налив), окунание, протягивание через ванну закрытого типа, вальцовый способ. | |
| ПК-1 | способностью организовывать и контролировать технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами | 3. Реология защитно-декоративных покрытий и лакокрасочных материалов | 3.1 Смачивание подложки лакокрасочными материалами. Понятия и определения, связанные с поверхностными явлениями на границе твердое тело – жидкость – газ. Работа адгезии лакокрасочного материала, смачивание шероховатых поверхностей, критическое поверхностное натяжение смачивание. Растекание лакокрасочных материалов. | <i>Вопросы для лабораторных работ</i> <i>Вопросы для практических занятий</i> <i>Дискуссия</i> |
| | | | 3.2 Адгезия. Природа адгезионных связей. Факторы, влияющие на адгезионную прочность покрытий. Внутреннее напряжение в покрытиях. Влияние внутренних напряжений в покрытиях на адгезионную прочность. Способы снятия напряжений. | |
| | | 4. Способы нанесения жидких лакокрасочных материалов. | 4.1 Классификация методов нанесения. Нанесение жидких лакокрасочных материалов способом распыления. Пневматическое распыление, безвоздушное распыление, | <i>Вопросы для лабораторных работ</i> <i>Дискуссия</i> |

| | | | | |
|-------|--|--|---|---|
| | | | <p>распыление в электрическом поле токов высокого напряжения.</p> <p>4.2 Струйный облив, облив с последующей выдержкой в парах растворителей, облив с помощью лаковой завесы (налив), окунание, протягивание через ванну закрытого типа, вальцовый способ.</p> | |
| ПК-13 | <p>владение методами комплексного исследования технологических процессов, учитывающих принципы энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды</p> | <p>3. Реология защитно-декоративных покрытий и лакокрасочных материалов</p> | <p>3.1 Смачивание подложки лакокрасочными материалами. Понятия и определения, связанные с поверхностными явлениями на границе твердое тело – жидкость – газ. Работа адгезии лакокрасочного материала, смачивание шероховатых поверхностей, критическое поверхностное натяжение смачивание. Растекание лакокрасочных материалов.</p> | <p><i>Вопросы для лабораторных работ</i> <i>Вопросы для практических занятий</i> <i>Дискуссия</i></p> |
| | | | <p>3.2 Адгезия. Природа адгезионных связей. Факторы, влияющие на адгезионную прочность покрытий. Внутреннее напряжение в покрытиях. Влияние внутренних напряжений в покрытиях на адгезионную прочность. Способы снятия напряжений.</p> | |
| | | <p>4. Способы нанесения жидких лакокрасочных материалов.</p> | <p>4.1 Классификация методов нанесения. Нанесение жидких лакокрасочных материалов способом распыления. Пнев-</p> | <p><i>Вопросы для лабораторных работ</i> <i>Дискуссия</i></p> |

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
| | | | матическое распыление, безвоздушное распыление, распыление в электрическом поле токов высокого напряжения. | |
| | | | 4.2 Струйный облив, облив с последующей выдержкой в парах растворителей, облив с помощью лаковой завесы (налив), окунание, протягивание через ванну закрытого типа, вальцовый способ. | |

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

| Показатели | Оценка | Критерии |
|---|------------|--|
| <p>Знать (ОК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> - источники и методы поиска необходимых данных; <p>(ПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами; <p>(ПК-13):</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы комплексного исследования технологических процессов; <p>Уметь (ОК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно работать с технической литературой; - самообразовываться; <p>(ПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - организовывать и контролировать технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах в соответ- | зачтено | Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он знает значительную часть программного материала, не допускает существенных ошибок в его изложении. |
| | не зачтено | Оценка «незачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в его изложении. |
| | | |

| | | |
|---|--|--|
| <p>ствии с поставленными задачами; <i>(ПК-13):</i> - использовать методы комплексного исследования технологических процессов; Владеть <i>(ОК-7):</i> – навыками самостоятельной работы с технической литературой; <i>(ПК-1):</i> - методами организации и контроля технологических процессов на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами; <i>(ПК-13):</i> - методами комплексного исследования технологических процессов, учитывающих принципы энерго- и ресурсосбережения и защиты</p> | | |
|---|--|--|

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств от «20» октября 2015 г. № 1164 и рабочим учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016 г. № 429

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016 г. № 429

для набора 2018 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018 г. № 130

Программу составил (и):

Трошкин Сергей Николаевич, доцент кафедры ВиПЛР, к.т.н. _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ВиПЛР от « 25 » декабря 2018 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой ВиПЛР _____ Иванов В.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой _____ Иванов В.А.

Директор библиотеки _____ Сотник Т.Ф.

Рабочая программа одобрена методической комиссией лесопромышленного факультета от « 27 » декабря 2018 г., протокол № 4.

Председатель методической комиссии факультета _____ Сыромаха С.М.

Начальник учебно-методического управления _____ Нежевец Г.П.

Регистрационный № _____

(методический отдел)