

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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 ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ И ОТДЕЛОЧНЫХ
МАТЕРИАЛОВ В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ**

Б1.В.ДВ.06.01

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	
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	6
4.3 Лабораторные работы.....	76
4.4 Семинары / практические занятия.....	76
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	76
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	77
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	78
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	78
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	79
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	79
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ семинаров / практических работ	79
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	115
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	115
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	116
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	121
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	122
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....	123

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

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологической и научно-исследовательской видам профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Приобретение у обучающихся теоретических знаний о древесно-полимерных материалах, технологиях их получения, особенностях применения в деревообработке.

Задачи дисциплины

- изучить виды древесно-полимерных материалов, их физико-механические характеристики и сферы применения;
- усвоить технологические процессы производства древесно-полимерных материалов;
- ознакомиться с основными режимами технологического процесса производства древесно-полимерных материалов;
- получить навыки определения физико-механических характеристик древесно-полимерных материалов

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1	способность понимать научные основы технологических процессов в области лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические процессы производства древесно-полимерных материалов, отделочных пленок и пластиков; - содержание и режимы выполнения основных технологических операций; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составлять схемы и назначать режимы технологических процессов производства древесно-полимерных материалов; - подбирать материалы для получения древесно-полимерных материалов с заданными качественными показателями; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями о технологии производства, особенностях нанесения на древесные подложки отделочных материалов, схемах получения древесно-полимерных материалов; - навыками определения физико-механических показателей древесно-полимерных материалов.
ОПК-4	способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы подготовки информационного обзора и технического отчета о результатах исследований; - методику проведения элементарных научных исследований; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - подготавливать информационный обзор и технический отчет о результатах исследований; - проводить испытания физико-механических характеристик древесно-полимерных

		материалов; владеть: – методами поиска и анализа необходимой научно-технической информации.
ПК-3	способность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации изделий из древесины и древесных материалов, элементы экономического анализа в практической деятельности	знать: – принципы поиска и анализа необходимой научно-технической информации; уметь: - выполнять поиск и анализ необходимой научно-технической информации; - анализировать качественные характеристики древесно-полимерных материалов в зависимости от сырьевых и клеевых материалов, режимов производства; владеть: - навыками работы с государственными стандартами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.6 Технология древесно-полимерных и отделочных материалов в деревообработке относится к элективной части учебного плана.

Дисциплина древесно-полимерных и отделочных материалов в деревообработке базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: история развития мебели, полимерные материалы.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Технология древесно-полимерных и отделочных материалов в деревообработке представляет основу для изучения дисциплин: физика древесины, гидротермическая обработка и консервирование древесины, оборудование отрасли, технология изделий из древесины.

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						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Семинары	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	2	4	108	34	17	17	-	74	-	зачет
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудо- емкость (час.)	в т.ч. в интерактив- ной, актив- ной, иннова- ционной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			4
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	34	12	34
Лекции (Лк)	17	12	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	-	17
Групповые (индивидуальные) консультации*	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	74	-	74
Подготовка к лабораторным работам	40	-	40
Подготовка к зачету	34	-	34
III. Промежуточная аттестация зачет	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудо- ем- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятель- ная работа обучаю- щихся*
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
1.	Физико-химические основы получения древесно-полимерных материалов	20	4	2	14
1.1.	Теоретические основы адгезионного взаимодействия полимеров с древесной подложкой. Основные положения.	8	1	2	5
1.2	Основные характеристики древесно-полимерных материалов (матрицы, наполнители) основные определения.	5	1	-	4
1.3	Технология модифицирования древесины и ее применение	7	2	-	5
2.	Технология получения древесно-полимерных материалов.	60	9	11	40

2.1.	Классификация древесно-полимерных материалов (виду наполнителя, матрицы, плотности, способу получения, организации процесса формирования).	6	1	-	5
2.2	Технология производства клееного мебельного щита, деревянных окон	24	2	7	15
2.3	Технология производства клееного профилированного бруса, CLT, X-lam, BSP	7	2	-	5
2.4	Технология производства MDF, OSB, LVL	16	2	4	10
2.5	Использование отходов производства древесных композиционных материалов (изготовление брикетов, гранул).	7	2	-	5
3.	Отделочные пленки и пластики	28	4	4	20
3.1	Классификация пленок (пленки на основе бумаг, пропитанных смолами – ламинаты, декоративный шпон; листовые, рулонные, методы нанесения)	16	2	4	10
3.2	Древесно-слоистые пластики: производство, свойства, применение.	6	1	-	5
3.3	Декоративно-бумажные слоистые пластики: производство, свойства, применение.	6	1	-	5
	ИТОГО	108	17	17	74

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Раздел 1. Физико-химические основы получения древесно-полимерных материалов

Тема 1.1. Теоретические основы адгезионного взаимодействия полимеров с древесной подложкой. Основные положения.

Высокомолекулярные соединения, молекулы которых построены из большого числа многократно повторяющихся структурных единиц (звеньев), соединенных между собой ковалентными и (или) координационными связями, называют полимерами.

Молекулу полимера, составленную из таких звеньев, называют *макромолекулой*. Молекулярная масса макромолекулы определяется числом повторяющихся структурных звеньев (n), которая называется степенью полимеризации. Величина степени полимеризации у разных полимеров колеблется от нескольких единиц до многих десятков, сотен и тысяч. Если степень полимеризации невелика, продукты полимеризации или поликонденсации называют *олигомерами*. Для названных продуктов иногда неправомерно пользуются устаревшим термином *смола*.

Олигомеры обладают рядом свойств, характерных как для мономеров¹, так и для высокомолекулярных соединений. Между олигомерами и полимерами нельзя провести четкое разграничение, но верхним пределом молекулярной массы для олигомеров можно считать такую, при которой начинают проявляться свойства, присущие только полимерам, например, высокоэластическая деформация. Олигомеры могут быть

неракционноспособными и реакционноспособными. Последние в определенных условиях могут превращаться в полимеры по реакциям полимеризации (олигоэфиракрилаты, олигодиены и их сополимеры, эпоксидные олигомеры) и поликонденсации (фенолоформальдегидные, карбаминоформальдегидные олигомеры).

Полимеры способны соединять в единое целое различные сыпучие, волокнистые и другие материалы, выполняя функции связующих веществ, например при производстве пластических масс (пластмасс). Они также входят основной частью в состав клеевых композиций (клеев), пленкообразующих веществ (лаков, красок и т. д.).

Клеи представляют собой простые или сложные композиции (составы), способные в определенных условиях соединять друг с другом однородные и разнородные материалы за счет сил адгезии². Кроме полимерного вещества в состав композиции могут входить растворители, наполнители, пластификаторы, отвердители или катализаторы отверждения, замедлители (стабилизаторы), пенообразователи. Эти вещества в клеевых композициях имеют различное назначение: растворители понижают вязкость и увеличивают жизнеспособность полимерного связующего, наполнители повышают вязкость, уменьшают усадку, влияют на гидрофобное клея и удешевляют его; пластификаторы уменьшают хрупкость композиции, увеличивают ее подвижность; отвердители (катализаторы отверждения) обеспечивают образование трехмерной структуры; замедлители снижают скорость отверждения и увеличивают жизнеспособность композиции; пенообразователи увеличивают объем клея, снижая его расход.

¹Мономеры – исходные вещества, из которых получают полимеры

²Адгезией называется способность материалов, приведенных в контакт, образовывать между собой прочные связи

Процесс склеивания всегда рассматривался не как физико-химический процесс на поверхности раздела фаз, а как процесс, связанный со структурой субстрата и клеевого слоя. Однако такие рассуждения не дают полного представления о причинах адгезии. Общепринятой теории адгезии нет, рассматриваемые ниже имеют под собой реальную почву и содержат теоретическое обоснование.

Из *электрической теории* адгезии следует, что субстрат, разделенный прослойкой адгезива, представляет собой конденсатор, разъединению обкладок которого препятствуют электрические силы. В темноте при отрыве пленки из каучука, нитроцеллюлозы и др. материалов от стекла, металла и других поверхностей можно наблюдать разряды, сопровождаемые свечением и легким треском. Исследования показали, что после отрыва поверхность каучука заряжается отрицательно, а поверхности стекла и металла — положительно. Единственным объяснением, согласующимся со всеми экспериментальными данными, является следующее. Поверхности на границе раздела фаз, образовавшиеся при отрыве пленки, наэлектризованы противоположными зарядами в силу разделения друг от друга обкладок молекулярного электрического двойного слоя.

Следует отметить, что при нанесении на твердую поверхность пленки полимера из раствора контакт получается, безусловно, лучше, следовательно, плотность двойного электрического слоя больше. Однако после отрыва на воздухе плотность электризации на разъединенных элементах невелика вследствие происходящего при разрыве разряда. Это явление подтверждается увеличением силы и скорости отдира. Поэтому регистрируемый после разрушения заряд поверхностей составляет весьма малую долю от первоначального заряда, успевающего рассеяться при разрыве. Дальнейшие исследования показали, что плотность электризации — постоянная величина для каждой системы, зависящая от химического строения молекул адгезива и подкладки. Двойной электрический слой образуется вследствие перехода через фазовую границу электронов функциональных групп полимера (при наличии доноров и акцепторов) или в результате ориентированной адсорбции полярных групп одной фазы на поверхности другой.

Сторонники диффузионной теории предполагают, что в подавляющем большинстве случаев адгезия обеспечивается только благодаря диффузии адгезива в субстрат. Согласно диффузионной теории, адгезия полимеров, как и аутогезия, происходит вследствие

диффузии линейных молекул или их участков в субстрат и образования прочной связи между адгезивом и субстратом. Аутогезия сходна по характеру с адгезией, но при аутогезии происходит самодиффузия молекул, то есть диффундируют одинаковые молекулы, тогда как при адгезии имеет место диффузия макромолекул различных типов.

Отправными точками диффузионной теории являются линейное строение высокополимеров и гибкость их молекул, позволяющая совершать им микроброуновское движение. В соответствии с диффузионной теорией адгезии способностью к диффузии могут обладать только адгезивы. Однако при нанесении клеящих материалов из растворов сами склеиваемые материалы могут набухать или растворяться под действием растворителя, вследствие чего молекулы субстрата приобретают значительную подвижность, а отсюда возможна диффузия молекул склеиваемого материала в клей. Оба эти процесса могут привести к исчезновению поверхности раздела фаз и образованию прочного соединения, в ряде случаев превышающего прочность одного из элементов — клея или субстрата. Таким образом, адгезия вследствие диффузии представляет собой объемный процесс.

В отличие от адсорбционной теории адгезии, которая рассматривается ниже, диффузионная теория, как и электрическая, может объяснить несоответствие работы расслаивания работе, требующейся для преодоления молекулярных сил между поверхностью адгезива и субстрата. Также диффузионная теория объясняет зависимость работы адгезии от скорости расслаивания, если исходить из тех же предпосылок, которыми объясняется повышение прочности склеивания при увеличении скорости разрыва.

По аналогии с растворением одного вещества в другом процесс диффузии может рассматриваться как растворение одного полимера в другом.

Помимо теоретических рассуждений, в пользу диффузионной теории адгезии говорит влияние на адгезию полимеров следующих факторов:

- длительности контакта при склеивании;
- температуры склеивания или термической обработки клеевого соединения;
- молекулярного веса клея;
- формы молекул клея и полярности макромолекул.

Повышение длительности контакта клея и склеиваемого материала под давлением приводит к увеличению прочности. Ни адсорбционная, ни электрическая теории не могут дать удовлетворительного объяснения зависимости прочности от длительности контакта адгезива и субстрата.

С точки зрения диффузионной теории адгезии, это происходит, поскольку макромолекулы полимера ввиду их больших размеров проникают в субстрат очень медленно. Как видно из изложенного выше, диффузионная теория базируется на проникновении молекул адгезива в межмолекулярное пространство субстрата и предусматривает «переплетение» молекул адгезива и субстрата, что гарантирует прочное соединение. Диффузионная теория, однако, не дает теоретического представления о механизме образования связи «адгезив-субстрат» в случае склеивания металлов полимерными клеями, следовательно, она объясняет лишь некоторые явления склеивания высокополимерных материалов термопластичными клеями.

Согласно *адсорбционной (молекулярной) теории* взаимодействие происходит на межмолекулярном уровне благодаря силам молекулярной природы — от дисперсионных до обеспечивающих образование ковалентных связей.

Дебройн утверждал, что силы, возникающие на границе раздела, зависят от взаимодействия вторичных (межмолекулярных) сил, и что именно вторичные силы обеспечивают адгезию, так как один и тот же клей обычно склеивает самые разнородные материалы, причем ввиду большой инертности пары «адгезив-субстрат» химическое взаимодействие между ними маловероятно. Наиболее важным и нерешенным окончательно до сих пор вопросом адсорбционной теории адгезии является вопрос о возможности создания достаточно прочной связи только за счет взаимодействия межмолекулярных сил.

Недостатком данной теории является отсутствие теоретической оценки характера и условий образования связи «субстрат-полимер», поэтому во всех работах, которые посвящены молекулярным силам, обуславливающим адгезию, рассмотрение этой связи заменяется рассмотрением адсорбции низкомолекулярных продуктов, то есть совершенно

иного процесса. В связи с этим возникают большие расхождения между экспериментальными и теоретическими данными. В заключение следует отметить, что адсорбционная теория адгезии не может дать теоретическое обоснование многих особенностей связи «адгезив-субстрат», хотя очевидно, что действие адсорбционных сил на поверхности раздела фаз может существовать.

Химическая теория адгезии дает представление о химическом происхождении связи «полимер-субстрат». Объяснение образования адгезионной связи химическим взаимодействием между клеем и склеиваемым материалом не может быть достаточным, так как мы почти всегда имеем пары, которые не могут реагировать друг с другом. Поэтому образование адгезионной связи вследствие химического взаимодействия — это частный случай адгезии.

Сторонники механической теории адгезии утверждают, что клеевое соединение образуется исключительно за счет механического зацепления полимера в неровностях соединяемых материалов. Роль механической адгезии, безусловно, велика и, видимо, часто является определяющей при склеивании пористых материалов (древесины, пенопластов, бетона и т.д.) независимо от того, что могут существовать химические или иные связи «адгезив-субстрат».

Несмотря на значительные успехи в исследованиях адгезионного взаимодействия, достигнутые за последнее время, нельзя утверждать, что механизм такого взаимодействия достаточно ясен. По мере накопления экспериментальных данных и развития теоретических представлений становится ясным, что любой односторонний подход к явлению адгезии не может объяснить по достаточно полно. Можно считать, что положение даже усложнилось. Это связано с тем, что разработанные ранее теории адгезии претерпели значительную трансформацию. В настоящее время можно говорить о сближении ряда теорий по некоторым основным положениям. Это касается оценки адгезионного взаимодействия (или прочности адгезионного соединения) и выявления роли факторов, влияющих на данный показатель. Теперь общепризнано, что при определении прочности адгезионного соединения необходимо учитывать затраты энергии на деформацию субстрата или пленки адгезива, когезионные свойства последнего, роль остаточных напряжений, распределение напряжений в соединении и их однородность.

Таким образом, для решения практических задач необходимо выделить вклад физических или химических факторов в прочность и долговечность клеевых соединений. Это достаточно сложно и далеко не всегда возможно. Однако для практических целей часто достаточно качественно представлять себе, как тот или иной фактор влияет на условия образования адгезионной связи и ее поведение в процессе эксплуатации конкретного изделия.

Тема 1.2. Основные характеристики древесно-полимерных материалов (матрицы, наполнители) основные определения.

Древесно-полимерные композиционные материалы (ДПК), предназначенные для переработки методом экструзии состоят из трех основных компонентов:

- частиц измельченной древесины;
- синтетических или органических термопластичных полимеров или их смеси;
- комплекса специальных химических добавок (модификаторов), улучшающих технологические и другие свойства композиции и получаемой продукции, часто называемых также аддитивами.

От традиционных древесно-наполненных пластмасс (ДНП) композитные материалы отличаются высоким (более 50 процентов) содержанием древесины по массе в составе общей композиции и соответствующим ее влиянием на свойства готового продукта. В ДНП древесного наполнителя не много и свойства такой пластмассы определяются, в основном, свойствами полимера. А когда древесины становится больше, то свойства композита определяются уже:

- свойствами матрицы;
- свойствами частиц древесины;

- характером связей между древесными частицами и матрицей;
- структурой полученного композита.

Содержание древесины в составе древесно-полимерного композита на основе термопластичных смол может меняться в широких пределах. Большинство американских производителей работают пока с составами, содержащими 50 - 70 % древесины. Европейские разработчики технологий экструзии ДПКТ стремятся получать композиции, содержащие более высокое наполнение древесиной - до 80% и более.

Древесина подвергается измельчению на специальных мельничных установках различного типа и превращается в древесную муку или в древесное волокно. В настоящее время наиболее широко для изготовления ДПК используется древесная мука. Производство древесной муки давно освоено отечественной промышленностью. Она используется как наполнитель пластмасс, сырье для взрывчатых веществ, для микробиопрома и т.д. Наряду со специально измельченной древесиной в состав ДПКТ могут входить некрупные опилки и шлифовальная пыль.

Перспективным является использование в ДПКТ и древесных волокон по типу применяемых в производстве ДВП, МДФ и бумаги. Древесные волокна получают методом дефибрации, т.е. расщепления древесины на волокна. В некоторых случаях используют готовое волокно из картонных и бумажных отходов (макулатуры). Например, у китайской компании имеется опыт промышленной утилизации в производстве ДПКТ бумажных молочных пакетов, содержащих одновременно полиэтилен, бумагу и даже алюминиевую фольгу.

Финскими специалистами проверена возможность использования в качестве сырья для изготовления компаунда стандартных древесных топливных гранул (на экструдере типа Conex).

Древесная мука (*англ. wood flour, wood meal, нем holzmehl*) изготавливается преимущественно из мягких, не смолистых, пород древесины, например сосны. Вовсе не исключается и применение твердых лиственных пород, только их несколько сложнее измельчать. В нашей стране мука выпускается по ГОСТ 16361-87 «Мука древесная. Технические условия».

За рубежом с успехом изготавливается древесная мука для использования в термопластичных ДПК из оболочек зерен растений (рисовой шелухи, ореховой скорлупы).

Американское предприятия Heartland BioComposites LLC недавно освоило применение в качестве сырья пшеничной соломы.

В большинстве случаев размер древесных частиц в композите находится в пределах от 500 до 50 мкм. Частицы древесной муки могут принимать самые разнообразные формы.

Отношение длин частиц муки к их ширинам находится в пределах от 1:1 до 4:1.

В мельничных установках в ходе размола выделение нужной фракции муки осуществляется при помощи системы сит или центробежными методами. За рубежом принято обозначать фракцию муки при помощи числа Mesh. По российскому стандарту подразделение древесной муки осуществляется по нескольким маркам.

У древесного волокна (*wood fiber*) длина зависит от породы древесины: у лиственных пород 1 - 1,5 мм, у хвойных 3 - 3,5 мм. Отношение длины к толщине древесного волокна составляет от 1 : 10 до 1 : 20.

Древесина традиционно используется в механической обработке металлов в качестве шлифующего и полирующего материала, так как обладает заметными абразивными свойствами. Эти свойства сохраняются и у древесной муки. Однако, абразивность древесины ниже, чем у стекловолокна и некоторых др. минеральных наполнителей, используемых в производстве наполненных пластмасс и композитов. Поэтому она считается относительно «мягким» наполнителем.

Скорость абразивного износа оборудования пропорциональна давлению в цилиндре экструдера (и фильере), температуре и скорости движения рабочей смеси относительно поверхности рабочих органов и естественно зависит от состава рабочей смеси (соотношения количества муки и смолы, вида смолы, видов и количества смазочных материалов и др. факторов). В зависимости от стойкости рабочие цилиндры и шнеки экструдеров могут эксплуатироваться 1-2 года до замены или ремонта.

Насыпная плотность древесной муки и волокна может колебаться в пределах 100 - 300 кг/ м³. Влажность муки в поставке желательна иметь не более 8 %. В готовом композите влажность древесных частиц должна быть, как правило, менее 1 %. Чем меньше влаги в структуре материала, тем более он устойчив к внешним воздействиям.

Существуют различные и иногда противоречивые мнения, относительно применения различных пород древесины и размеров частиц.

Отметим очевидные вещи:

- в исследованиях изучено влияние размеров частиц на механические свойства композитов, однако оно не очень велико;
- слишком мелкие (пыль) и слишком крупные частицы ухудшают прочность композита, однако это не всегда критично для готового изделия;
- крупные частицы снижают производительность подготовительного оборудования в силу их малой насыпной плотности;
- при плотности композита, приближающейся к 1,4 г/ куб.см, т.е. к истинной плотности древесины, порода древесины уже не имеет принципиального значения.

Композит, изготовленный из крупных частиц будет иметь более зернистую поверхность, подобную поверхности древесно-стружечной плиты и это может требовать шлифования, применения утолщенной облицовки и (или) отделки поверхности изделий. Например, из опыта мебельной промышленности, зернистость профилей, изготовленных фрезерованием из древесно-стружечной плиты не всегда удается скрыть при облицовывании дорогими декоративными пленками на основе пропитанных смолами бумаг общей массой до 130 г на 1 кв метр. А для облицовывания профилей из МДФ, обладающей мелкой равномерной структурой, могут успешно применяться более дешевые декоративные пленки массой менее 80 г на 1 кв.м. Кроме того, крупные частицы древесины, особенно находящиеся вблизи поверхности изделия более подвержены воздействию влаги и повреждению под воздействием неблагоприятных факторов внешней среды.

Очень мелкие пылевидные частицы (менее 50 мкм) имеют большую удельную поверхность и в силу этого требуют использования большего количества смолы для образования полноценной полимерной матрицы.

В настоящее время проводятся исследования по использованию в композитных материалов микроцеллюлозы. Но это скорее будет уже другой класс материалов, т.н. нанокompозиты.

Окончательное превращение рабочей смеси в композитный материал происходит постепенно по зонам экструдера и в фильере. Полимер должен охватить всю поверхность частицы древесной частицы, внедриться в ее поры и тем самым обеспечить плотное молекулярное взаимодействие между древесиной и полимером. Это существенно отличает процесс экструзии ДПК от процесса экструзии обычных пластмасс, т.к. древесина плохо смачивается расплавом полимера. Интенсифицировать процесс смачивания за счет повышения температуры в экструдере сложно вследствие опасности тепловой деструкции древесины, полимера и возгорания смеси (при температуре более 200 град. С).

Поэтому, с точки зрения качества получаемой продукции и производительности процесса - очень важен технологический уровень применяемого оборудования и состав рецептуры смеси (качество базовой смолы, вид и количество вводимых в рецептуру добавок - модификаторов).

Технологическими и физико-механическими свойствами близкими к древесно-полимерным композитам являются композиционные материалы, получаемые на основе и других растительных волокон, например : пенька (Hemp), лен (Flax), сизаль (Sisal), кенаф (Kenaf) и др. волокнистых растений.

Растительные волокна могут вводиться в состав ДПК и одновременно с древесными волокнами. Применение недревесных волокон растительного происхождения особенно активно разрабатывается сейчас в странах Юго-Восточной Азии, в частности в Китае. При внешней простоте идеи производства ДПК, сама конструкция вещества древесно-полимерного композита имеет очень сложную структуру. Не менее сложны для описания и химические, физические и механические процессы технологии производства экструзионных ДПК. Эти сложности определяются сложностью и неоднородностью самой древесины.

С большим или меньшим успехом, в производстве ДПК могут использоваться любые термопластичные полимеры, однако на практике сейчас используются, в основном, четыре вида термопластичных смол: полиэтилен (PE), полипропилен (PP), поливинилхлорид (PVC) и, в меньшем количестве, полистирол (PS).

На первом месте по применяемости находится полиэтилен (высокой и низкой плотностей), затем следует ПВХ и полипропилен. Однако, в Европе наиболее перспективным считают полипропилен. В частности, немецкая фирма Advanced Extruder Technologies AG (изготовитель оборудования для экструзии ДПК) указывает на следующие оптимальные соотношения наполнение композита древесиной для различных типов базовых смол:

- на основе ПВХ - 60 %;
- на основе полиэтилена - 70 %;
- на основе полипропилен - 80 % и более.

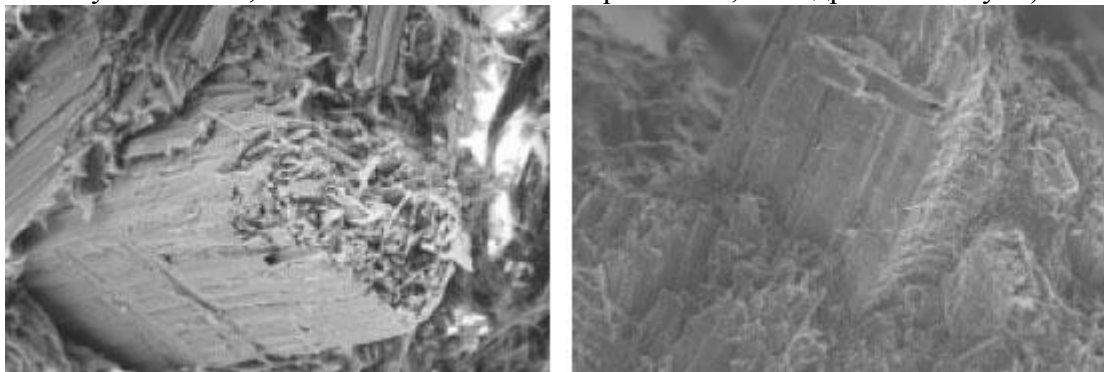
Существенный рост предполагается по всем видам композитов, но начиная с 2003 особенно быстро увеличивается применение, в качестве основы композита, и других (не древесных) растительных волокон.

Наряду со смолами заводского изготовления, поставляемых в виде суспензии или гранул, ряд американских компаний используют в производстве ДПК пластиковых промышленных и бытовых отходов (упаковочной пленки, бутылок и т.п.), подвергаемых мытью, сушке и измельчению.

Проводятся эксперименты и по использованию в термопластичных ДПК других промышленных термопластов - АБС-пластика, полиамидов (капрона, нейлона), поликарбонатов, полиэтилентерфталата и др. в первичных формах и отходов.

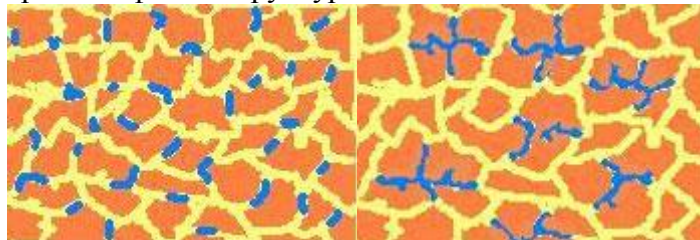
В производстве древесно-полимерных композитов применяются следующие виды добавок - модификаторов: связующие агенты, смазочные материалы, антимикробные добавки, антиокислители, вспенивающие агенты, пигменты, огнезащитные агенты, противоударные модификаторы, светостабилизаторы, температурные стабилизаторы и др. Эти добавки используются при экструзии и литье обычных наполненных и ненаполненных пластмассовых профилей и примерно с теми же целями, но соотношение их в сочетании с древесиной несколько меняется. В первую очередь это относится к связующим агентам, смазочным материалам, и, при необходимости, - к противоударным модификаторам. Добавки поставляются по отдельности, или в виде комплексов (как поливитамины, - все в одной грануле).

Древесина, в отличие от минеральных наполнителей для пластмасс, обладает не очень высокой адгезией к базовым смолам, особенно - к полиолефиновым. Это можно объяснить очень сложной формой поверхностей ее частиц, затрудняющей процесс смачивания ее расплавленным полимером, а так же ее химическим составом. Это обстоятельство предъявляет к подбору добавок и к конструкции экструдера повышенные требования. На фотографиях ниже показаны 2 образца древесно-полимерной смеси (электронный микроскоп, 200-кратное увеличение, соотношение 60% полипропилена, 40% древесной муки).



На левой фотографии отчетливо видны многочисленные незаполненные полимером пустоты. На правом образце структура материала цельная. Именно это делает материал - композитом, в котором работает и полимерная матрица и древесина. Улучшение структуры обеспечено включением в состав материала специального связующего агента, обеспечивающего хорошую связь между частицами древесины и смолы.

Схематически характерные дефекты структуры композита показаны на двух рисунках ниже



На левой схеме синим цветом выделены незаполненные смолой отдельные пустоты. На правой схеме показано образование агломератов, состоящих из нескольких не склеенных друг с другом древесных частиц. Наличие таких дефектов, особенно на поверхности изделий, приводит к снижению прочности и долговечности материала. Конкретные рецептуры древесно-полимерных композитов разрабатываются применительно к заданным продуктам, применяемым базовым смолам и технологическим процессам. Они часто являются производственным секретом фирмы-изготовителя конкретных изделий или предметом лицензии поставщика технологии или оборудования.

Важным направлением в области разработок современных рецептур экструзионных ДПК, являются поиски в области использования в их составе природных, т.е. биологических полимеров. Успешным достижением в этой сфере стало использование крахмалистых веществ, например - кукурузной муки (материалы типа Fasal - Fasalex). Активно проводятся исследования по применению лигнина (отходы целлюлозного производства), отходов кожевенной и мясомолочной промышленности и т.д. Есть сведения об исследованиях российских специалистов о возможности применения хвойной смолы - живицы в качестве одного из компонентов экструзионных ДПК.

Внешний вид древесно-полимерных композитов.

В естественном виде ДПК с высоким содержанием древесины более всего напоминает МДФ и или твердую ДВП, см рис.2. Он может окрашиваться в массе или подвергаться лакокрасочной отделке обычными красками и эмалями, или облицовываться синтетическими пленками или натуральным шпоном. На ощупь композит теплый, иногда слегка маслянистый.



Рис.3. Срезы ДПК профилей

Существует технология покрытия ДПК тонким облицовочным слоем пластмассы, или даже нескольких пластмасс непосредственно в процессе его выдавливания в экструдере. Эта технология, широко распространенная в пластиковой индустрии называется со-экструзия или ко-экструзия.

Однако, если при изготовлении компаунда использовались древесные частицы крупных фракций, то поверхность изделия будет ближе по внешнему виду к поверхности древесностружечной плиты. Такие профили выпускаются, например, голландской компанией Tech-Wood.

Термопластичные ДПК имеют слабый запах древесины (опилок).

Физические и механические свойства композитов

- Плотность экструзионных композитов может находится в пределах 1000 - 1400 кг/м³;
- Плотность изделий может быть снижена при использовании специальных вспенивающих агентов до 700-900 кг/м³, но вспенить можно только полимерную матрицу.

Примечания:

1. Плотность композита зависит от плотности используемой базовой смолы и применяемых аддитивов и их количества и плотности частичек древесины. В ходе

компаундирования и экструзии под воздействием высокого давления и температуры частички древесины уплотняются, - вплоть до значения 1400 кг/м^3 , т.е. достижения истинной плотности древесины, свободной от пор и др. пустот.

2. Истинная плотность древесины практически не зависит от ее породы.
3. Изучаются вопросы применения в ДПК полых микронаполнителей (пластиковых и стеклянных микросфер).

Управлением составом композита и технологическим процессом можно в значительной степени улучшить его прочностные и др. свойства.

Рассмотрим свойства ДПК на примере трех конкретных модификаций выпускаемых под маркой "Fasal" разработанных с применением в качестве базовой смолы полипропилена австрийской фирмой " Austel research and development" GmbH и продаваемых фирмой "Fasalex ", Австрия.

В композиции, предлагаемой фирмой Strandex, США, в качестве базовой смола используется полиэтилен и его отходы. Твердые и мягкие породы древесины считаются приемлемыми, а так же другие целлюлозные волокна, такие как солома, лен, рисовая шелуха арахисовая шелуха, бамбук, кенаф и пр. Размер частиц 425 микрон (40 mesh) и менее. Допускается большое содержание более мелких частиц (200 mesh и мельче), включая шлифовальную пыль. Плотность композита составляет $0,98 - 1, 2 \text{ кг/дм}^3$. Композит и технология запатентованы и продаются по лицензии вместе с фильерами.

Однако в использовании отходов ДСтП и МДФ существует серьезная проблема. Она связана с возгонкой паров формальдегида из фенольных смол, которые содержатся в этих плитах.

Хотя прочность термопластичных ДПК при испытаниях находится на уровне природных древесных материалов, их реальная эксплуатационная прочность во многих случаях существенно выше, т.к. изделия, изготовленные из ДПК, не имеют естественных пороков, присущих древесине (сучков, трещин, свилеватости и т.п.), не изменяют своей прочности при увеличении влажности и не поражаются грибами и бактериями.

В начале освоения производства ДПК технологи старались обеспечить максимальную биостойкость изделий. И эта задача была решена. В частности, ряд фирм-изготовителей ДПК предоставляют гарантии на 10, 25 и 50 лет эксплуатации готовых изделий на улице, т.е. самой высокой устойчивости к воздействию влаги, света, грибков и насекомых без специальной защиты. Большинство производимых ДПК могут принимать в себя небольшое количество ($0,1 - 4 \%$) влаги не теряя при этом формы и прочности и восстанавливать прежние свойства при высыхании.

Новым направлением в производстве ДПК, является создание рецептур легко утилизируемых биоразлагаемых ДПК с пониженной биостойкостью. Они предлагаются, например, фирмой Fasalex, - как экологически безопасные по всему жизненному циклу (указанные выше композиции Fasal F 134 и F 386).

Необходимо отметить, что, не смотря на уже солидный производственный опыт и многочисленные уже проведенные исследования, в сфере древесно-полимерных композиций существует еще огромное количество неисследованных направлений. С одной стороны это связано с бесконечными возможностями химии полимеров, а с другой объясняется молодостью самой этой новой отрасли промышленности.

Способность к обработке

Изделия из ДПК обрабатываются теми же инструментами, что и древесина. ДПК легко пилятся, строгаются, сверлятся, шлифуются и т.п. Очень хорошо удерживает гвозди, скобы, шурупы.

Многие рецептуры композитов поддаются склеиванию. Некоторые рецептуры можно сваривать, подобно пластмассе. Уже освоена практика гнутья изделий профильных изделий после нагрева, подобно пластмассовым профилям и т.п.

ДПК не очень легко воспламенимы, особенно, - если они выполнены на основе поливинилхлоридной смолы.

Интересным направлением в использовании экструзионных ДПК является совместное применение ДПК профиля и металлического проката. В этом случае в полость профиля

вставляется стальная труба, полоса и т.п. Металл принимает на себя полностью или частично силовую нагрузку, а профиль выполняет декоративные, защитные и другие функции.

Пока не существует принятой стандартизированной классификации термопластичных ДПК.

Тема 1.3. Технология модифицирования древесины и ее применение

Древесина требует обязательной защиты для сохранения первоначального вида и свойств. Производители деревянных конструкций, мебели, пиломатериалов и прочие используют различные технологии, призванные надежно уберечь материал от воздействия различного рода внешних факторов. Обработка древесного сырья и особенности строения используемой для изготовления изделий древесины влияют на те физико-механические характеристики, которые приобретает в итоге готовый материал. Свойства древесины анизотропны (от греч. анизос – неравный и тропос – направление). Физико-механические параметры древесины зависят от породы, места произрастания дерева, зоны поперечного сечения ствола (заболонь, ядро, сердцевина), направления волокон, наличия пороков и их расположения, влажности и т. д. Все эти параметры надо учитывать в процессе переработки древесины, иначе невозможно гарантировать получение материала с высокой степенью защиты.

Биостойкость и формостабильность, низкие водопоглощение и разбухание – эти свойства древесины приобретает после специальной обработки. В какой степени – зависит от количества удаленной из нее воды.

Различают две формы воды, содержащейся в древесине: связанную (гигроскопическую), которая содержится в клеточных стенках древесины, и свободную (макрокапиллярную), находящуюся в полостях клеток и в межклеточных пространствах. Повышение содержания связанной воды в древесине при её выдерживании во влажном воздухе или воде сопровождается увеличением линейных размеров и объема древесного сырья, то есть разбуханием. Это вызвано тем, что связанная вода, размещаясь в клеточных стенках, раздвигает микрофибриллы.

Степень разбухания зависит от содержания входящих в клеточные стенки компонентов и их гигроскопичности. Наибольшая гигроскопичность у гемицеллюлоз, а наименьшая – у лигнина. Уменьшают гигроскопичность и разбухание древесины с помощью модифицирования.

Водопоглощение – способность древесины вследствие пористости при непосредственном контакте с водой увеличивать влажность. Максимальная влажность, которой достигает погруженная в воду древесина, складывается из предельного количества связанной воды (предела насыщения клеточных стенок) и наибольшего количества свободной воды. Количество свободной воды зависит от объема пустот в древесине. Поэтому чем больше плотность древесины, тем меньше её влажность, характеризующая максимальное поглощение (заболонь поглощает воды больше, чем ядро).

При повышении температуры предел прочности и модуль упругости древесины снижаются и повышается её хрупкость. Влажность древесины более 20%, температура окружающей среды выше 20°C, наличие питательных веществ (например, клеток древесины) – это благоприятные условия для развития грибов.

Придание древесине биостойкости необходимо для обеспечения её долговечности в любых условиях эксплуатации изделия. Сушка древесного сырья позволяет уничтожить питательную среду для микроорганизмов.

Технологии модификации способны изменить химический состав обрабатываемых материалов. В результате они приобретают новые свойства, что позволяет использовать их в помещениях с переменной влажностью и температурой.

Следует особо подчеркнуть, что в процессе модифицирования надо избегать применения ядовитых веществ. Большим спросом пользуется модифицированная древесина, которая не выделяет в течение срока службы и в конце жизненного цикла вредные вещества, угрожающие здоровью человека.

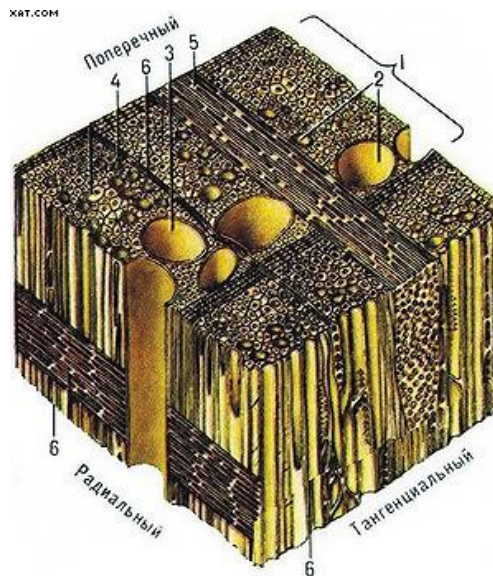


Рис. 3 - Схема микроскопического строения древесины лиственных пород: 1 – годичный слой; 2 – сосуды; 3 – крупный сосуд; 4 – мелкий сосуд; 5 – широкий сердцевидный луч; 6 – узкие сердцевидные лучи

Один из видов технологий модификации – термическая обработка древесины (термообработка). За рубежом разработкой технологий производства термически модифицированной древесины (она же термодревесина или ТМД) занимаются уже давно. Термически обработанная древесина разных пород с успехом применяется для самых разных нужд. В термодревесине заинтересованы производители садовой и домашней мебели, половых досок, бань, саун, окон, погонажных изделий. Её используют для мощения приусадебных дорожек, облицовки бассейнов и террас, даже для изготовления раковин и ванн. Термически модифицированная осина (*Populus tremula*) стала очень популярной для оформления интерьера в финских саунах, также изделия изготавливаются из модифицированного ясеня, бука или березы.

Снижение гигроскопичности, повышение формостабильности и биостойкости ТМД зависят от степени деструкции (разложения) гемицеллюлоз в древесных клетках. Этот показатель уменьшается в результате разложения основы клеточных стенок при потере гемицеллюлоз. В строительстве такой материал не применяется в нагруженных конструкциях по причине низких прочностных свойств. С этим, пожалуй, единственным недостатком материала пытаются бороться технологи во всем мире, совершенствуя имеющиеся процессы термообработки.

Там, где термодревесина не способна обеспечить необходимые требования к прочности конструкций, её с успехом заменяет ацетилированная древесина или древесина, которая прошла обработку фурфурольным спиртом. Такой материал уже относится к другому виду модифицированного древесного сырья – химически модифицированной древесине (ХМД), как называют высушенную древесину, прошедшую обработку химическими составами, которые придают ей высокие прочностные свойства и повышенную влагостойкость. В качестве конструкционного материала её задействуют, например, в строительстве мостов. Свойства этого материала привлекают к нему повышенное внимание все большего числа потребителей и, соответственно, производителей.

Итак, и у термодревесины, и у ацетилированной есть свои особенности, свои плюсы и минусы и свои области применения. Расскажем об этих материалах подробнее.

Технологии обработки древесины при высоких температурах были известны много веков назад. Египтяне изгибали древесину в горячей воде, придавая деревянным изделиям нужную форму, а скандинавские викинги использовали тепловую обработку при создании важнейших деталей своих кораблей. Сушка древесины при высокой температуре увеличивает её формостабильность и уменьшает гигроскопичность. Как уже говорилось, единственным недостатком такой древесины является хрупкость и пониженная ударная вязкость. «Термическая модификация – это обработка древесины с изменением её

природных свойств без применения химических веществ, что является отличительной чертой технологии», – поясняет Вим Виллемс (компания FirmoWood, Нидерланды). В процессе обработки тепло проходит через весь объем обрабатываемого изделия, при пропитке эффекта полной обработки достичь намного сложнее. Существуют различные способы термической модификации древесины: в среде насыщенного пара, воздуха, азота, при помощи воды и масел. Свойства, которые материал приобретает в результате термообработки, зависят от времени, температуры, среды обработки, породы, влажности и размеров партии обрабатываемой древесины. При этом надо учитывать множество нюансов. Обработка изменяет цвет древесины: она темнеет. В случае несоблюдения режимов и параметров обработки древесина может потрескаться. Чем больше потеря массы в процессе обработки, тем долговечнее получаемый материал. Долговечность в меньшей степени присуща древесине хвойных пород, в большей – лиственных, что обусловлено высоким содержанием ацетиловых групп, поэтому в процессе термообработки из нее выделяется большое количество уксусной кислоты. При соблюдении режимов сушки получается стойкий, прочный материал, который хорошо поддается отделке и склеиванию.

Термообработка – тоже сушка, только высокотемпературная.

Стоимость термообработки значительно ниже, чем химической модификации, но выше, чем традиционной пропитки биоцидами. Выбор сырья для термической модификации огромен: подойдет любая древесина, которую можно сушить в камере. Место и страна произрастания в данном случае не имеют значения.

В исследовательском центре УТИ Университета г. Миккели (Финляндия) более десяти лет разрабатывают различные технологии модификации древесины и проводят испытания полученных образцов по международным стандартам. Цель исследований – получение материала, безопасного для окружающей среды и здоровья человека.

Десять лет назад считалось, что ТМД практически полностью заменит химически модифицированную древесину. Однако жизнь доказала обратное: продукции из ХМД становится все больше. Ведь свойства термодревесины позволяют применять её далеко не во всех областях. По мнению профессора Кари Кьюхмонена из исследовательского центра УТИ, термодревесину не следует использовать в несущих конструкциях. А вот для других целей её применение в строительстве вполне возможно.

Специалист компании Jartek Тимо Тетри говорит: «В процессе термообработки древесина приобретает весьма полезные свойства. Например, у нее гораздо ниже, чем у натуральной древесины, уровень поглощения влаги и воды. В то же время ТМД можно утилизировать как натуральную древесину, сжигать её в качестве биотоплива». В течение всего процесса модификации термодревесина сохраняет устойчивость. При эксплуатации изделий из ТМД относительная влажность воздуха будет оказывать на них меньшее воздействие, чем на изделия из обычной или химически обработанной древесины.

Изменение свойств древесины с помощью модификации открывает для изделий из нее новые области применения – такие, в которых ранее архитекторы или дизайнеры использовали только сталь, синтетические материалы или бетон. Вместо этих материалов теперь все смелее используется химически модифицированная древесина.

Химическая модификация как способ защиты и улучшения свойств материалов из древесного сырья была известна ещё в прошлом столетии. Несмотря на это, масштабы промышленного производства она приобрела не так давно.

Процесс основан на взаимодействии «активного» древесного вещества и реагента обработки с образованием прочной ковалентной связи. Реакция может проходить в присутствии катализатора или без него.

В настоящее время химической модификацией наиболее широко занимаются за рубежом. В промышленном масштабе получают ацетилованную древесину (АцД). На рынке известны такие марки, как TitanWood, Ассоуа и др.

В технологическом процессе участвуют органические соразтворители. При взаимодействии уксусного ангидрида с древесиной образуются эфиры и выделяется уксусная кислота, которую обязательно удаляют, иначе изделие будет иметь запах. Ацетилирование уменьшает в древесине количество гидроксильных групп, которые сорбируют влагу. Поэтому равновесная влажность и точка насыщения волокон низки, а формостабильность

материала зависит от количества введенного агента пропитки: чем больше это количество, тем выше формостабильность.

Эксперт независимого исследовательского института SHR Боке Тьеердисма подчеркивает, что для получения высокого качества материалов при химической модификации должны использоваться хорошо пропитываемые породы древесины. Только тогда древесина, прошедшая химическую обработку, приобретет те свойства, которые так выгодно отличают её от термодревесины, например долговечность и устойчивость к деформации, что особенно ценно для строительных компаний.

Вим Виллемс из компании FirmoWood (Нидерланды) считает: «Химическая модификация – дорогостоящая технология, применяемая для обработки некоторых пород древесины. Но модифицированная таким образом древесина незаменима в качестве сырья для изготовления изделий с определенными характеристиками, которые отвечают специфическим условиям применения этих изделий в той или иной сфере – там, где термически модифицированная древесина не может быть использована».

Фурфулирование – это пропитка древесины в вакууме фурфурольным спиртом с последующими консервацией и сушкой, в результате чего внутри структуры древесины образуется фурановый полимер. Перед консервацией раствор фурфурольного спирта удаляется.

Этим способом можно обрабатывать древесину различных пород. К примеру, в Норвегии компания Kebony занимается производством фурфулированной древесины, используя южную желтую сосну, бук, клен и ясень. Вначале в автоклаве, длина которого – 13 м, а диаметр – 3,25 м, осуществляется пропитка. Давление варьируется от 0,1 до 13 бар. Угол наклона автоклава 5° обеспечивает естественное стекание обрабатывающей жидкости с сырья. После пропитки древесина консервируется: происходит реакция полимеризации фурфурольного спирта с образованием фуранового полимера (при полимеризации образуются высокомолекулярные вещества последовательным присоединением молекул низкомолекулярного вещества (мономера) к активному центру на конце растущей цепи. В вакуумных сушильных камерах поэтапно проходят операции сушки и консервации. Конденсат, который образуется при этом, собирается и повторно используется при обработке следующей партии сырья как разбавитель смеси пропитывающей жидкости.

«Готовый продукт получается прочным, биостойким, формостабильным, с ровным покрытием битумного цвета», – так пишет компания Kebony в своих документах.

Производители как термодревесины, так и ХМД в условиях возрастающей конкуренции на рынке стремятся совершенствовать свою продукцию, ищут способы устранения недостатков выпускаемого на рынок материала: у ТМД – низкой прочности, у ХМД – наличия химических веществ в готовом материале и высокой стоимости технологии обработки. Есть и другие проблемы, требующие решения.

«Дальнейшее развитие технологий модификации древесины, – говорит г-н Виллемс, – ограничит использование креозота и соледержащих составов для импрегнирования древесины. В Европе совокупная мощность заводов по производству термически модифицированной древесины уже превышает 200 тыс. м³ / год».

Последними техническими инновациями в области термической модификации можно назвать получение более прочного материала при жестких режимах обработки – это ступенчатая пароподача (ООО «Бикос», Россия); обработка в среде с постоянной равновесной влажностью (FirmoLin, Нидерланды); уплотнение материала в вакуумном прессе (SmartHeat, Нидерланды). Технологии ацетилирования, DMDHEU (обработка 1,3-диметиллол-4,5-дигидроксиэтилен мочевиной) и фурфулирования появились сравнительно недавно. В области химической модификации совершенствуются стадии пропитки и консервирования, в технологических процессах все шире используются нетоксичные химикаты. Тем не менее пока большинство новых технологий ХМД не выходят за рамки лабораторных испытаний.

Ученые и производственники сходятся во мнении, что у технологий термической и химической обработки древесины хорошее будущее, им есть куда развиваться и впереди ещё немало открытий в этой области. Вот что говорит Кари Кьюхмонен из Университета г. Миккели: «Продолжается совершенствование технологий и, соответственно, поиск путей

получения продуктов с новыми свойствами. Уверен, что скоро мировому сообществу будут представлены многообещающие технологические решения, с помощью которых будут получены специальные виды изделий из древесины». Согласен с ним и Тимо Тетри (компания Jartek, Финляндия). По его мнению, химически модифицированная древесина не только удержит, но и расширит свою нишу на рынке, ведь разработки новых экологически чистых составов для обработки ведутся интенсивно.

Раздел 2. Технология получения древесно-полимерных материалов.

Тема 2.1. Классификация древесно-полимерных материалов (виду наполнителя, матрицы, плотности, способу получения, организации процесса формирования).

В настоящее время по объемам производства древесные композиты занимают в мировой экономике одно из первых мест. Они включают в себя большую номенклатуру разнообразных по свойствам и методам производства материалов. Эта группа быстро развивается в количественном и в качественном отношении.

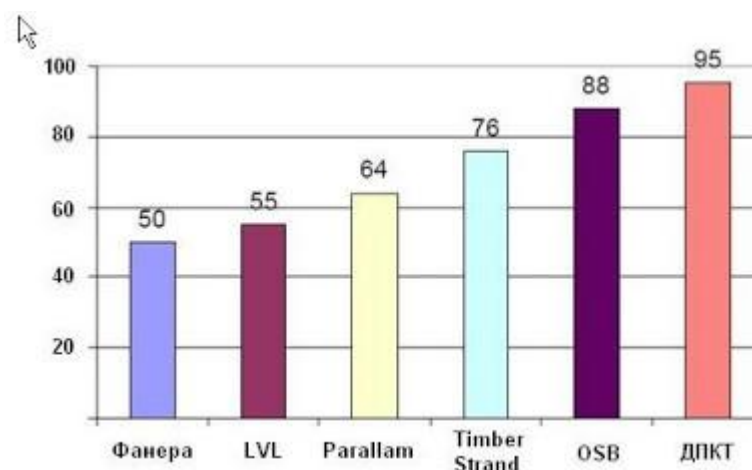
По данным ФАО ООН к концу 20 века мировое производство древесных композиционных материалов в объемных единицах уже превосходило производство сталей, пластмасс и алюминия.

Древесно-полимерные композиты являются частью более общей группы древесных композиционных материалов.

Основным исходным продуктом для производства древесно-полимерных композиционных материалов (ДПК) является натуральная древесина или (и) ее отходы. Вторым важнейшим компонентом ДПК является термореактивный или термопластичный полимер (смола).

В какой то степени, идею древесно-полимерных композитов можно представить следующим образом: круглое и не вполне однородное по свойствам бревно разделяется на фрагменты меньшего размера, которые затем вновь соединяются в другие технологически более удобные формы.

После дезинтеграции худшие фрагменты материала могут быть изъяты или более равномерно распределены внутри композита. Ориентировочный полезный выход древесины (из бревна) для некоторых древесных композиционных продуктов приведен на диаграмме ниже:



В состав древесно-полимерных композитов могут также входить разнообразные химические добавки, а также физические структурные элементы (металл, стекло, бумаги, пластики, в т.ч. пенопласты и т.д. и т.п.) в различных геометрических формах - листовых, пленочных, стержневых, волокнистых, специальных и т.д., и даже наночастицы.

В силу столь широко разнообразия дать единое определение для ДПК не так просто. В общем случае, можно предложить следующее :

Древесно-полимерные композиционные материалы — искусственные многокомпонентные материалы, состоящие из древесных структурных элементов, соединенных друг с другом полимерной матрицей, включающие, при необходимости, другие химические добавки и физические структурные элементы.

В данном случае под словом материалы мы подразумеваем и готовые древесные композиционные изделия (например - дверные полотна, конструкционные теплоизолирующие панели, изделия мебели или их элементы, готовые строительные конструкции и т.д.)

Опыты успешного комбинирования древесины с другими материалами уходят в глубокую древность (костяные наконечники для деревянных копий и стрел, комбинированные древесно-костяные луки, древесно-кожаные щиты и т.д. и т.п.).

Первым индустриальным ДПК можно считать листовую клееную фанеру, производство которой было организовано в 19 веке из строганого и лущеного древесного шпона и природных клеев. Однако, важнейшей технической и экономической предпосылкой для развития производства ДПК стало изобретение и освоение производства синтетических полимеров, в первую очередь, - фенолоформальдегидных смол.

Традиционные материалы в течение столетий являвшиеся основой машиностроения и строительства уже не могли обеспечить решение возникших новых инженерно-технических, архитектурно-строительных и дизайнерских задач. Потребность мировой индустрии в первой половине 20 века в новых прочных и технологичных материалах для строительства и машиностроения, а также производства разнообразных товаров народного потребления стала основной движущей силой развития производства новых материалов, в том числе и древесно-полимерных композитов.

В первой половине прошлого века ДПК нашли самое широкое применение в автомобилестроении, самолетостроении, вагоностроении, судостроении, в производстве разнообразных станков и машин. Во второй его половине на основе ДПК начинается индустриальное производство деревянных домов и мебели.

В 80-е годы возникло мнение, что ДПК, и особенно древесностружечные плиты, устаревают как класс и могут быть заменены на другие, более совершенные и современные материалы. Сегодня почвы для таких разговоров уже нет, более того, ДПК считаются в мире одним из наиболее современных и передовых направлений среди конструкционных материалов.

Причиной этой переоценки стало лучшее понимание вопросов мировой ресурсной базы, а также проблем частной и общей экологии.

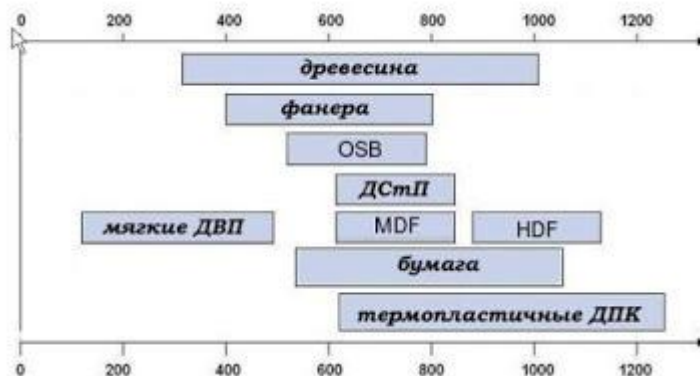
В настоящее время большую часть в производстве ДПК занимают клееная фанера, древесностружечные и древесноволокнистые плиты, производимые с применением терморезактивных смол, преимущественно феноло- и мочевино-формальдегидных. Однако, в последние годы быстро растет интерес к получению готовых изделий, в т.ч. пространственных строительных конструкций, профилей и формованных элементов, в т.ч. на основе термопластичных смол.

Возрастает интерес потребителей к использованию в ДПК матриц из природных полимеров, а так же различных комбинированных связующих, в т.ч. совместному применению термопластичных и терморезактивных полимеров. Наряду с использованием в ДПК традиционных пород древесины растет интерес к применению других целлюлозосодержащих материалов - бамбука, тростников, солом, конопли, отходов производства льна, шелухи зерновых культур, стеблей хлопчатника, ореховых скорлуп, различных видов соломы и т.д. и т.п. Заметим, что сочетание разнообразных веществ приводит к созданию новых материалов, свойства которых существенно отличаются от свойств каждого из его составляющих. Варьируя состав матрицы и наполнителя, их соотношение, применяя специальные дополнительные компоненты (аддитивы) и т.д., получают широкий спектр материалов с требуемым набором свойств. Большое значение в ДПК играет расположение элементов композитного материала, как в направлениях действующих нагрузок, так и по отношению друг к другу, т.е. упорядоченность. Высокопрочные композиты, как правило, имеют высокоупорядоченную структуру. На свойства композиционного материала в значительной степени влияют условия (методы) получения (температура, давление и др. воздействия). ДПК могут быть многокомпонентными, в т.ч. гибридными, включающие несколько разных наполнителей и не только древесных, каждый из которых имеет в структуре композита свою роль.

В качестве наполнителей В ДПК могут использоваться самые разнообразные искусственные и природные вещества в различных формах (крупноразмерные, листовые, волокнистые, дисперсные, мелкодисперсные, микродисперсные, наночастицы).

Особое место в номенклатуре ДПК занимают декоративные древесно-полимерные материалы, используемые для решения архитектурных и дизайнерских задач и потребность в которых постоянно возрастает.

Сравнительная плотность некоторых древесных материалов (кг/м^3) показана на диаграмме ниже.



ДПК используются во многих областях науки, техники, промышленности, в т.ч. в жилищном, промышленном и специальном строительстве, общем, транспортном и специальном машиностроении, сельском хозяйстве, энергетике, бытовой технике, медицине, спорте, искусствах и т.д., а сфера их применения будет расширяться.

Древесно-полимерные композиционные материалы в общей форме можно классифицировать следующим образом :

I. По типу составных элементов:

А) Крупноструктурные

- массивная клееная древесина;
- слоистая клееная древесина.

Б. Мелкоструктурные (древесностружечные плиты, МДФ и т.п.)

В. Комбинированные (может включать и крупноструктурные и мелкоструктурные элементы)

Г. Гибридные - включающие древесные и недревесные элементы и частицы (пленки, фольги, стекловолокно, базальтовое волокно, минеральные порошки и т.д.).

II. По конечной геометрической форме продукта:

- листы;
- плиты;
- доски, бруски и брусья;
- профильные погонажные изделия;
- изделия сложной формы (изогнутые и объемные, напр. литые).

III. По виду связующего полимера (матрицы)

А. По химическому виду материала матрицы:

- на природных связующих;
- на синтетических смолах (термореактивных и термопластичных);
- на комбинированных связующих.

Б. По исходному физическому состоянию материала матрицы:

- жидкое (раствор, эмульсия, дисперсия);
- твердое мелкодисперсное (порошок);
- твердое, сформированное (например, пленка, лист).

IV. По применению и степени готовности:

- готовые изделия;
- сырье, полуфабрикаты и заготовки;
- общего назначения;
- специального назначения.

V. По прочности:

- не конструкционные (теплоизоляционные, звукоизоляционные);
- низкой прочности (прочность меньше древесины);
- прочные (на уровне древесины);
- высокой прочности (выше уровня древесины);
- особопрочные (много выше прочности древесины).

VI. По стойкости к неблагоприятным воздействиям внешних факторов:

- интерьерные;
- атмосферостойкие, влаго- и водостойкие;
- специальные (огнестойкие, химстойкие и т.д.).

VII. По внешнему виду поверхностей:

- технические;
- декоративные.

VIII. По характеру обработки поверхностей:

- необработанные неокрашенные и окрашенные в массу (т.е. из машины);
- шлифованные;
- фактурированные (текстурированные);
- отделанные, в т.ч. с имитационной отделкой;
- облицованные, в т.ч. с последующей отделкой.

IX. По характеру основного технологического процесса:

- периодического производства (например, прессование, литье);
- непрерывного производства (например, прокатка, экструзия и т.п.).

X. По технологической пластичности готового продукта:

- не пластичные (например, материалы на основе термореактивных смол)
- пластичные (деформируемые).

XI. По экологическим и санитарным свойствам:

- безопасные в производстве, в применении, при утилизации;
- не вполне безопасные.

Учитывая многообразие видов, комбинаций и свойств композиционных материалов можно привести и еще много разных делений и подразделений.

В крупноструктурных композитах размеры структурных элементов могут достигать нескольких метров. Крупноструктурные композиты обычно обладают выраженной анизотропией. В мелкоструктурных размеры элементарных частиц меньше этих величин, вплоть до нанометров. Мелкоструктурные ДПК могут иметь как упорядоченную, так и хаотичную структуру. В последнем случае их свойства более изотропны.

В последнее время на российском рынке появляются новые импортные ДПК, которые можно отнести к среднеструктурным, например OSB, состоящие из равномерных высокоупорядоченных древесных фрагментов размером до 20 - 100 см.

Функциональные добавки в древесно-полимерных композитах

До недавнего времени ДПК производились в основном из древесины и полимера. В некоторые из них добавлялось небольшое количество простейших гидрофобизаторов. В настоящее время внимание к применению разнообразных аддитивов - модификаторов быстро расширяется. Этому способствует количество проводимых научных исследований, но главным образом, - расширение областей использования ДПК и успехи химической промышленности.

К числу наиболее популярных добавок можно отнести:

- гидрофобные (водооталкивающие) добавки;
- пигменты и красители;
- антипирены, препятствующие воспламенению и горению материала;
- бактерицидные препараты, подавляющие микробную активность;
- противогрибковые препараты, препятствующие разрушению древесины грибами;
- инсектицидные добавки, действующие против термитов, древоточцев и др. вредных насекомых;
- скрепляющие агенты, улучшающие взаимодействие между фазами композита;

- упрочняющие пленки, волокна, частицы;
- стабилизаторы долговечности (антиокислители, поглотители излучений и т.п.).

Использование указанных аддитивов может весьма существенным образом влиять на основные свойства и показатели древесно-полимерных композитов применительно к конкретным сферам их применения.

Примеры древесно-полимерных композитов

Клееная фанера является наиболее типичным представителем класса слоистых ДПК. Традиционно фанера производится в виде квадратных листов форматом 1525x1525 мм.

Однако в последние годы быстро увеличивается доля т.н. большеформатной фанеры, соответствующей строительному модулю 3000/6000 мм.

Наряду со стандартной листовой фанерой производится фанерные плиты, плоскоклееные и гнутоклееные детали, включая балки, трубы, элементы мебели и др. Эти фанерные изделия, как и фанера, различаются породами применяемой древесины, типом клеев, размерами, стойкостью к внешним воздействиям и внешним видом. Выпускаются также комбинированные виды фанеры, в которых часть листов шпона заменены другими материалами - деревянными брусками, картоном, стеклопластиком, металлом, бумажно-полимерными пленками и др.

Фанера используется в строительстве, мебельном производстве, судо-, вагоно-, машиностроении и других отраслях промышленности. В строительной индустрии фанера применяется в монолитном и малоэтажном домостроении: опалубка; настил под полы; кровельные материалы; стеновые панели; перегородки и многое другое, где появляется необходимость в материале, обеспечивающем хорошую прочность и возможность изготовления крупногабаритных изделий.

Отдельным классом в семействе фанеры являются древесные слоистые пластики (ДСП), которые получают склеиванием под большим давлением листов древесного шпона, полностью пропитанного бакелитовыми смолами. Древесные пластики имеют высокую плотность - от 1230 до 1330 кг/м³, хорошие прочностные и др. показатели.

К фанерным изделиям относят также гнуто- и плоскоклееные изделия для мебели, строительства, судостроения, самолетостроения и т.д.

В последние десятилетия за рубежом приобрели большую популярность несколько видов фанерных балок строительного назначения.

Подобно листовой фанере балки склеиваются из полос лущеного шпона и имеют стабильные прочностные и эксплуатационные показатели, превосходящие значения показателей пиломатериалов.

Появление этого материала позволило наладить производство профильных клееных балок, получивших за рубежом название I-Joist, т.е. I-образный профиль. Впервые такие профили были произведены в начале 70 - х годов.

Наиболее типичные области применения LVL: кровельные конструкции; несущие конструкции (стены, перекрытия для крыш и полов, и пр.); несущие балки мостов, шпалы, брус для профилирования и т.д.; в домостроении для отделки внутреннего интерьера (лестницы, арки, любые декоративные элементы); балки, перемычки оконных и дверных проемов и элементы конструкций; пояса двутавровых балок; комбинированные балки; конструкции пола; стеновые конструкции; диагональные связки и стропильные фермы; балки пролетов и колонны; элементы бетонной опалубки и др.

Развитием этой идеи, примерно десять лет спустя стали балки, склеиваемые из специальных длинных и плоских стружек (толщиной 2- 4 мм, шириной 10-20 мм, длина от 1000 мм и более), что позволило более эффективно использовать дефицитное сырье. Английское обозначение PSL - Parallel Strand Lumber (Parallam).

Выяснилось также, что PSL могут обладать довольно необычными декоративными свойствами, что позволяет использовать этот материал не только в сугубо конструктивных целях.

В 90-е годы это семейство пополнилось еще одним материалом - получившим название LSL - Laminated Strand Lumber, изготавливаемых из различных плоских стружек, таких же, как в ранее изобретенных древесных плитах «вафельного типа».

За ними были предложены OSL - Oriented Strand Lumber, в которых использовались такие же стружки, как в плитах типа OSB.

Последним достижением в области производства стружек являются стружки типа EuroStrips на основе которых были разработаны балки EuroPly.

В настоящее время за рубежом эту группу искусственных досок и балок принято включать в группу SCL - Structural Composite Lumber, буквально - структурные композитные доски.

Среди фанерных композиционных материалов следует выделить как особую группу - декоративные облицовочные композиционные материалы типа «файн-лайн». Эта технология позволяет использовать в качестве сырья недорогую и недифицитную древесину и получать натуральный строганый шпон, имитировать более дорогие и редкие породы древесины, а также получать новые необычные и эффектные текстуры шпона.

Шпон типа файн-лайн производится методом строгания из больших блоков предварительно склеенных специальным образом окрашенных и деформированных листов строганого или (и) лушеного шпона в очень широкой гамме цветов и рисунков.

Начало производства древесноволокнистых плит относится к 1924 г., когда американский инженер В.Мэйсон (William H. Mason) изобрел машину для получения древесного волокна. Первые древесноволокнистые плиты выпущенные им в 1929 г. на заводе в г. Laurel (Mississippi) получили название Masonite.

В настоящее время существуют две технологии производства ДВП - мокрая и сухая. По первой технологии плиты отливаются из древесной пульпы на специальных машинах наподобие бумаге или картону, по второй - прессуются из сухого осмоленного древесного волокна.

В настоящее время наиболее популярными становятся волокнистые плиты средней плотности сухого способа прессования (MDF - medium density fiberboard), имеющие отличные конструкционные и технологические свойства. Начало производства MDF относится к шестидесятым годам, широкое применение за рубежом начинается в 80-е г.г.

В строительстве MDF используют для изготовления погонажных изделий, черновых полов, стеновых панелей, потолков, дверей, ламинированных напольных покрытий, тавровых балок для монолитного строительства, гнутых строительных элементов, обрешетки крыш, изготовления подоконников. В мебельной промышленности MDF используют очень широко для изготовления многих видов элементов мебели.

MDF имеет невысокую эмиссию формальдегида; легко обрабатывается, окрашивается и ламинируется, обладают физико-механическими характеристиками по своим показателям приближающимися к аналогичным значениям натуральной древесины. Плиты MDF обеспечивают неплохую тепло- звукоизоляцию, неплохо переносят колебания влажности и температуры воздуха.

В настоящее время рассматриваются возможности получения древесноволокнистых плит с ориентированными волокнами.

Развитие производства древесностружечных плит начинается вскоре после второй мировой войны. В первый период это были небольшие производства единичной мощностью в несколько тысяч куб. м в год. Плиты изготавливались прессовым и экструзионным методами из стружек случайной формы, включая станочную стружку и опилки.

Сейчас древесностружечные плиты изготавливаются на автоматизированных заводах с мощностью от 100 до 500 тыс. куб. м в год почти исключительно методом плоского прессования. Существенно усовершенствовались методы подготовки стружки, осмоления, формирования стружечного ковра и др. В частности, плиты общего и мебельного назначения в настоящее время изготавливаются из специальной игольчатой стружки, имеют многослойную конструкцию, мелкозернистое напыление и т.д. Новые заводы оборудуются высокопроизводительными прессами для непрерывной прокатки плит и гибкими системами для их облицовывания.

Древесностружечные плиты сыграли определяющую роль в индустриализации мебельного производства. Альтернативы им в производстве мебели нет и не предвидится. Методы их производства будут развиваться и впредь, а ассортимент и свойства - улучшаться. В строительстве, древесностружечные плиты применяются для внутренней отделки помещений, изготовления дверей, подоконников, выставочных конструкций, стеллажей, для использования как основы под потолки или настила под полы.

За рубежом расширение возможностей строительных применений древесностружечных плит связано с вафельными древесностружечными плитами, формирование ковра в которых осуществляется из небольших плоских стружек размером от 30 до 50 мм.

Вафельные древесные плиты по свойствам приближаются к клееной фанере. Производство вафельных плит начало распространяться в США в 50-е годы прошлого века. Успешное развитие производства вафельных плит стимулировало развитие исследований в этой области, что позволило в 80-е годы прошлого века организовать производство следующего класса древесностружечных плит - из крупноразмерной ориентированной древесной стружки (OSB). Плиты OSB – Oriented Strand Board сразу стали популярны в строительстве.

Плиты OSB, выступая в роли заменителя фанеры, применяются для каркасно-панельного строительства, наружной и внутренней обшивки стен, перегородок, полов, отделки интерьеров. Сейчас они быстро внедряются в новые области применения, включая мебель.

Основными достоинствами OSB является: высокая прочность и однородность структуры по всем направлениям; влагостойкость (стабильность размеров и свойств во влажных условиях); легкость обработки (плиты без труда обрабатываются дереворежущими инструментами).

OSB могут быть склеены любыми клеями и облагорожены лакокрасочными материалами, предназначенными для отделки древесины. Они экологически и гигиенически безвредны.

Древесные формовочные прессмассы.

В 1911 г. американский химик Л. Бакеланд нашел способы поликонденсации фенолоформальдегидной смолы и наполнения ее различными материалами, из которых наиболее распространенным стала древесная мука. В нашей стране этот материал был назван карболитом или древесным прессматериалом. Это изобретение оказало значительное влияние на все последующее развитие полимерных композиционных материалов. Технология его приготовления бакелита проста: смесь частично отвержденного полимера и наполнителя помещается в прессформу и отверждается при повышении температуры.

Из бакелитовых прессмасс изделия формуют в горячих прессах и льют в термопластавтоматах. Получаемые изделия обладают высокой прочностью и устойчивостью к воздействию воды, масел и растворителей. Бакелиты наполненные растительными и др. волокнами называются волокнитами. Из пропитанных бакелитовой смолой хлопчатобумажных и др. тканей изготавливают текстолиты, а из пропитанных смолой бумаг - гетинаксы (бумажные слоистые пластики).

Освоение промышленного производства и широко применения фенолоформальдегидных смол и пластмасс на их основе также подтолкнуло химиков к созданию других видов термореактивных смол (карбамидных, меламиновых и т.д. и т.п.)

Клееные деревянные строительные конструкции

Клееные деревянные конструкции (КДК) склеиваются из сухих строганых досок и обладают целым набором положительных свойств (легкость, прочность, надежность, неограниченность длины и формы, удобство монтажа и т.д.). По англ. glued-laminated timber - Gluelam.

Хотя первые патенты, относящиеся к этому классу материалов выданы еще в 19 веке, практическое применение осуществилось много позже. По видимому, толчком к этому стала доступность водостойких смол и появившаяся уверенность в их надежности. Например, в США первым с применением КДК стало построенное в 1934 г. здание Лесной

промышленной лаборатории USDA. В СССР исследования КДК начались в 1942 г., и лишь в 1973-м в стране приступили к промышленному применению этого материала.

Клееные деревянные конструкции нашли широкое применение в архитектурной практике для перекрытия больших сооружений (вокзалы, рынки, спортивные объекты, производственные помещения, склады, мосты и т.д.).

Термопластичные древесно-полимерные композиционные материалы (ДПКТ).

Длительное время древесно-полимерные композиционные материалы развивались на основе использования в качестве связующих материалов преимущественно термореактивных смол.

Однако, в начале 90-х годов преимущественно в США начинается освоение древесно-полимерных композитов на основе термопластичных смол (полиолефинов, ПВХ. и др.).

Для термопластичных ДПК используется мелкоизмельченная древесина - опилки, древесная мука и др. целлюлозосодержащие материалы.

Сначала это была экструзия тонких листовых материалов для нужд автомобильной промышленности. Вскоре было налажено производство террасных досок (декинг-продуктов) и др. изделий. Успехи в экструзии стимулировали разработку методов производства изделий методом литья под давлением. В настоящее время опробованы также плоское непрерывное формование (прокатка) и ротационное формование. К 2008 г. производством ДПКТ занимается более 100 компаний, а объемы производства ДПКТ в мире составляют уже около 1 млн. тонн.

Для ДПКТ предлагается самый широкий спектр применений. Это вид композитов отличается исключительной стойкостью к атмосферным воздействиям, а также высокой технологичностью.

Таким образом движущими силами в развитии древесных композиционных материалов являются:

- потребность мирового хозяйства в разнообразной гамме материалов и изделий, производимых с учетом их целесообразного применения;
- необходимость рационального использования имеющегося различного древесного и др. растительного сырья;
- технический прогресс в химии, машиностроении, материаловедении и других. областях науки и техники;
- экологические факторы.

Методы производства древесно-полимерных материалов

1. Экструзия

Сейчас более 95% изделий из ДПК в мире производят методом экструзии.

Экструзия - это непрерывный процесс, заключающийся в протаскивании материала с высокой вязкостью в жидком состоянии из формирующего инструмента (экструзивную головку, фильеру), с целью получения изделия с поперечным сечением необходимой формы. В индустрии экструзия применяется с 30-х годов. Таким методом изготавливают различные погонажные изделия: трубы, профили, листы, пленки, оболочки кабелей и т.п., а также гранулы. Основным технологическим оборудованием при этом экструдеры. Экструдер состоит из нескольких основных узлов: силового привода, узла загрузки сырья, оснащенного подогревателем корпуса, рабочего органа (шнека), содержащийся в корпусе, и экструзивной головки, а также контрольно-измерительных и регулировочных приборов (системы задания и поддержания температурного режима и т.п.) . Экструзионная головка корпус, обогревается, формовочный инструмент с отверстием, например, щелью, которая сужается к центру, или канала определенного сечения.

В производстве различных видов продукции используются как одношнековые, так и двухшнековые машины: первые простые в изготовлении и дешевле, однако материал, перерабатывается в этих экструдерах, не всегда хорошо смешивается. Двухшнековые машины имеют более сложную конструкцию, в результате чего дороже, энергоемки. Но они обеспечивают точное дозирование, адаптацию к различным видам сырья, лучше перемешивают материал и обеспечивают высокое качество конечного продукта.

2. Инжекционное формование.

Этот технологический процесс называется также «литье под давлением». Он уже несколько десятилетий применяется для формирования изделий из термопластичных полимеров.

В общих чертах технология выглядит так: полимерная смесь в виде гранул, таблеток или порошка подается из бункера в нагретый цилиндр, где она размягчается, затем с помощью гидравлического поршня дозированное количество расплавленной смеси впрыскивается под давлением в форму. Она должна быть слегка нагретая, чтобы обеспечить равномерное растекание пластического материала. После заполнения форму охлаждают, например, циркулирующей водой, открывают и вынимают готовое изделие.

Весь этот цикл может быть повторен многократно в ручном или автоматическом режиме. Неоспоримым преимуществом технологии является высокая производительность. Однако оборудование для инъекционного формирования очень дорогое, используется для изготовления крупных изделий сложной формы, а технология требует слишком совершенной техники и детальной проработки всех нюансов процесса.

Например, если производство простой полиэтиленовой посуды, пищевых контейнеров и было налажено еще в послевоенные годы, то первые моноблочные стулья научились отливать лишь в конце 60-х.

Первые изделия из ДПК, полученные методом инъекционного формирования, появились на рубеже нынешнего века. Это были декоративные элементы, которые предложили на рынок американские производители древесно-полимерных декиннг-продуктов - материалов для сооружения террас. Идея состояла в том, чтобы кроме досок и профилей, делать соответствующие по цвету и структуре наконечники, «колпаки» для балюстрад, цоколи и украшения. И экструзия, и инъекционное формирование позволяют точно соблюдать заданных размеров изделий - благодаря этому набор строительных деталей из древесно-полимерного материала можно превратить в готовую постройку почти так же, как составляют элементы в детском пластмассовом конструкторе.

Сначала древесно-полимерные изделия, полученные с помощью инъекционного формирования были простыми, а содержание древесины в них колебался от 25 до 40%. Практика показала, что по сравнению с экструзией литье под давлением выдвигает ряд дополнительных требований к смеси, которую перерабатывают. Чтобы в процессе формирования обеспечить равномерное распределение расплавленной массы, должны быть однородно измельченные древесные частицы. Производители должны тщательно контролировать влажность сырья, а поскольку процесс формирования происходит в закрытой форме, лучшим видом сырья есть готовые гранулы. Если для экструзии ДПК порода древесины не имеет принципиального значения, то при литье под давлением разница в абразивных свойствах, в содержании танинов и смолы могут повлиять на то, как станет вести себя древесно-полимерная масса. От состава сырья зависит и то, насколько рабочая поверхность формы станет поддаваться коррозии.

Однако после длительного периода разработок и испытаний, американцы все-таки усовершенствовали рецептуру древесно-полимерной смеси и к 2003 году наладили производство деталей из ДПК методом литья под давлением. В 2004 году Инжекционное формирование уже применяли почти десяток североамериканских производителей декиннг-продуктов (при этом рецептуры смесей держали в тайне): 60-процентное содержание древесины тогда считался рекордным.

В отличие от Северной Америки, где методом инъекционного формирования изготавливают преимущественно декиннг-продукты, в Европе метод литья под давлением чаще используют мебельщики и производители деталей для интерьера. В связи с этим европейские древесно-полимерные композиты должны больше разноплановых рецептов: обычно содержание древесины в них значительно больше. Часто используют волокна однолетних растений, активно разрабатывают композиции с применением полимеров биологического происхождения.

3. Ротационное формирование.

Если при использовании экструзии, инъекции изделие формируется под давлением, то ротационное формирование основано на другом принципе - на действия центробежных сил в сочетании с адгезией. Дозированную по объему или массе порцию материала

загружают в полостную металлическую форму, которую герметично закрывают и вращают в одной или нескольких плоскостях и одновременно нагревают – вследствие чего, материал гомогенизируется и образует на внутренней поверхности формы горячее тонкое монолитное покрытие. Затем, продолжая вращения, форму охлаждают в специальной камере, а после охлаждения останавливают, открывают и вынимают готовое изделие.

Так производятся округлые полостные изделия - и не только из полимерных, но и из других материалов: пластиковая тара, резиновые мячи, игрушки, шоколадные яйца. Для производства мебели эта технология относительно новая - ее стали применять уже в нынешнем веке в Италии.

Возможность получать крупногабаритные предметы сложной замкнутой формы и многослойные конструкции является одним из преимуществ этого технологического процесса. Важно то, что готовые изделия не имеют внутренних напряжений, что в них одинаковая толщина стенок. Среди других преимуществ этого метода - простота и дешевизна оборудования, безотходность производства. Основным недостатком ротационного формования считается долго продолжительность процесса - 20 минут.

Производство плит

Оборудование для производства - модифицированная версия линии непрерывного прессования древесных плит.

Сначала полиэтилен, полученный из вторичного сырья, и древесные стружки смешивают и формируют в виде разрыхленного ковра толщиной около 15 см. Через эту смесь продувают горячий воздух, размягчает полимер и уменьшает толщину ковра в два-три раза. Разогретый ковер стальной лентой продвигается в пресс с охлаждающей установкой, где формируется плита толщиной от 0,6 до 2 см с характерным древесным узором, пригодна для дальнейшего отделки, в том числе и покраски.

Действующая производственная линия была установлена в 2003 году на заводе компании BoiseCascadey штате Вашингтон. Продукцию предполагалось использовать для изготовления облицовочных досок, однако через реструктуризацию BoiseCascade промышленный выпуск так и не начали.

Другой метод изготовления плит - с использованием ленточного проходного пресса, - разработала немецкая компания PallmannMaschinenfabrik совместно с TechnopartnerSamtronic (TPS) и Schilling-KnobelGmbH. По этой технологии (запатентованное название - P-Line) с древесного муки или волокон и полимера (например, полиэтилена высокой плотности) сначала изготавливают гранулы при помощи специальной машины, так называемого «палтрудера». Полученный гранулированный полуфабрикат под небольшим давлением прессуется в плиту между двумя подвижными стальными лентами с термостойким покрытием из стекла и тефлона, проходя последовательно зоны нагрева и охлаждения. Величина зазора между лентами определяет толщину плиты - от 2 до 20 мм, а ширина ее может быть задана в пределах от 1200 до 2200 мм. Благодаря способности вяжущего материала размягчаться при нагревании, эти плиты в дальнейшем пригодны для термоформингу, например, для получения сгибов, трехмерных поверхностей, нанесение тисненой рисунка т.д.

Тема 2.2. Технология производства клееного мебельного щита, деревянных окон

(используется интерактивная и инновационная форма занятия – презентация и видеоматериал по теме)

Мебельный щит— это листовой древесный материал квадратной или прямоугольной формы, изготовленный с помощью склеивания между собой по ширине и, в некоторых случаях, по длине деревянных строганных брусков, с шириной каждого бруска от 10 мм до 50 мм. В Украине большая часть мебельных щитов изготавливается из хвойных пород дерева (сосна, ель), также некоторой популярностью пользуются щиты из твердолиственных пород (дуб, бук, ясень, клен, береза). Мебельные щиты применяются для изготовления мебели, элементов декора и строительных элементов, как экологически безвредный и эстетически более привлекательный аналог ДСтП.

Мебельный щит используется достаточно давно и технология его изготовления за последние 100 лет изменилась незначительно. В каноническом варианте деревянные бруски сжимались между собой с помощью металлических струбцин, в настоящее время их

функции выполняют прессы. Резкое увеличение объемов потребления мебельного щита началось с 70-ых годов 20-го века, когда стало возможным массовое производство данного продукта.

В настоящее время как в мебельной промышленности, так и в строительстве, среди клеёных древесных материалов появилось большое количество более дешевых аналогов этому материалу, поэтому щиты из дерева применяются в узкоспециализированных случаях, а именно:

- из соображений экологической безопасности: мебельный щит гипоаллергенный природный материал;
- из соображений эстетики: этот натуральный материал при правильной обработке смотрится изысканнее заменителей;
- из соображений практичности.

Преимущества мебельного щита перед другими плитными материалами:

- а) мебель из деревянных щитов служит дольше мебели из ДСтП или МДФ;
- б) эта мебель ремонтно пригодна: так как дерево однородно по своей структуре, даже поврежденную деталь мебели можно восстановить (не заменить, а именно восстановить) и она будет выглядеть как новая;
- в) древесина гигроскопичный материал, т.е. она регулирует влажность воздуха в помещении;
- г) мебель из клееного щита обладает свойствами адсорбировать вредные вещества.

Использование хвойных и лиственных пород позволяет производить разнообразный по виду и дизайну мебельный щит с индивидуальной текстурой и различными свойствами. Клееный щит делится на сорта качества от А до С. Сорт определяется по двум сторонам: А/А, А/В, А/С, В/В, В/С, С/С

- сорт А подбирается по рисунку, ровный по тону, однородный по текстуре, без дефектов (сучков, заболони и т.д.);
- сорт В – без отбора по рисунку, ровный по тону, однородный по текстуре, без дефектов;
- сорт С – без отбора по рисунку, тону и текстуре, незначительные дефекты (сучки не более 5 мм, заболонь). Механические повреждения не допускаются во всех сортах.

При производстве мебельного щита можно получать различный щит в зависимости от области его применения. Здесь в основном различают два вида. Это однослойный клееный щит, который также называется массивным щитом, клееным щитом или просто однослойным щитом. Однослойный щит имеет толщину от 14 до 60 мм, изготовлен из деревянных заготовок (рейки, доски или бруса) шириной от 18 мм, которые склеены друг с другом в один слой параллельно направлению волокон.

Вторым видом клееного щита является многослойный щит, состоящий из двух лицевых слоев и желаемого, но нечетного количества средних слоев. Слои должны укладываться симметрично по толщине, которая определяет позитивные свойства многослойного щита. Многослойный клееный щит обычно толщиной от 12 мм до 60 мм (специальный размер до 75 мм), трех- или пятислойный, с симметричной укладкой и склеенный из нескольких однослойных щитов, представляющих лицевые и средние слои.

Основными этапами технологического процесса изготовления мебельного щита являются:

- 1) сушка заготовок;
- 2) поперечный раскрой;
- 3) обрезка и раскрой;
- 4) предварительное строгание;
- 5) торцовка и сортировка;
- 6) сращивание;
- 7) строгание;
- 8) склеивание;
- 9) форматирование;
- 10) шлифование;
- 11) упаковка.

Сушка заготовок

Сушка заготовок – основной этап технологического процесса производства мебельного щита. Она определяет дальнейшую адаптацию щитовых материалов к месту их

использования. Сушка материала проходит в три этапа. Первый – предварительная сушка древесины на открытом воздухе, естественным путем. Время сушки заготовок зависит от климатических условий (температуры, влажности воздуха и движения воздуха). В зависимости от времени года могут возникнуть колебания климатических факторов, воздействующих на продолжительность сушки. В среднем древесина теряет 3-5% своей влажности, причем эти значения варьируются в зависимости от породы древесины. Вторым этапом становится сушка пиломатериала в сушильной камере под воздействием высоких температур более 100 °С. Самым распространенным является способ конвективно-камерной сушки, т.е. в помещении, оборудованном электронагревательными или батареями парового отопления с обязательной регулировкой температуры и с замером влажности внутри сушильной камеры. По подъездным путям внутрь сушилки помещается штабель с обязательными прокладками между слоями штабеля. Также важным моментом сушильной камеры является регулировка воздушных потоков внутри, чтобы перенасыщенный влагой воздух постоянно вытягивался из камеры. Третьим этапом становится равномерное охлаждение древесины после выпаривания. После того, как непосредственный процесс сушки завершен, древесина местами пересыхает, другие участки, наоборот, слишком влажные; необходимо запланировать фазу кондиционирования, во время которой в древесине неравномерно распределенная остаточная влажность распределяется по поперечному сечению заготовки. При этом повышается относительная влажность воздуха, в то время как температура в сушильной камере не изменяется. Кроме того, в древесине уменьшаются напряжения, по окончании кондиционирования высушенный материал должен охладиться до температуры 30-40° С; перед тем, как камера откроется, нагревание отключается, однако климат еще сохраняется. Необходимо знать, что после сушки и в дальнейшем процентное содержание влаги в древесине для изготовления мебельного щита должно составлять 9-11%.

Поперечный раскрой

Поперечный раскрой, или предварительная торцовка, выторцовка кривизны, – этот этап технологического процесса является решающим по выходу и созданию стоимости сырья. Здесь определяется прибыль на каждый щит. Поперечный раскрой, обрезка по длине и торцовка рассматриваются вместе, исходя из максимального выхода и создания стоимости. Таким образом, для каждой новой доски рассчитывается последовательность оптимизирующих шагов. Поперечному раскрою подвергается в основном высушенная и искривленная древесина. Пиломатериал после сушки часто имеет искривление, скручивание, которые тяжело подвергаются оптимизации для получения большего выхода древесины. Для того, чтобы минимизировать деформацию, производится так называемая торцовка, которая уменьшает потери материала при последующей обработке заготовок. При поперечном раскрое используются в основном торцовочные станки с нижним расположением пилы.

Длина сторцованных отрезков выбирается таким образом, чтобы из них можно было получить проходную ламель фиксированной длины и чтобы она была удобна в обращении. При этом из заготовки вырезаются только крупные пороки и производится прирезка по торцам. В дальнейшем технологическом процессе раскроенные доски или ламели имеют прямолинейное расположение волокон, направленных параллельно обрезной кромке.

Обрезка и раскрой

Обрезка предполагает удаление округлых частей доски (обзола) из доски или бруса. Существуют различные виды обрезки. Одним из них является параллельная обрезка. Заготовка за один рабочий проход обрезается таким образом, что стороны и кромки располагаются параллельно друг другу. При этом должен регулироваться по меньшей мере один из двух обрабатывающих агрегатов, так как в противном случае материал не оптимизируется по ширине. При раскрое узких заготовок из обрезного пиломатериала параллельно кромке получаемые заготовки имеют прямое расположение волокон.

Раскрой – это разрезание широкой заготовки (речь о пиломатериале) в продольном направлении на узкие заготовки. В большинстве случаев из заготовок вырезается сердцевина, которая находится непосредственно в центре бревна и окружает сердцевинную трубку. Благодаря раскрою пиломатериала, особенно очень широких заготовок, снимается большая часть внутренних напряжений. Таким образом достигается улучшение качества,

доски меньше растрескиваются и коробятся. Для данной технологической операции в зависимости от величины и производительности фирмы используются как технически простые, так и очень сложные станки. К простым установкам относятся продольные обрезные круглопильные станки, которые с помощью обрабатывающего агрегата раскраивают круглый пиломатериал, отделяя полезный материал и рейки от широких заготовок.

Предварительное строгание

При предварительном строгании снимается определенный слой с вышедшей из пилорамы заготовки, что позволяет проводить визуальный контроль поверхности. Четырехстороннее предварительное строгание проводится после раскроя. Оно необходимо, если производится контроль всех сторон, например сканером, и к поверхности материала предъявляются высокие требования. Под загрязненной поверхностью, вышедшей из пилорамы заготовки, трудно невооруженным глазом определить пороки древесины, изменение окраски и направление волокон. Для сканера, который используется в следующей технологической операции с оптимизирующей торцовкой, распознавание пороков может быть затруднено из-за слабого контраста древесины.

Торцовка и сортировка

Торцовкой или расторцовкой называется нарезка заготовок на определенные длины. При производстве мебельного щита речь идет в основном о процессе оптимизации, при котором учитываются качественные характеристики и, таким образом, устанавливается длина заготовок. Производится выторцовка так называемых пороков древесины, таких как выпавшие сучки, синева, засмолки и т.д., в результате получают не содержащие пороков отрезки. Короткие отрезки в дальнейшем соединяются в заготовки требуемой длины, например с помощью сращивания на мини-шип. Дальнейший вариант – раскрой на фиксированные длины. При этом длинная доска раскраивается на требуемые длины без особого учета крупных пороков. Некоторые породы древесины могут не содержать пороков на протяжении нескольких метров. Так можно получать фиксированные длины, не содержащие пороков. Подобные заготовки впоследствии сортируются в основном по длине и по цвету. В производстве мебельного щита торцовка и сортировка являются оптимизирующими операциями, которые могут проводиться вручную или полностью автоматически.

При обработке вручную распознавание пороков производится рабочим, который отмечает дефектное место флуоресцентным мелком или лазером. Станок считывает маркировку и делает рез на этом участке доски. Затем отторцованная заготовка подается на станцию сортировки, где она распределяется по определенным критериям.

При полной автоматизации процесса торцовки сканер сканирует до четырех сторон проходящей заготовки, охватывает данные материала и передает их на торцовочный станок. Производится рез, и заготовка транспортируется дальше. В конце станка расположены сортировочные участки, которые в зависимости от критериев сортировки имеют различную длину. Здесь заготовки автоматически с помощью сбрасывателей распределяются по определенным критериям. В основном отторцованные отрезки оптимизируются и сортируются здесь по цвету и/или длине

Оптимизация заготовок на станке PAUL. Слева отсортированные заготовки

Сращивание

Короткие отторцованные заготовки длиной 150- 300 мм не должны отсортировываться в отходы, они должны подаваться дальше в производство. Например, для получения заготовок различной длины, не содержащих пороков. Стыковые соединения по длине не обладают прочностью, требуемой для растяжения и изгиба. Эти нагрузки без проблем могут восприниматься при шиповом соединении, прочность сращенных заготовок по сравнению с проходными ламелями гораздо выше.

Сращивание на вертикальный шип. Вертикальный шип нарезается на вертикально расположенных ламелях. Зубчатый профиль виден на поверхности щита. Он находит применение в основном при производстве оконного, строительного и конструкционного бруса. Фрезерованию зубчатого профиля подвергается пакет заготовок. В некоторых странах

и на некоторых производствах акцептируется видимый вертикальный шип на поверхности щита. Можно обнаружить данный вид соединений на продукции, где он невидим.

Сращивание на горизонтальный шип. При производстве мебельного щита, как правило, применяется соединение на горизонтальный шип. На поверхности щита виден ступенчатый стык. На узкой стороне виден зубчатый профиль. Ламели горизонтально подаются в непрерывно работающую линию сращивания. Подача в продольном направлении прессуемых сращенных на мини-шип коротких заготовок производится в основном произвольно, расположение годичных колец не учитывается.

Строгание

Продольное фрезерование с целью снятия наплывов клея, ступенек между ламелями, получения точных геометрических параметров называется строганием.

Прямоугольность ламелей. Отдельные ламели должны быть прямоугольными, с углом, точно равным 90° . Чем толще заготовка, тем критичнее прямоугольность. Клеевой шов не должен быть открытым, в противном случае щит принимает после пресса изогнутую или волнистую форму или клеевые швы остаются открытыми.

Параллельность ламелей. При склеивании ламелей в щит очень небольшие неточности по ширине отдельных ламелей могут складываться и привести к открытию клеевых швов. При этом заготовки мягких пород в прессе склеиваются лучше, чем заготовки твердых пород. Важна точность работы.

Для оптимального склеивания отстроганных ламелей в массивный щит должны выполняться следующие условия:

- оптимальный шаг резания 1,5-2,0 мм (если меньше 1,5 мм, возникает опасность эффекта полировки; больше 2,0 мм – повышается расход клея, возникает видимый клеевой шов, происходит ослабление когезионной силы клея);
- глубина ворса должна составлять меньше 0,1 мм (если больше, то повышается расход клея, возникает видимый клеевой шов, происходит ослабление когезионной силы клея).

Склеивание

В этом этапе непосредственного производства мебельного щита на узкую сторону готовых обработанных ламелей наносится клей, и затем ламели соединяются в щит. Клей наносится на одну сторону ламелей. Загрузка в пресс производится пакетным способом. Ламели находятся в контакте друг с другом и в основном механически вталкиваются в область прессования. Пресс закрывается, и приводится в действие боковой прижим, выравнивающий неровности, одновременно подается необходимое давление на клеевые швы.

Для каждой породы древесины должна быть своя температура прессования. Рекомендуемые заготовки должны прессоваться при низких температурах. При очень горячем прессовании может образовываться пар. Возникает опасность изменения окраски заготовок (паровой эффект) и возникновения трещин в древесине. Это особенно касается рекомендуемых пород древесины, например дуба. При длительном прессовании при температуре более 100°C происходит досухка и усадка древесины. Может произойти изменение цвета, например у бука, в результате парникового эффекта. Небольшое различие температур между верхней и нижней нагревательными плитами может привести к искривлению щита. Разница температур в 5°C вызывает коробление щита. Чем выше при этом температура прессования, тем больше опасность деформации. Для производства щита из дуба особенно подходит холодное прессование или прессование с использованием токов высокой частоты. Дубовые ламели, однако, при максимальной температуре $50-60^\circ\text{C}$ прессуются в высококачественный однослойный щит. Основанием является короткое время прессования. При высоких температурах возможно образование микротрещин, которые становятся видны после лакировки щита. Поверхность щита очень быстро высыхает, щит имеет склонность к частичному длительному короблению. Прессование с использованием токов очень рекомендуется при производстве массивного щита.

При горячем способе во время процесса прессования подается тепло. Благодаря подаче тепла можно сильно сократить время прессования. В зависимости от требуемой температуры прессования в качестве теплоносителя используются теплая вода, горячая вода, термомасло. Время прессования очень сильно зависит от времени прогревания. Чем оно

больше, тем продолжительнее процесс прессования. При использовании горячей воды в трубах средняя температура составляет 55°C. Горячая вода нагревает древесину до 90-110°C. Термомасло в трубах может достигать температуры 110-130°C

Следует учитывать, что не каждый теплоноситель подходит для любой породы древесины и каждого типа клея. Клей ПВА обладает термопластичными свойствами. При прессовании с использованием горячей воды клей остается пластичным, не отверждается. Он может склеивать только при максимальной температуре пресса 50-60° С. Время прессования снижается с 10-30 мин. в среднем до четырех минут. Экономия времени составляет до 86%. Клей на основе карбамида отверждается только при высокой температуре. Требуется температура от 60°C и выше. Температуры теплой воды не достаточно. При использовании этого клея в качестве теплоносителя должны применяться горячая вода, термомасло или использоваться токи высокой частоты. Способ склеивания с использованием токов высокой частоты основан на емкостном или диэлектрическом нагреве в высокочастотном поле переменного напряжения. Высокая частота в промышленности ограничивается диапазоном частоты 3-13,56 МГц, чтобы избежать неисправностей и наложения колебаний – например, передающей частоты от теле-, радио- и военных передач. Другие частоты нуждаются в специальном разрешении. Токи высокой частоты не нагревают древесину. Ток ищет путь наименьшего сопротивления. Так как клей имеет высокую влажность, он нагревается сильнее и быстрее, чем окружающая его древесина (селективное нагревание). В переменном поле электроны начинают колебаться, производят трение друг о друга и таким образом нагревают клеевой шов. Вода «выкипает». По окончании процесса прессования шов полностью отверждается, во время конвенционного процесса склеивания требуется определенное время для отверждения.

Форматирование

Форматированием называется раскрой щита в чистовой размер (длина x ширина). При промышленном форматировании могут использоваться различные станки. Как правило, при производстве мебельного щита применяется двойной торцовочный станок.

Продольная сторона при выходе из пресса прямая и параллельная. В продольном направлении щит имеет неопределенный сдвиг ламелей, который делает невозможным точную укладку по имеющимся упорам. Поэтому щит сначала раскраивается по длине. При раскрое по длине удаляется торцевой сдвиг ламелей и достигается базовая поверхность для раскроя по ширине. После того, как щит раскроен по длине, производится форматирование по ширине. В результате получается прямоугольный щит с параллельными кромками, соответствующий требуемым размерам.

Шлифование

Калибрование щита с удалением остатков клея, достижение необходимого размера по толщине и шлифование поверхности щита для получения заданной чистоты называется шлифованием. После форматирования щита он передается на отделку поверхности посредством шлифования. При этом снимается перепад ламелей. Чем точнее работает пресс, тем меньше материала необходимо снимать. Срок службы шлифовальной ленты увеличивается, и расходы снижаются.

При шлифовании с помощью широколенточного шлифовального станка первым шагом шлифования является изготовление базовой плоскости. Сначала производится так называемое выравнивание контактными вальцами. Следующим шагом является калибровка, при которой материал снимается на определенную толщину. Чистовая обработка производится с помощью шлифовального башмака в основном с зернистостью 100, однако здесь учитываются пожелания клиентов.

Упаковка

После шлифования идет упаковка клееного щита в термоусадочную полиэтиленовую пленку с целью защиты от загрязнений и механических воздействий.

Производство деревянных окон

Основное требование предъявляется к качеству каркаса (профилю) будущего окна.

Рамы из цельного массива хвойных и лиственных пород изготавливать не выгодно. Во-первых, велико количество брака. Во-вторых, такой профиль долго не прослужит – из-за внутреннего напряжения дерево быстро поддается деформации.

Именно поэтому для производства деревянных окон используется трехслойный клееный брус с минимальным сечением 78*80 мм, изготовленный из необрезных досок дуба или сосны.

Наиболее долговечными считаются окна из лиственницы. Впрочем, можно изготовить профиль из любой древесины, даже экзотических редких пород – железного дерева, эвкалипта или меранти.

При закупке бруса у производителя необходимо обратить внимание на влажность древесины (она должна находиться в пределах 8-14%, как утверждает п. 5.4.2 ГОСТ 24700-99), а технические характеристики – соответствовать ГОСТ 15613.1-84.

Согласно действующим требованиям к качеству деревянных окон, их профили должны быть обработаны специальными средствами, придающими переплетам защиту от влажности, огня, гниения, жизнедеятельности насекомых. Для пропитки рекомендуются противогрибковые антисептики и эмульсии на водной основе с минимальным количеством химикатов (все-таки основное преимущество деревянных окон – натуральность!). Отлично зарекомендовали себя европейские лакокрасочные изделия с сертификатами соответствия экостандартам DIN EN 71-3, OKO TEST, «Голубой ангел».

Клей для производства окон из дерева должен быть не ниже группы «Средняя Б», согласно ГОСТ 30972-2002 (либо соответствовать классу D4 по DIN EN 204-2001).

В стандартном варианте используются двухкамерные стеклопакеты, толщиной 38 мм (согласно ГОСТ 24866-99). Но на заказ изготавливают и окна с триплексами, тонировкой и другими элементами защиты. На мелких и средних предприятиях стекла самостоятельно не производят, а заказывают уже готовые – оборудование линии по изготовлению стеклопакетов обойдется, в среднем, около \$150 000, что ощутимо отразится на бюджете начинающего предпринимателя.

Организационные нюансы открытия предприятия по производству деревянных окон

Если все материалы, закупленные или изготовленные самостоятельно, будут соответствовать вышеперечисленным стандартам и технология производства будет неукоснительно соблюдаться, изделие без особого труда пройдет сертификацию, которая является обязательной для деревянных окон (код ОКП 53 6130).

Сертификация оценивает изделие по ГОСТам:

- ГОСТ 23166-99. Блоки оконные. Общие технические условия;
- ГОСТ 2470099 Блоки оконные деревянные со стеклопакетами.

Дополнительно рекомендуется учитывать требования следующих нормативов:

- ГОСТ 11214-86 Окна и балконные двери деревянные с двойным остеклением для жилых и общественных зданий. Типы, конструкция и размеры;
- ГОСТ 30777-2001 Устройства поворотные, откидные и поворотно-откидные для оконных и балконных дверных блоков. Технические условия;
- ГОСТ 30972-2002 Заготовки и детали деревянные клееные для оконных и дверных блоков;
- ГОСТ 15612-85 Изделия из древесины и древесных материалов. Методы определения параметров шероховатости поверхности.

Требования к производственному помещению

Контроль над уровнем влажности и перепадами температур – основной параметр для цеха по производству деревянных окон. Чтобы избежать деформации древесины, необходимо поддерживать одинаковый микроклимат в производственном помещении и на складе, где хранятся заготовки и готовые изделия, на уровне 55-65% влажности.

Поэтому необходимо:

- оборудовать хорошую циркуляцию воздуха и вентиляцию, согласно СНиП 41-01;
- выбирать помещение с потолками высотой не менее 3,5м;
- иметь в наличии отопление, позволяющее круглогодично поддерживать температуру в цехе на уровне 18-24 °С.

Каждый станок должен быть заземлен, проводка – смонтирована в металлических трубах. Желательно оборудовать две линии независимого электропитания: общую (освещение) и индивидуальную, дающую возможность локального освещения над станками (согласно ГОСТ 12.1.002-84).

Технология производства деревянных окон

В основе каркаса для деревянных окон используют клееный брус – от его качества зависят эксплуатационные характеристики и срок службы изделия. Поэтому на больших производствах предпочитают полный технологический цикл, когда из заготовок необрезной доски сначала изготавливают брус, а уже из него – производят окна по заранее сделанным замерам. Только так можно быть уверенным в качестве исходного сырья и снизить количество брака.

Но для малых предприятий такая технология слишком дорога – она требует больших производственных помещений и внушительного первоначального капитала на покупку станков по обработке бревен или доски и производству бруса. Поэтому многие фирмы предпочитают покупать уже готовый сращенный брус, сокращая цепочку технологического цикла вдвое.

Но рассмотрим все этапы технологического процесса по производству деревянных окон:

Просушка древесины

Поступающая на производство древесина оправляется на «дозревание» в сушильную камеру. В зависимости от уровня первоначальной влажности, доски могут находиться на сушке 2-14 дней. Но на выходе показатели влажности в сырье не должны превышать 10-12градусов. После просушки дерево поступает в производственный цех на последующую обработку.

Процесс фрезеровки деревянного окна

Деревянная доска фрезеруется (снимается тонкий верхний слой древесины). Эта операция необходима для выявления дефектов – сучков, смоляных карманов, трещин и т.д. Проблемные места вырезаются вручную либо помечаются специальным маркером и отправляются в обрезной станок, где машина с помощью фотоэлементов распознает метки, удаляет дефекты и сортирует готовые бруски по длине. Мелкие отрезки идут на простое сращивание, а длинные – на эстетически-ответственные изделия, в которых не допускается наличие изъянов или швов.

Сортовая сортировка ламелей

Отсортированные ламели складываются по сортам (в зависимости от цвета волокон и структуры древесины) и отправляются на станок для изготовления бруса. В торце каждой ламели проделываются пазы (минишип), которые смазываются клеем и соединяются в длинные полосы до 6 м.

Склеивание ламелей в брус

На следующем этапе три ламели склеиваются в *оконный брус*: на поверхность дерева наносится специальный клеящий состав и изделие помещается под пресс. Заготовки укладываются так, чтобы в готовом бруске древесные волокна каждой ламели были максимально перпендикулярны по отношению к соседней – таким образом снимается внутреннее напряжение дерева, исключая возможность деформации будущего окна.

Шлифование и профилирование заготовок будущих деревянных окон

Готовые брусья шлифуются и подаются в угловой оконный центр – основной станок для производства оконных профилей. Здесь происходит шипование и профилирование будущих окон (изделию задается внутренний профиль под стекло и пазы для соединения в раму).

Изготовление конструкции окна

Из подготовленных профилей собирается окно определенного размера и конфигурации. Склеенные на шип проушины деревянные конструкции фиксируются прессом. Здесь же проверяется диагональность конструкции и качество склейки.

«Обгонка по периметру»

Затем происходит так называемая «обгонка по периметру», во время которой в створках проделываются фурнитурные пазы, капельник, а сама коробка фрезеруется под подоконник.

3-кратная поверхностная шлифовка профиля рамы

Собранные и склеенные рамы тщательно шлифуются (в идеале – трижды: на станке, шлифмашинками и вручную, с помощью шлифшкурки).

Пропитка и декорирование

Затем дерево пропитывается антисептиком, грунтовкой (напылением или методом окунания в ванну) и покрывается финиш-лаком или краской на водной основе. Применяют и другие технологии декорирования: искусственное старение, патинирование древесины. После окраски рамы просушиваются 12 часов.

Финишное шлифование и крепление уплотнителя

Окно снова шлифуется, чтобы удалить поднявшиеся краской ворсинки и мелкие заусенцы, и отправляется на ручную сборку: монтаж стеклопакетов и фурнитуры. По периметру профиля крепится специальный резиновый уплотнитель.

Остекление и крепление фурнитуры к деревянному окну

Оконные петли, запоры и другая фурнитура крепится шурупами при помощи шуруповертов. После – устанавливается стекло. От возможного люфта внутри рамы стеклопакет фиксируется пластиковыми вкладышами, щели заполняются силиконовым составом для обеспечения полной герметичности окна.

Сверху монтируется наружная рама (штапики), места крепления маскируются, а стыки между рамой и стеклом еще раз герметизируются силиконом

Контроль качества и упаковка

Окно отправляется на *контроль качества*, где происходит регулирование створок и проверяется работа фурнитуры. После чего готовое деревянное окно упаковывается в пленку.

Оборудование для производства деревянных окон

Станки для изготовления окон условно можно разделить на два типа:

1. Основные: сушильные камеры, строгальное оборудование, гидравлический пресс (вайм).
2. Вспомогательные агрегаты – техника, необходимая для изготовления и обработки деревянных заготовок:
 - шлифовальный станок (или комбинированный калибровально-шлифовальный);
 - компрессор для окрашивания;
 - фуговальный станок, на котором калибруют профиль;
 - фрезы для производства деревянных профилей.

Тема 2.3. Технология производства клееного профилированного бруса, CLT, X-lam, BSP

(используется интерактивная и инновационная форма занятия – презентация и видеоматериал по теме)

В качестве стройматериала для сооружения жилых зданий лидирующее место занимает клееный брус. Широкую популярность имеет клееный брус в жилищном строительстве в Европе, так как качество данного строительного материала неизменно превосходит иные стройматериалы.

Строительство домов из бруса востребовано повсеместно. Материал имеет не только хорошие показатели собственных свойств древесины, но и отличается красотой, длительным сроком эксплуатации и высокой прочностью.

Чтобы превратить обычную древесину в качественный строительный клееный брус, необходимо провести начальный материал через многие этапы точной обработки. В процессах обработки используется исключительно только экологически чистый древесный материал хвойных пород из северных широт России.

На первом этапе производства деревянный ствол распиливают на ламель-доски. Затем, ламели отбирают, отбраковывая те, которые имеют дефекты. После тщательного отбора, доски-ламели сушат до остаточной влаги в них не больше 10 %. Следующий этап обработки - сращивание досок при помощи минишипа и последующее их склеивание под сильным прессом. При склеивании ламель - досок применяют только специально разработанный экологически чистый клей, абсолютно безвредный для человека, животных и растений.

Этапы производства клееного бруса:

1. сушка ламели - досок. Подвергая обрезную доску щадящей сушке добиваются того, что влажность пиломатериала достигает до 8 - 12 %. Этот процесс обработки снимает еще и лишнее внутренне напряжение древесины;
2. распиловка. В процессе распиловки обрезных досок заготовки доводятся до нужной ширины;
3. торцовка. Предварительное торцевание обрезной доски удаляет на ней дефекты. Это обеспечивает снижение припуска при дальнейших работах с пиломатериалом и уменьшает последующую после сушки торцовку с трещинами;
4. вскрытие дефектов. Дефекты, обнаруженные на этой ступени обработки исправляются и обрезная доска подготавливается к дальнейшим работам;
5. вырезка дефектов. На всех заготовках, в которых обнаружены дефекты, их удаляют. Заготовки подготавливают к дальнейшему сращиванию по длине;
6. сращивание заготовок. Торцы заготовок подвергают вырезке зубчатых шипов, покрывают шипы клеем, который должен иметь толщину 0,3 мм и, сращивают заготовки без каких-либо дефектов, в ламель с нужной торцовкой в размер;
7. калибрование. Ламели калибруют, придав им продольной фрезеровкой точной геометрической формы. Во время этого этапа производства, снимаются излишки клея. Ступени между заготовками доводят до нужных размеров и получают поверхность пластей чистую, для дальнейшего склеивания по пласти, в допустимых пределах (200 мкм);
8. обработка пластей ламелей клеем. Ламели покрывают слоем клея, для дальнейшего склеивания;
9. склеивание бруса. По пласти на гладкую фугу готовые ламели склеивают под прессом;
10. профилирование и калибрование. На данном этапе строительный материал проходит фрезеровку с целью удаления клеевых остатков и придания профилю правильных геометрически точных форм. Поверхность также подвергается зачистке не меньше, чем 200 мкм;
11. торцовка. Готовые брусья подгоняют по длине под заданный размер;
12. профилирование. Брус обрабатывают со всех сторон и придают ему нужный профиль;
13. клееный брус - торцевание. Для задания базы, от которой размечается угловое соединение, брус отправляют на спецстанок;
14. угловое соединение - зарезка. С 4 сторон выполняют зарезку углового соединения. Зарезку производят после полной установки бруса и его фиксации при помощи пневматических и механических зажимов.

Производство комплектных строительных объектов жилого и промышленного назначения основано на применении нового конструкционного материала – плиты перекрестной склейки деревянных ламелей под высоким давлением - CLT (новая эра конструкций). В странах производящих данный материал в настоящее время они известны как : CLT-панели, NAC, X-Lam, BSH.

Благодаря появлению этого нового материала, дерево, как единственный возобновляемый конструкционный строительный материал, становится реальной альтернативой железобетону в индустриальном домостроении.

По мнению дипломированного инженера профессора доктора технических наук Института технологии строительства деревянных сооружений и технологии деревообработки Грациевского технологического Университета Герхарда Шикхофера (Gerhard Schickhofer, Institute for Timber Engineering and Wood Technology, Graz University of Technology), основанному на проведенных исследованиях, применяемая технология перекрестной склейки древесного сырья обеспечивает на выходе получение массивного конструкционного материала, обладающего характеристиками, по многим показателям не только сравнимым, но и превосходящим не только само сырье – древесину, но и современные материалы, применяемые в гражданском и промышленном строительстве.

Комплексные исследования, проведенные группой профессионалов компании FPInnovations (Канада) , подготовленные и опубликованные в 2013 году, информируют

специалистов строительного рынка о том, что, благодаря перекрестной склейке слоев досок, CLT - плита приобретает уникальные характеристики. Среди особенно значимых следует отметить высокую стабильность конструкционного материала, его высокую огнестойкость и устойчивость при эксплуатации в агрессивных средах, способность нести высокие динамические и статические нагрузки, включая способность выдерживать кратковременное экстремальное воздействие и ударные нагрузки третьих сил, вызываемых природными катаклизмами, такими как землетрясения, наводнения, ураганы и т.д. CLT - плиты обладают низкой теплопроводностью, свойственной дереву, задерживают распространение огня и, как массивные конструкции, обладают высоким пределом огнестойкости.

Эксплуатационные характеристики CLT - плита — это высокая теплозащита, звуконепроницаемость, стойкость при сейсмических колебаниях, легкость конструкций, экологичность и комфортное проживание. Высокая прочность, удельный коэффициент упругости, расчетные показатели несущих способностей материала, высокий предел огнестойкости, а также производственные возможности позволяют создавать большепролетные перекрытия без промежуточных опор.

Плита CLT в разных странах называется по-разному (Cross Laminated Timber, X- Lam, BSH , Holz massiv и т.д.) – массивная деревянная плита, изготовленная по технологии перекрестного склеивания под высоким давлением (10 - 15 Н/мм²).

Источником сырья для производства плиты CLT является деревянная доска – материал, применяемый в строительстве человечеством на протяжении всей его истории существования. Технология перекрестной склейки древесных слоев, называемых ламелями, получившая распространение в Центральной Европе в конце 1990-х годов и в начале 2000 – х годов принесла строительному рынку новый конструкционный материал, неожиданно проявившийся в новом качестве, с выгодными конкурентными преимуществами в отношении традиционных строительных материалов.

Тема 2.4. Технология производства MDF, OSB, LVL

(используется интерактивная и инновационная форма занятия – презентация и видеоматериал по теме)

Первая плита, состоящая не из измельченной стружки, а из древесных волокон, была случайно создана в 1924 году американцем Уильямом Мейсоном. Этот изобретатель пытался найти применение кучам бросовых щепы, стружек и опилок, высившийся подобно холмам вокруг каждого предприятия по лесопереработке, получить из них плиту, хотя бы близко похожую на фанеру. Впрочем, первоначально он рассчитывал изготовить из древесных волокон бумагу. Мейсон построил прибор, получивший в последствии прозвище «пушка Мейсона»: стальная труба, заваренная с одной стороны и снабженная съемной крышкой, открываемой на расстоянии — с другой. Внутри трубы закладывались отходы лесопилки и заливалось некоторое количество воды, затем под нее изобретатель устанавливал газовую горелку — под ее нагревом давление в трубе нарастало, крышка удалялась и полученные под давлением волокна древесины выбрасывало из ствола «пушки» в бункер уловителя, при этом заложенные в «пушку» частицы древесины в своем большинстве распадались на волокна.

Но, к разочарованию Мейсона, древесные волокна были слишком крупными для бумаги, он решил попробовать собрать и поместить их в паровой пресс, в расчете получить плиту под строительные цели. И вот тут изобретателю повезло дважды — техническая неисправность старого парового пресса и чувство голода оказались очень к месту! Уложив полученные с утра волокна в паровой пресс, Мейсон не заметил, что его клапан течет, пропуская пар непосредственно в ковер из древесных волокон, уложенных между плитами пресса. Одной ошибки было мало— после полудня изобретатель поторопился на обед, забыв о необходимости выключить пресс.

Итак, волокна древесины оказались под прессом и, одновременно, под воздействием горячего пара в течение нескольких часов. Вернувшись в цех, Уильям Мейсон лихорадочно выключил паровой пресс и было решил, что вся утренняя работа погибла— но после поднятия плиты-ползуна он увидел под ней однородную, удивительно жесткую древесноволокнистую плиту. Он назвал созданную им древесноволокнистую плиту

«массонит» — по своим характеристикам она значительно уступала современному оргалиту, но начало древесноволокнистым плитам было положено.

Древесноволокнистая плита средней плотности, более известная нам по буквенной комбинации МДФ, происходящей от английского названия этого материала — medium density fiberboard — запущена в массовое производство около 1966 года в США. Разработки этой плиты велись одновременно многими производителями, поэтому точно назвать изобретателя, создавшего первую плиту МДФ, невозможно.

В СССР плиты МДФ не производились, первая линия по производству этого материала появилась лишь в 1997 году в Вологодской области, поселке Шексна. На сегодня крупнейшим мировым производителем плит МДФ и изделий из них является Китай.

Изготовление МДФ — технология

В середине прошлого века древесноволокнистые плиты производились «мокрым способом» — этот метод во многом схож с технологией производства картона. В настоящее время плиты МДФ производят «сухим методом». Технологический процесс «сухого метода» включает в себя несколько этапов: подготовка исходного сырья; получение древесных волокон; образование ковра из волокон древесины, его прессование и распиловка готовой МДФ; шлифование полученных плит.

Исходное сырье — подготовка. В производстве МДФ сырьем служит лес-кругляк любых пород древесины. Стволы деревьев помещаются в барабанные станки, полностью удаляющие с них кору, затем их загружают в рубильные машины-дезинтеграторы, перерабатывающие кругляк в щепу. Машинная рубка древесных стволов позволяет также размягчить и ослабить связи, образованные лигнином — природным полимером, соединяющим древесные волокна между собой. Полученная технологическая щепка выкладывается на ленточный конвейер, над которым установлен мощный электромагнит, удаляющий из щепы любые металлические включения. Далее — сортировка на три фракции в виброситах с ячеей разного диаметра, от крупной к более мелкой.

Чрезмерно крупная щепка направляется на повторную рубку в дезинтеграторе, слишком мелкая — в бункер отходов для последующего сжигания в котельной. Щепка оптимального размера поступает в вертикальные циклоны, где из нее вымываются минеральные примеси и удаляется мусор. По завершении цикла промывки щепка поступает в бункер для обработки паром — задача этой операции заключается в равномерном нагреве щепы до 100 °С, с достижением влажности более 80% по всей ее массе.

Получение древесных волокон.

Увлажненная и разогретая до требуемой температуры щепка поступает в особую машину — дефибратор или, как ее еще называют, рафинатор. Загруженная в дефибратор щепка, увлекаемая шнековым питателем, проходит между коническими и дисковыми лопатками, в результате действия которых она разделяется на волокна.

При необходимости операция обработки щепы в дефибраторе повторяется два-три раза — в этом случае дефибраторы устанавливаются каскадом. Во время обработки щепы в дефибраторе в ее массу вводятся парафин, смолы, отвердители и связующие вещества.

Процедура получения древесных волокон полностью отличается от мукомольной технологии. При производстве древесной муки стволы деревьев истираются на частицы определенной фракции и неоднородной формы, но для производства древесноволокнистых плит требуется выделить древесное волокно естественной структуры и размеров, причем длина волокон зависит от породы данной древесины.

Готовые волокна древесины, прогреваемые паром, подаются в сушилку, имеющую форму трубы — в ней каждая партия волокон обрабатывается горячим воздухом (температура 170-240 °С) в течение 5 секунд. Сухая масса волокна направляется в циклон, где из нее удаляется избыток воздуха, затем транспортируется в накопительный бункер, оттуда — на формовку.

Формирование ковра и прессование.

Ковер из подготовленных древесных волокон создается на конвейере — формовка выполняется роликами, в процессе этой операции древесноволокнистый ковер проходит взвешивание и начальное прессование, во время которого в нем устраниваются воздушные камеры, оставшиеся после обработки в циклоне. Сформированный ковер поступает на

основной пресс, завершающий формирование плит. Готовое полотно МДФ режется на плиты заданного размера, затем их охлаждают потоками воздуха.

Шлифовка плит МДФ.

На выходе из основного пресса плиты зачастую имеют различную толщину, недостаточно гладкие поверхности и мелкие дефекты на них, поэтому подвергаются шлифовке. Полностью законченные плиты проходят маркировку и складываются, либо направляются на декоративную отделку поверхностей.

Характеристики МДФ

Госстандарта России на древесноволокнистые плиты средней плотности не существует, производители МДФ либо разрабатывают собственные технические условия либо выпускают плиты по европейскому стандарту ANSI A208.2.

Производятся плиты МДФ первого и второго сорта, толщиной от 6 до 24 мм, склеивание древесных волокон осуществляется при помощи карбамидоформальдегидных смол и древесного лигнина. Многими производителями в качестве связующего заявляется только лигнин: мол, никаких экологически вредных компонентов не присутствует— это утверждение не верно.

Стандартные размеры панелей МДФ: 1650 на 1650 мм, 2800 на 1650 мм, 2750 на 1650 мм, 2250 на 1650 мм и 2440 на 1650 мм. Также производятся панели «дополнительных» размеров— 3660 на 1650 мм, 3050 на 1650 мм, 2100 на 1650 мм и 1850 на 1650 мм.

Поверхности панелей МДФ I сорта не имеют ровным счетом никаких дефектов— они идеально ровные, без сколов, царапин и каких-либо пятен.

Плиты II сорта могут иметь царапины глубиной не более 0,3 мм и не длиннее 20 мм, небольшие сколы на кромках, небольшие по площади дефекты шлифовки.

МДФ III-го сорта подходит только лишь для строительных нужд, т.к. имеет множественный сколы и дефекты поверхностей.

Плотность выпускаемых плит МДФ лежит в пределах от 600 до 1200 кг/м³. Класс эмиссии (выделение свободного формальдегида со 100 г массы) для любого сорта МДФ— E1, т.е. не превышает 10 мг.

Любая панель МДФ обладает высокой влагостойкостью и чем толщина панели больше, тем более высока ее влагостойкость— максимальное разбухание для плит толщиной 6-8 мм не превысит 17% от исходного объема МДФ.

В процессе производства плитам МДФ могут быть приданы более высокие качественные свойства по водостойкости, огнестойкости и биостойкости, чем у серийных плит.

Плюсы и минусы МДФ

Положительные свойства:

- влагостойкость. Высокая плотность и однородность структуры плит, которую обеспечивают древесные волокна, совместно с внешним декоративным покрытием значительно повышают влагостойкость, допуская, к примеру, периодическую влажную уборку. Тем не менее, панели МДФ не рекомендуются к установке в помещения с постоянно высоким уровнем влажности воздуха, за исключением их водостойких модификаций;
- прочность. Панели МДФ обладают прочностью, практически равной древесине и значительно более высокой, чем ДСтП, поэтому применяются в создании конструкций функционального и декоративного назначения;
- низкая цена. Стоимость ламинированной панели МДФ толщиной 16 мм составляет примерно 300 руб. за м², что дешевле натурального дерева;
- долгий срок службы. Поверхности панелей сохраняют свою форму при перепадах температур, особые пропитки защищают их от грибка, насекомых и плесени. Прочное покрытие не требует периодической окраски или лакировки и, при условии соблюдения инструкции по эксплуатации, прослужит несколько десятилетий;
- декоративная отделка. Существующие способы отделки панелей МДФ, возможность сочетания нескольких способов (окраска и фанерование), создают большие возможности в построении интерьеров;

- простой монтаж. Панели МДФ легко устанавливать — для этого не требуется какая-то специальная подготовка и инструмент. В случае повреждения фрагмента отделки МДФ панелями, его просто заменить новым, т.к. заводские размеры стандартны;
- легкая обработка. Высокая плотность плит МДФ допускает фрезерную обработку, с созданием разнообразного рельефа.

Отрицательные свойства:

- большой вес. В отличие от древесины аналогичной ширины плиты МДФ более увесисты;
- пыление. Во время обработки и фрезеровке плит образуется много пыли— обязательно использование респиратора;
- потребность сверления отверстий. Вбить гвоздь или вкрутить шуруп в МДФ будет практически невозможно, требуется предварительное высверливание отверстия под крепление;
- недостаточная несущая прочность. Если для вертикальных стоек плиты МДФ вполне подходят, то для вертикальных не особо— длинные книжные полки, к примеру, из таких плит лучше не устраивать;
- содержание формальдегидных смол. Несмотря на заявляемую некоторыми производителями экологичность, это не совсем так. Да, класс эмиссии МДФ низок и практически равен природной древесине, но выделение формальдегида все же присутствует.

Применение МДФ

Панели из этого материала широко используются в декоративном оформлении интерьеров— в отделке потолков и построении воздуховодов, в производстве межкомнатных дверей. Более плотная модификация МДФ, именуемая ХДФ, применяется в качестве основы для ламинированных напольных покрытий, для создания декоративных перфорированных плит, применяемых в построении офисных перегородок и для сокрытия отопительных батарей. Из панелей МДФ создаются подоконники.

В строительстве популярны тавровые балки из МДФ, применяемые в качестве сердечника балок межэтажных перекрытий при монолитном строительстве. Водостойкое МДФ для обрешетки крыш— элементы такой обрешетки окрашиваются для более долгой службы масляной краской.

Особенно популярен этот материал у мебельщиков. Существующая методика гнутья элементов из МДФ позволяет применять их в создании стульев и кресел. Из ламинированного и фанерованного МДФ производится корпусная мебель, предназначенная для жилых помещения и для кухонь.

Из МДФ и ХДФ, кроме того, производятся: ножки музыкальных инструментов; перила, ступени и балясины лестниц внутри зданий; корпуса динамических колонок; внутренняя отделка общественного транспорта, грузовых автомобилей и т.д.

Ориентированно-стружечные плиты, или OSB— это плитный конструкционный материал из древесины. OSB производят из сравнительно большой, тонкой и длинной стружки, которая смешивается с водостойкой смолой и подвергается воздействию давления и температуры. Основное применение в наши дни плиты OSB находят в деревянном домостроении при сооружении крыш, возведении стен, установке межэтажных перекрытий, создании черновых полов и т.п. Плиты OSB очень стремительно завоевывают строительный рынок и, возможно, потеснят традиционную фанеру.

По сути, ориентированно-стружечные плиты – это вафельные плиты второго поколения. Первая настоящая OSB-плита была произведена в 1982 году в Альберте (Канада) на заводе «Эдисон-OSB», принадлежавшем тогда компании «Пеликан Сомилз Лимитед». Новые древесные плиты имели такую же прочность и жесткость, как и хвойная фанера. Это позволило заводу «Эдисон-OSB» позиционировать ориентированно-стружечные плиты на рынке как аналог фанеры и как материал более высокого класса, чем вафельные плиты.

Основное отличие OSB от вафельных плит заключалось в размерах стружки. Стружка ориентированно-стружечных плит была более узкая и длинная по сравнению со стружкой вафельных плит. Кроме того, каждая стружка в слое плиты OSB располагалась параллельно одна другой, но перпендикулярно к стружке в соседних слоях. Всего же слоев было три, так

же, как и у вафельных плит. Но благодаря ориентированию стружки в слоях OSB приобрели те уникальные свойства, которые открыли для них целый ряд новых областей применения.

Современные производственные линии OSB имеют очень высокую степень автоматизации и оснащены сложным технологическим оборудованием, позволяющим выпускать продукцию 24 часа в сутки, 7 дней в неделю. Большинство заводов Северной Америки производят ежедневно от 28 000 до 45 000 OSB-плит размером 1220x2440 мм и толщиной 10 мм. Это самый ходовой формат стружечных плит. Из стандартных форматов есть еще 1200x2440 мм, 1220x3660 мм в диапазоне толщин 6, 8, 9, 11, 15, 18, 22, 25 и 38 мм.

Рассмотрим подробнее типовую технологию, которая наиболее распространена в Северной Америке при производстве OSB.

Получение стружки

Первым делом на завод доставляется древесное сырье – круглые лесоматериалы. Осина, тополь, сосна, клен – наиболее ходовые породы, которые закупают производители OSB. На площадку, как правило, доставляются бревна длиной 2,4, 4,8 или 7,3 м (стандартные длины для североамериканских лесозаготовителей). Как только сырье прибыло на площадку завода, его сразу разгружают с помощью автопогрузчиков, специально предназначенного гидроманипулятора или крана с грейферным захватом. Часть древесины складывают на бирже сырья, часть сразу пускают в производство. Дальше нужный объем сырья на заданное время погружают в пропарочные бассейны, после чего окаривают. Если древесина недавно срублена и незамерзшая, то ее сразу пускают на окорку и дальше в стружечный станок. В настоящее время можно встретить три вида стружечных станков, которые используются для производства OSB-стружки. Ставший уже традиционным стружечный станок для коротких древесных чурок. Есть также дисковые стружечные станки, которые измельчают целые бревна. В них используется другая система подачи и фиксации древесины в процессе резания. Для переработки бревен без предварительной раскряжевки используют также роторные (кольцевые) стружечные станки. Эти станки отличаются от дисковых конструкцией режущего инструмента.

С 1982 года идеальными геометрическими размерами стружки для производства OSB принято считать следующие: длина – от 75 до 150 мм при ширине 15 мм. А вот средняя толщина стружки уменьшилась с 0,8 мм, которую делали в 80-х годах, до 0,6 мм в наши дни.

Сушка стружки

Сырая стружка после стружечного станка накапливается в специальных бункерах, из которых порциями подается в барабан сушильной установки. В производстве OSB чаще всего используют трехпроходные либо однопроходные барабанные сушилки, а также их комбинацию – трехпроходная/однопроходная. На некоторых производствах можно увидеть более современные трехсекционные конвейерные сушилки. Концепция конвейерной сушки OSB-стружки была заимствована из пищевой промышленности – технологии производства картофельных чипсов. Конвейерные сушилки имеют ряд преимуществ перед традиционными барабанными. Во-первых, конвейерные сушилки позволяют высушивать более длинную стружку, не повреждая ее. Во-вторых, весь поток стружки просушивается более равномерно, и при этом температура на выходе конвейерной сушилки ниже, чем у сушилки барабанного типа. Это весьма важное обстоятельство, т.к. чем ниже температура на выходе сушилки, тем выше пожаробезопасность процесса и ниже эмиссия загрязняющих веществ (летучих органических соединений).

После сушки стружку сортируют, чтобы отделить слишком мелкую и слишком крупную стружку от основного потока. Подходящую стружку иногда сортируют дополнительно, особенно если стружка внутреннего слоя будет выкладываться на формовочный конвейер хаотично, без ориентации. В этом случае более крупную стружку правильной формы отсортировывают на внешний слой, где стружка ориентируется. Остальную стружку пускают на внутренний слой OSB-плиты. Рассортированную стружку накапливают в бункерах сухой стружки. Мелочь и слишком крупная стружка транспортируются в бункер сухого топлива котельной.

Смешивание с клеем

Процесс смешивания стружки со смолой и парафином контролируется самым тщательным образом. Для осмоления стружки внутреннего и внешнего слоев используют

разные смесители. Конструкцию они имеют одинаковую, но состав химикатов, подаваемый внутрь, как правило, различен. В общих чертах смеситель представляет собой цилиндрический барабан, который вращается с заданной скоростью. Внутри барабана по отдельным трубопроводам подаются парафин, смола и другие компоненты клея. Но, независимо от того, какой парафин используется, сырой или эмульгированный, он вводится перед смолой. Для внутреннего и внешнего слоев чаще всего используют разные типы смол. Смола для внешнего слоя может подаваться в жидком или порошкообразном виде, в то время как смола внутреннего слоя может быть, кроме того, фенолформальдегидной или изоцианатной. Расход изоцианатной смолы для стружки внутреннего слоя всегда выше, т.к. она застывает быстрее и при меньшей температуре, чем фенолформальдегидная. Часто производители увеличивают количество смесителей, чтобы иметь большую гибкость в выборе типа смолы и упростить переход от одной формулы клея к другой. Интересно, что вращающийся диск, который распределяет смолу внутри смесителя, был заимствован из оборудования для окраски автомобилей и стал прямо-таки революционным открытием в технологии осмоления стружки. Несмотря на высокий уровень технологии сегодня, нужно отметить, что в вопросе осмоления стружки все еще есть место для исследовательской работы, особенно в области контроля расхода смолы.

Формование стружечного ковра

Технология формования стружечного ковра в производстве OSB также претерпела определенные изменения. Понятно, что желание ориентировать стружку в слоях ковра привело к усложнению конструкции формовочных машин. На начальном этапе ориентировать стружку пытались электростатическим методом. Но он был малоэффективным, сложным и дорогим. Самым надежным методом оказался самый простой из всех. Этот метод используется и сейчас.

Ориентирующая головка стружки внешнего слоя чем-то очень похожа на фермерские бороны. Она состоит из ряда круглых дисков, которые направляют падающую вниз стружку, выравнивая ее параллельно длинной стороне ковра. Ориентирующая головка стружки внутреннего слоя состоит из роликов в форме звезды с плоскими лопастями. Вращаясь, они выравнивают стружку параллельно ширине ковра, перпендикулярно к направлению движения конвейера. Размеры элементов ориентирующих головок и расстояние между ними подстраиваются под размеры стружки так, чтобы она проваливалась сквозь вращающиеся диски или ролики до того, как они вынесут стружку за пределы ориентирующей головки. Слои с ориентированной стружкой выкладываются на движущийся вниз конвейер последовательно, один за другим. Ориентация стружки в слоях чередуется следующим образом: продольная, поперечная, продольная (в 3-слойных плитах). Каждый слой формируется отдельной ориентирующей головкой и выкладывается отдельной формующей машиной.

В процессе формования стружечного ковра плотность насыпи непрерывно измеряется, чтобы гарантировать ее однородность.

Большинство линий формования в Северной Америке имеют 8 футов (2440 мм) в ширине. Однако рост спроса на зарубежных рынках заставил многих производителей устанавливать линии формования шириной 9 и 12 футов (2750 и 3660 мм соответственно). На таких линиях можно производить OSB, например, для японского рынка, который потребляет плиты форматом 3 x 6 футов (915 x 1830 мм). Кроме того, при производстве тонких плит линии формования большой ширины позволяют работать на более низких скоростях формования ковра, а это позволяет повысить точность ориентации стружки. На современных линиях формования ковер выкладывается на стальные плоские или сетчатые поддоны, которые затем подаются в горячий пресс. Могут также использоваться конвейеры, работающие без поддонов (в линиях, построенных на базе непрерывного пресса).

Прессование

Тщательно подготовленный стружечный ковер подается в горячий пресс. Пресс превращает рыхлую стружечную насыпь в плиту и полимеризует связующее, содержащееся в ней. На современных многопролетных прессах можно одновременно производить до 16 плит форматом 12 x 24 фута (3660 x 7320 мм). Задача пресса уплотнить стружечный ковер и повысить температуру внутри него до заданного значения. Температура затвердевания

смолы находится в промежутке между 170–200°C. Давление и температуру необходимо замерять в течение 3–5 минут. Раньше время и температура схватывания связующего устанавливались производителем смолы. Но стремление сократить время прессования, сохраняя при этом прочностные характеристики продукции, заставили производителей самим взяться за тщательное изучение цикла прессования и процессов, происходящих во время него. И в какой-то момент на рынке стали появляться OSB с нестандартным профилем плотности (распределением плотности плиты по толщине). Стремление уменьшить разбухаемость плит по толщине заставляло производителей делать внешний слой плит менее плотным. Но это негативно сказалось на жесткости плит. А жесткость и устойчивость к воздействию влаги – одни из наиболее важных рыночных свойств OSB. Чтобы помочь производителям, инжиниринговые компании и производители прессов взялись решить эту проблему. Были разработаны новые самопишущие контрольно-измерительные приборы и оборудование, которые позволили воспроизвести работу пресса в лабораторных условиях. Выяснилось, что увеличение ширины плит пресса с 8 до 12 футов привело к изменениям в процессе передачи тепла в глубь стружечного ковра и требует изменений в технологии прессования и отвода из зоны прессования пара. Лабораторные исследования позволили найти способ, как решить эту проблему. Имея новые данные о процессах, происходящих во время прессования, производители прессов смогли увеличить просвет между плитами пресса, а также этажность многопролетных прессов с 12 до 16.

Окончательная обработка

После прессования мастер-панели выгружают из пресса и раскраивают на форматы 1220 на 2440 мм. После этого, при необходимости, на кромках плит нарезают шпунтовое соединение либо шлифуют пласти. После шлифования ориентированно-стружечные плиты приобретают очень оригинальный внешний вид, чем-то напоминающий мрамор. Плиты для кровельных работ и полового настила прессуют на специальных сетчатых поддонах. За счет этого одна из поверхностей плиты получается рифленой, менее скользкой для ног человека. Такие плиты особенно ценят рабочие-кровельщики, которым приходится часто перемещаться по наклонной поверхности обрешетки из OSB достаточно высоко над землей.

С помощью ультразвукового датчика сразу после прессования плиты проверяют на наличие возможных внутренних дефектов – воздушных карманов, пузырей, раковин. Если таковые обнаруживаются, плита автоматически отбраковывается.

После прессования плиты еще какое-то время выдерживают на складе для того, чтобы дать возможность клею полностью затвердеть и полимеризоваться. Как правило, время окончательной выдержки составляет от 12 до 48 часов. После этого готовую продукцию в соответствии с заказом укладывают в стопы, маркируют и упаковывают.

Многие производители защищают кромки OSB-плит от воздействия влаги. Для этого перед тем, как упаковать штабель плит, на его боковые поверхности распыляется краска с низкой проникающей способностью, которая забивает поры и уплотняет торцы плит.

Для особых областей применения или по запросу заказчика завод может изготовить плиты нестандартного размера, нанести на поверхность плит специальную разметку (например, где прибивать гвозди или устанавливать крепежные элементы) или выполнить специальную фрезеровку кромки или пласти.

По спецзаказу кромки плит для полового покрытия могут быть обработаны специальными лакокрасочными материалами. Специальные OSB-плиты изготавливают для изоляционных стеновых панелей и для стоек деревянных двутавровых балок.

Влияние на окружающую среду

Для того чтобы соответствовать строгим нормам экологической безопасности, все современные заводы OSB оснащаются сложными очистными сооружениями и системами автоматизированного контроля уровня загрязнений. Подобные очистные сооружения обязательно устанавливаются в зоне сушки стружки, а также в зоне прессования. Кроме того, при проектировании технологического процесса инженеры стремятся:

- 1) полностью исключить стоки воды, которая используется на приготовление связующего или при очистке оборудования кухни клея;

- 2) исключить стоки воды из бассейнов гидротермической обработки древесины: вода из бассейнов отстаивается, очищается и используется повторно;
- 3) чтобы технология позволяла максимально использовать древесное сырье. До 80 % древесины, поставляемой на современный завод OSB, идет на производство плит, а все остатки используются для выработки энергии для нагрева пресса, сушильной установки, бассейнов, а также отопления производственных помещений в зимнее время. Отбракованные плиты используются как прокладочный или подстилочный материал при транспортировке готовой продукции.

LVL — многослойный клееный материал из шпона с преимущественно продольным направлением волокон древесины. При этом длина бруса может составлять 20-24 м, что значительно больше длины листов шпона. Отсюда и основной подход к формированию производственной технологической цепочки. Первый этап, заключающийся в получении сухого шпона, аналогичен технологии изготовления фанеры. Поэтому нестроительный LVL можно изготавливать и на фанерном оборудовании, но при этом размеры LVL будут ограничены длиной фанерного пресса (1,5-2,5 м). Для изготовления строительного (конструкционного) LVL на втором этапе применяется специальное оборудование. Второй, основной, этап — это сборка пакетов и их горячее прессование. В этом как раз и заключается существенное отличие в технологии производства, позволяющее получить брус указанной выше длины и даже большей. Могут быть применены две принципиально разные технологии сборки пакетов и их горячего склеивания: в прессах периодического действия Raute и в прессах непрерывного действия Diefenbacher. Обе схемы достаточно широко применяются в мировой практике. В России пока имеются два предприятия по изготовлению такого материала. В статье будет подробно рассмотрена технологическая схема производства LVL завода «Галион Терра». Поступающее на завод сырье (сосновые и еловые лесоматериалы) сортируется по породам, качеству и размерам на полуавтоматической линии Nekotek. Окорка, гидротермическая обработка и распиловка сырья выполняются на линии от фирмы Vitech Engineering, Inc. (США). Гидротермическая обработка хвойного сырья осуществляется в бассейне проходного типа при температуре воды 50-80°C. После термообработки кряжи поступают на загрузочный конвейер обрезных пил. Здесь происходит распиловка кряжа на чураки, которые затем поступают на линию лущения. Лущение чураков и рубка шпона толщиной 3,2 мм осуществляются на высокопроизводительной линии от фирмы COE Manufacturing (США). Скорость лущения достигает 18 чураков/мин. При подаче чурака в станок происходит сканирование чурака при помощи лазерных лучей. Информация, полученная при сканировании, обрабатывается компьютером и передается на шпиндельные зажимы, которые располагают чурак в оптимальное положение, обеспечивающее наилучший выход шпона при минимальной оцилиндровке чурака. Обработка данных обмера чураков на компьютере позволяет автоматизировать процесс оцилиндровки чураков и процесс лущения. Сервогидравлическая настройка обеспечивает высокую точность задания необходимой величины заднего угла ножа для чурака того или иного диаметра. Величина заднего угла регулируется по заданной кривой с помощью гидроцилиндра. На дисплее лущильного станка отображается величина угла наклона ножа в градусах. Лента шпона от лущильного станка по ускорительному конвейеру подается к ножницам. Ускорительный конвейер состоит из трех расположенных друг над другом ленточных конвейеров, которые обеспечивают работу лущильного станка и ножниц на разных скоростях независимо друг от друга. Сходящая с лущильного станка лента шпона направляется на свободный этаж конвейера, а одновременно с этим предыдущая лента шпона, находящаяся на другом конвейере, подается на ножницы. Ускорительный конвейер позволяет поддерживать максимальную степень загрузки ножниц. С помощью камеры и компьютера на ленте шпона определяются дефекты и момент начала ее раскроя на форматные листы заданных размеров. Система работы сканера позволяет выявить дефекты еще на стадии рубки шпона и обеспечить их отсутствие в листах шпона, подаваемых на сушку. Влагомер, измеряющий влажность ленты шпона, имеет несколько измерительных головок с диапазоном измеряемых величин влажности от 30 до 250%. Система управления считывает величину содержания влаги и подсчитывает среднее или максимальное значение влажности для данного листа шпона. Это же значение используется для определения среднего содержания влаги при сортировке шпона по влажности.

Сортировка шпона по влажности позволяет более эффективно использовать сушильную установку и оптимизировать режимы сушки. Шпон сушится в 6-этажной сопловой роликовой сушилке с обогревом термомаслом от фирмы Grenzebach BSH (Германия). Горячий воздух через сопла коробов попадает на шпон и, забирая из него влагу, теми же вентиляторами снова нагнетается в сопловую коробку. Циркуляция воздуха в сушилке продолжается до тех пор, пока не будет достигнута определенная величина его влажности. Сушилка, состоящая из 17 секций, разделена на три температурные зоны. Температурные зоны регулируются независимо друг от друга от контура регулирования величины температуры. На щите управления устанавливается заданное значение температуры для каждой зоны. Повышение температуры происходит до тех пор, пока не будет достигнуто заданное значение температуры, затем управление переходит к программе регулирования нагрева сушилки. Температура воздуха в горячих секциях достигает 192⁰С. На выходе сушилки высушенный шпон подается в зону охлаждения, в которой шпон охлаждается до температуры 30-40⁰С. Над зоной охлаждения установлены вентиляторы приточного и отходящего воздуха. Охлаждающий воздух втягивается вентиляторами и через сопловые коробки подается на шпон. После этого охлаждающий воздух удаляется вентиляторами наружу. В процессе сушки регулируется скорость перемещения листов шпона. Скорость сушки зависит прежде всего от начальной влажности шпона и породы древесины. После сушки листы шпона направляются на сортировочный конвейер. На этой стадии появляется первое отличие технологии производства LVL от технологии фанерного производства. Она состоит в том, что листы шпона сортируются не только по визуальным характеристикам, но и по показателям прочности. Тестер шпона «Metriguard» определяет величину плотности сухого шпона, периодически посылая на шпон ультразвуковую волну и измеряя продолжительность прохождения ультразвука в шпоне. Чем плотнее шпон, тем быстрее звук проходит через него. По результатам измерения плотности шпон делится на четыре сорта. Высшие сорта используются для производства конструкционного LVL. Далее шпон проверяется на наличие дефектов. Выявление дефектов происходит при помощи цветного сканера. По выявленным дефектам проводится распределение листов по сортам с данными качества. На узле сортировки также определяется влажность шпона. Листы шпона, влажность которых выше заданного значения (8%), автоматически направляются в предусмотренный для этого отдельный карман, откуда затем они поступают на досушку. Распределение между позициями стопоукладки осуществляется в автоматическом режиме на основе анализа собранных сканером данных о влажности, размере и количестве дефектов, а также плотности шпона. Форматные листы шпона подаются на линию усования, неформатные и листы шпона с дефектами — на линию вырубki дефектов и ребросклеивания. На линии ребросклеивания от фирмы Hashimoto Denki CO (Япония) происходит формирование полноформатных листов шпона из неформатных листов или из кускового шпона — с предварительной вырубкой дефектов. Системой определения дефектов измеряются длина и толщина листов шпона, а также размеры дефектов в середине и по краям листов. Если размер дефекта больше максимально допустимой величины, то ножницы автоматически вырубают дефект. Определение дефектов происходит при движении шпона, а на время вырубki дефектов шпон останавливается. Далее ножницы гильотинного типа обрезают все дефектные части листа и прирубленные бездефектные листы шпона подаются в секцию ребросклеивания, где они соединяются друг с другом. Клеевые нити придают шпону хорошую прочность на растяжение по ширине, а клеевые точки препятствуют их нахлестке. Ножницы для рубки листов шпона автоматически раскраивают непрерывную ленту шпона на листы заданной ширины. Линия универсальна: при необходимости на ней можно получить ребросклеенный поперечный шпон. Для получения листов шпона с поперечным направлением волокон на станке (на разгрузочном конвейере) установлена дисковая пила. В этом случае на стопоукладчике формируются две стопы шпона. Ребросклеенные листы продольного шпона подаются на линию усования шпона и затем на участок сборки пакетов. На этом этапе получены рассортированные листы сухого шпона, и оставшаяся часть технологического процесса (усование и калибрование шпона, нанесение клея, сборка пакета, прессование и конечная обработка) существенно отличается от соответствующей части процесса производства фанеры. При формировании заготовки выполняется соединение

листов шпона на ус, но часть листов могут быть соединены внахлест. Для обеспечения возможности укладки листов шпона вышеуказанным способом их необходимо подготовить на операции усования и калибрования шпона. Для этого используется линия усования и калибрования шпона от фирмы СТС (США). На линии происходит повторная проверка влажности шпона. Шпон, отбракованный по влажности, может быть использован повторно после выдержки или досушки. Также отбраковываются листы шпона с недопустимыми отклонениями размеров. Если лист шпона соответствует предъявляемым требованиям, то он подается на конвейер выравнивания положения листа. Выравнивающий конвейер работает непрерывно и перемещает листы шпона к узлу калибрования и усования. Калибровочные головки усовочного станка выравнивают концы листа шпона, обрезая его до требуемой длины. Затем усовочные головки скашивают оба конца листа шпона на «ус» с противоположных сторон листа. Длина скоса или угол нарезания «уса» регулируется. Длина «уса» составляет 20-25 мм. На линии усования также производится подготовка листов шпона для соединения внахлест. Перед обработкой калиброванного шпона усорезные головки усовочного станка перемещаются в сторону. Собираются пакеты на автоматизированной линии СТС для бруса I и II типов по разным схемам. Толщина бруса находится в диапазоне от 19 до 106 мм. При сборке пакетов (брус I типа) все слои шпона имеют параллельное направление волокон. Пакеты собираются из усованного шпона, за исключением центрального, который набирается из ребросклеенного (калиброванного) шпона; при большой толщине плиты в пакете может находиться несколько слоев ребросклеенного (калиброванного) шпона. При сборке пакетов (брус II типа) слои шпона с параллельным направлением волокон чередуются в заданной последовательности со слоями шпона с поперечным расположением волокон. Такая продукция больше напоминает фанерную плиту. Поперечные слои набираются из ребросклеенного поперечного шпона. Для снижения покособленности бруса слои, симметрично расположенные относительно центральной оси пакета, должны иметь одну плотность, одно направление волокон, одинаковое расположение лицевой и оборотной сторон листов шпона. Шпон для лицевого слоя устанавливается в отдельный карман. При производстве LVL используется фенолформальдегидный клей, имеющий повышенную водостойкость и низкий класс эмиссии. Клей наносится методом налива, устройство для его нанесения представляет собой целевую завесу, расположенную поперек линии, в оба конца которой насосами закачивается клей. Количество наносимого клея регулируется или изменением скорости конвейера и числа оборотов на насосе, или вручную (размером щели). Покрытые клеем листы шпона передаются конвейером к узлу формирования пакетов. Линия формирования пакетов имеет два уровня. На каждом уровне есть внешние и внутренние группы вилок. Когда внутренние вилки загружают шпон, внешние укладывают лист на конвейер. После набора пакета конвейер сдвигается и направляет пакет на транспортирующую тележку («шатл»), после чего процесс повторяется. «Шатл» перемещает пакет на конвейер подачи его в пресс. Следующий пакет шпона «шатл» укладывает на предыдущий так, чтобы скошенные передние концы поступающих листов шпона совмещались со скошенными концами предыдущих листов шпона, образуя прочное соединение. Сборка осуществляется таким образом, чтобы соединения на ус в соседних слоях не располагались друг над другом. На наружные слои шпона, подаваемые из отдельного кармана, клей наносится только на ус специальным устройством. Набираемый непрерывный пакет подается на участок предварительного подогрева, входящий в участок горячего прессования. Предварительный нагрев и горячее склеивание осуществляются в прессе Diefenbacher (Германия). Участок предварительного нагрева представляет собой микроволновую установку. Непрерывный пакет шпона транспортируется по ленточному конвейеру через металлодетектор, обеспечивающий предотвращение случайного попадания металла в микроволновую установку. Плита движется между двумя транспортировочными лентами, скорость которых синхронизирована со скоростью прессы. Во время и после предварительного нагрева пакет шпона выдерживается под небольшим давлением, чтобы избежать высыхания клея. В прессе непрерывного действия пакет шпона уплотняется с постоянной скоростью в зонах, различающихся по давлению и температуре, до момента достижения заданной толщины. Склеивание в горячем прессе проводится по диаграмме прессования. Проведение предварительного микроволнового подогрева позволяет

осуществлять прессование при высокой температуре. В первой секции пресса температура может достигать 155-165⁰ С — с постепенным снижением к концу процесса прессования до 120-130⁰ С. Начальное давление при прессовании в зависимости от толщины прессуемой заготовки находится в диапазоне от 1,8 до 2,8 МПа. При выходе из пресса готовая плита проходит через детектор пузырей и датчик толщины, поступает на участок обрезки кромок, а затем распиливается диагональной пилой на отрезки заданной длины. Стопы плит размещаются на складе для выдержки как минимум в течение 24 ч. Распиловка, обработка и упаковка балок осуществляются на линии СТС. После выдержки плиты распиливаются вдоль на многопильном станке. Заготовки можно раскраивать на стандартные или специальные размеры. Ширина балки определяется размером втулки собранного постава. После распиливания оператор продольно-пильного станка визуально оценивает уровень качества бруса. Кондиционный брус направляется на участок упаковки. При движении по конвейеру на пласт бруса наносится маркировка, содержащая фирменный знак предприятия и другую специальную информацию. По желанию заказчика на брус могут быть выполнены фаски и нанесен воск. Формирование пакета происходит автоматически — по мере поступления брусев от линии распиловки. Пакеты бруса распиливаются по длине, торцуются, обертываются в полимерную плетеную пленку и обвязываются металлической лентой. Упакованный пакет направляется на склад. Используемая технология обеспечивает возможность производства балок LVL, основные достоинства которых заключаются в следующем: однородная структура, стабильные размеры, оптимальная прочность. Конструкция балки позволяет получить однородный по сечению материал. Присутствие сучков не влияет на прочность LVL: в отличие от пиломатериалов сучки расположены беспорядочно в толще заготовки, состоящей из большого количества слоев. Естественные дефекты древесины: свилеватость, коробление, растрескивание — обычны для пиломатериалов, но их нет в LVL. Усушка и разбухание, связанные с изменением влажности окружающей среды, в брус LVL сведены к минимуму. Сортировка шпона по прочности позволяет оптимально использовать древесное сырье и получать высокопрочный конструкционный брус. Размерный ряд бруса широк. При максимальных размерах балок, выпускаемых на заводе 1,25x20,5 м, можно получить любые меньшие по размерам изделия. Заготовки можно раскраивать на стандартные или специальные размеры. Указанные преимущества позволяют брус составить конкуренцию пиломатериалам, многослойному брус, клееному из пиломатериалов, и другим строительным материалам. Технология производства, используемая на заводе «Галион Терра», может обеспечить годовой объем выпуска высококачественных балок LVL до 150 тыс. м³. Это позволяет удовлетворить значительную часть спроса и на российском рынке.

Тема 2.5. Использование отходов производства древесных композиционных материалов (изготовление брикетов, гранул).

Проблемой полной утилизации отходов уже давно занимались в различных сферах деятельности. Задача использования отходов лесопользования на 100% все еще не реализована. Топливные пеллеты и брикеты, получаемые из отходов древесины, позволяют достичь этого уже в наше время. Переработка леса, отходов пиления, обработки не стояла раньше так остро, кроме тех регионов, где делового леса не осталось вообще.

Сегодня внедрение новых технологий глубокой переработки древесных отходов становится все Топливные брикеты и пеллеты — что это такое? Древесные брикеты и пеллеты (топливные — общая группа) — это изделия из модифицированной древесины (стандартное обозначение). В эту группу входят как брикеты и пеллеты, изготовленные непосредственно из отходов пиления древесины, так и те, которые изготовлены из всего остального органического сырья, имеющего способность к горению.

Топливными брикетами называют отходы деревообработки, продуктов переработки сельскохозяйственной деятельности, торфяных продуктов, подготовленными в специальные сжатые формы, имеющие вид брикетов для дальнейшего их применения как топливный материал. Производство топливных брикетов регионально распространено на территории России, а изделия вполне доступны гражданам.

Составляющие компоненты отходов из древесных материалов:

- измельченная стружка;
- опилки, щепки;
- горбыль.

Отходы от деятельности сельского хозяйства:

- злаковая шелуха;
- кукурузные отходы;
- помельченная солома;
- уголь древесный;
- торфяные продукты;
- отходы подсолнуха.

Особенности использования брикетов в качестве топлива

Главное назначение спрессованных отходов - использование в качестве альтернативы жидким горючим материалам, включая другие твердые, для различных каминных сооружений, печей, котлов отопительных систем. Высокие показатели экологичности, возможность гореть, не выделяя много дыма, являются преимущественной особенностью топливных брикетов. Таким продуктом можно отапливать дома, палатки, бани, тепличные конструкции. Безвредность такого вида отапливания жилых зданий не принесет вреда для человека. Небольшие размеры, удобная форма позволяет легко перевозить, выгружать и загружать этот вид топливного материала. Свою популярность благодаря удобству использования, безопасности, экологичности топливные брикеты обрели во многих странах мира.

Типы опрессованных изделий

Выпуск топливных брикетов осуществляется в трех композициях:

1. Прямоугольные. По своей форме напоминает кирпич средних размеров. Производится путем давления гидравлического пресса до 400 бар.
2. Цилиндрические. Цилиндр выпускается с радиальным отверстием и без. Производится под влиянием давления гидравлического (ударно-механического) прессов до 600 бар.
3. Пини-кей. Брикет с четырьмя или шестью гранями с радиальным отверстием. Их изготовление происходит под давлением шнекового пресса порядка 1100 бар и под термическим воздействием. По итогам термической обработки пини-кей - брикеты обретают черный или насыщенный коричневый цвет. Они обладают высокой устойчивостью к влажности, механическим влияниям, долговременности в процессе горения, высокой калорийностью.

Какой бы вид не имели топливные брикеты, это не влияет на их назначение. Стандартов и специальной технологии для производства этого вида топлива не существует. Достаточно индивидуальной рецептуры для использования тех или иных составляющих в исходном сырье, дальнейшая их обработка.

Технология производства топливных спрессованных брикетов



Основу всего процесса составляет воздействие пресса под давлением, иногда с применением термической обработки до 3500 °С, на отходы сельскохозяйственного производства, измельченных отходов деревообработки. Базовым соединительным компонентом в

топливных брикетах считается лигнин. Это вещество имеет высокую концентрацию в отходах растительного происхождения.



При масштабном производстве топливных брикетов из сельскохозяйственных отходов, использование их в качестве соединительных компонентов весьма обоснованно. Высокие температуры при спрессовывании сырья в брикеты помогают оплавливать поверхность готовой продукции, обеспечивая ей необходимую прочность для удобства дальнейшей транспортировки. Соблюдение пропорций компонентов, контроль за показаниями влажности и плотности делают готовое изделие высокого качества функциональным и конкурентоспособным на рынке. Производство топливных брикетов даже из простых опилок доступно рядовому предпринимателю, не требует больших расходов.

Изготовление топливных брикетов намного легче технологически, чем производство тех же гранул.

Критерии прочности брикетов

Определяющим фактором в калорийности, стойкости к влаге и механическим воздействиям является показатель плотности. Качество брикета, его калорийность напрямую зависят от того, какую плотность он имеет.

Для примера: если плотность брикета достигает 770 кг/см^3 , то его калорийность составит до 15 МДж/кг, если плотность готового продукта определяется в 1400 кг/м^3 , то показатель калорийности соответствует 32 МДж/кг.

Уровень влаги в изначальном сырье тоже считается определяющим показателем в прочности будущего изделия. Их разделяют на оптимальные (допустимо до 10%) и критические (10-17%) нормы. Высокие механические качества топливных брикетов могут проявиться лишь при таких значениях.

Критический показатель содержания влаги в сырье способствует появлению в готовой продукции трещин, расколов, поверхность обретает нетоварный вид. Показатель от 10 до 17% определяется, исходя из верхнего предела нормы содержания влаги в отдельных видах исходного материала в 8%. Если у сырьевого материала для производства топливных брикетов влажность превышает порог в 15%, то их изготовление будет бессмысленным процессом.

Это обусловлено тем, что влага, возникающая от прессования измельченной сырьевой массы попросту разорвет готовое изделие под давлением изнутри.

Виды топливных брикетов



Брикетты разделяют по двум направлениям:

1. По типу сырья, используемому в качестве исходного материала в готовом изделии (продукты отходов сельскохозяйственной деятельности, измельченная стружка и щепа, опилки без коры, лигнин, фанера, шлифовочная пыль, МДФ обрезки, измельченная шелуха, хлопковые отходы, сухой камыш и другие).

2. По методам опрессования и создания формы:

- форма кирпича;

- вид цилиндра;

- экструдерные брикетты.

Оборудование для производства брикеттов может быть различным. Именно механизмы и агрегаты обеспечивают выпуск заданной формы по итогам изготовления.

Топливный материал с формой кирпича



Изготавливается способом опрессовывания под воздействием гидравлического пресса и высокого давления. Изделия имеют вид параллелепипеда прямоугольной формы со скошенными уголками. Такой вид топлива имеет огромный спрос среди потребителей Белоруссии, Азербайджана, Узбекистана, Казахстана и в государствах Евросоюза. Доступность и практичность топливного материала определяет такую популярность у потребителей всего мира.

Брикетты, имеющие форму цилиндра

Технология изготовления заключается в воздействии ударно-механического пресса на исходный материал. На выходе получается готовая продукция с длинным стволом, что позволяет затем ее разрезать специальным инструментом на поленья или круги в форме шайбы. Получившаяся форма зависит от пожеланий заказчика и оборудования, которым располагает исполнитель. Также, наличие необходимого оборудования может осуществить практически любое нужное формирование брикетта.

Готовому изделию можно придать вид круга, квадрата или восьмиугольника, брикетт может подразумевать наличие или отсутствие радиального отверстия. Страны Евросоюза

предпочитают именно этот вид топливных брикетов. Получил максимальное признание и распространение. На российском рынке топливного сырья представлены, зачастую, кусковые изделия, которые предназначены для использования в твердотопливных котлах.

Экструдерные топливные брикеты

Процесс изготовления осуществляется путем опрессовывания исходного материала шнеком под воздействием высокого давления и нагреванием сырья до 3500 °С. Высокая температура позволяет оплавливать поверхность изделия, чтобы повысить его прочность и упростить дальнейшее перемещение. Экструдерные брикеты обязательно имеют радиальное отверстие и обожженный верх. Закладка в печную топку или котел исходного сырья осуществляется вручную. Топливные экструдерные брикеты признаны странами Прибалтики и городами Российской Федерации.

Технология производства и применение пеллет.

Пеллет – это твердотопливный материал, который применяется в теплоэнергетике, отоплении жилых и производственных помещений, и в последнее время набирает популярность среди жителей частных домов. Сырьем для его производства являются: отходы деревообрабатывающей промышленности (опилки, щепки, ветки, кора деревьев, горбыли). Также применяют отходы сельского хозяйства (шелуха подсолнуха, кукурузы и гречки). Торф и солома тоже является сырьевым материалом. Представляет собой прессованные гранулы цилиндрической формы (длина 10-30 мм, ширина 6-10 мм). Прессуются они под действием давления и высокой температурой (250-300 °С). Частички древесины и других сырьевых материалов под давлением и температурой склеиваются при помощи природного вещества лингина, которое содержится в самом сырье. Однако использование пеллет не ограничивается только как горючее топливо для котлов. Они также применяются: В животноводстве (пеллетами посыпают полы в помещениях для животных, они выполняют функцию подстилки, хорошо впитывают влагу, согревают и сохраняют тепло). При уборке горюче-смазочных и технических жидкостей в автомастерских, АЗС. В качестве мульчи (защитной посыпки) почвы для вашего огорода или сада. Как топливо для гриля вместо древесного угля. Как наполнитель для кошачьего туалета. Как абсорбент для очистки газа от серы.

Основные виды

Древесные пеллеты Изготавливаются в виде гранул цилиндрической формы из отходов древесины (опилок, щепок, коры, горбылей, некачественной древесины). Делятся на бытовые и промышленные. Бытовые пеллеты изготавливают из свежих опилок и щепок. В промышленных гранулах присутствуют другие примеси. Они бывают светлыми, коричневатыми, либо серыми. Более светлый цвет свидетельствует о высоком качестве гранул (светлый – признак применения исключительно хорошей древесины без коры и чистых опилок). Они являются самыми популярными для отопления частных домов, так как у этого вида пеллетов самая низкая зольность, так как они не содержат пыль и кору дерева, (до 0,5 %) и хорошая теплоотдача. Растительные пеллеты Также производятся в гранулированном виде из отходов сельскохозяйственной деятельности (солома, шелуха подсолнуха, кукурузные и гречишные отходы). В основном конечный продукт получается темного цвета. По теплоотдаче, данные гранулы ничем не уступают, если говорить о пеллетах из шелухи подсолнечника, кукурузы и гречки, так как пеллеты из соломы уступают в этом показателе древесным пеллетам. Но в то же время у соломенных гранул есть свои преимущества: большое количество сырья и низкая стоимость. У растительных пеллетов зольность выше (до 3%), чем у древесных, поэтому котел нужно будет чистить чаще. Данный вид предназначен для использования в промышленных целях, так как при сгорании выделяется большее количество золы. Торфяные пеллеты Их выполняют в виде гранул из торфа, цвет темный. Они также пользуются популярностью среди промышленных предприятий, так как обладают хорошими калорийными, экономическими и экологическими качествами. Среди частных потребителей они не получили распространения ввиду своей повышенной зольности, так как котел после использования торфяных гранул нужно будет очень часто чистить. Требования к качеству Основными требованиями к качеству топливных пеллетов являются: Гранула должна быть ровной и гладкой. Отсутствие трещин в гранулах, их коробления и осыпания. Гранула должна быть плотно спрессована. Готовый продукт

должен иметь правильный процент влажности (она не должна превышать 15%). Желательно чтобы гранулы были одного размера (в основном производители изготавливают топливные гранулы длиной от 5 мм до 70 мм, а в диаметре от 6 мм до 10 мм) независимо от вида топливного пеллета. Отсутствие или наименьшее содержание примесей (пыль, песок) в готовой продукции, которые ухудшают качество пеллет. Цвет. У древесных топливных гранул он должен быть светлым (более светлый – более качественный), так как чем меньше темных или коричневых вкраплений в пеллете, тем меньше в нем содержится коры и примесей. У торфяных и растительных гранул он темно-серый либо черный. На пеллетах не должно быть грибка либо плесени. Не должно быть никаких химикатов. Требования к сырью для изготовления Данных критерий немного, но их необходимо соблюдать в полной мере: Сырье не должно иметь никаких примесей (камней, пыли, песка, металлического мусора, листвы). В нем должно содержаться как можно больше природных склеивающих веществ (лингина, смол и других клейких веществ), что ускоряет процесс изготовления и качество готовой продукции. Сырьевые материалы не должны быть очень влажными, хотя это исправляется во время сушки, но все же замедляет производственный процесс.

Оборудование для производства

Самым основным оборудованием для производства топливных пеллет являются: весы для больших упаковок (500, 1000 кг); станок для упаковывания; бункер для готовых пеллет; ленточный или скребковый транспортер; дымосос; вентилятор для удаления отсева; охладитель; пресс-гранулятор; сушильный барабан; механизм для погрузки обработанного сырья в сушилку; котел (газовый либо на опилках); смеситель; мельница молотковая; дробилка (барабанная либо дисковая); контейнер для сырья с транспортером; циклоны; воздушные рукава; шнековые транспортеры; воздухотранспортеры;

Технология производства

Основными технологическими этапами производства топливных пеллет являются: Крупное дробление сырья На этом этапе измельчаются крупные сырьевые материалы до нужных размеров (длина до 25 мм, диаметр до 2-4 мм). Нужно это для того, чтобы упростить работу пресс-гранулятора, так как чем меньше материал, тем качественнее и быстрее формируются гранулы. Осуществляется этот процесс с помощью дробилки. Дробление может производиться несколько раз, если с первого раза не удалось достичь необходимой фракции материала. Далее по скребковому транспортеру измельченное сырье поступает в смеситель, а затем в сушильный барабан.

Сушка обработанного сырья Этот этап является одним из главных и протекает в сушильном барабане. В него из котла по рукавам подается горячий воздух, который высушивает влагу из обработанных щепок. Высушенные щепки должны иметь влажность не менее 8%, так как в грануляторе очень сухое сырье будет хуже склеиваться, но и не более 12 %, так как готовые пеллеты будут хуже гореть в котле. При сушке отработанный воздух под действием разряжения дымососа захватывается вместе с мелкими фракциями, которые осаждаются вниз в циклон для дальнейшего мелкого дробления, а отработанный воздух удаляется в атмосферу. При этом часть мельчайших фракций по воздушным транспортерам попадает в котел.

Мелкое дробление Данный этап необходим для еще большего измельчения щепы и опилок (длина до 4мм, диаметр до 1,5 мм) чтобы обеспечить более эффективную работу пресс-гранулятора. Осуществляется мелкое дробление с помощью дробильной мельницы. В нее сырье подается из циклона. В дробилке сырьевой материал измельчается до состояния муки, а потом эта мука по воздушным транспортерам попадает в циклоны (1-й циклон для первичного отделения муки из древесины от воздуха, 2-й циклон – для вторичного, заключительного отделения). Далее после отделения воздуха, древесная мука подается на прямой шнековый транспортер. Затем с прямого на наклонный шнековый транспортер в бункер пресс-гранулятора, в котором установлен смеситель.

Корректирование влажности Данный процесс будет проходить в специальном устройстве – смесителе. Корректирование влажности очень важное, потому что если сырье будет очень сухим (влажность меньше 8%), то склеивание сырья в пресс-грануляторе будет проходить некачественно. Для корректировки необходим смеситель. При необходимости он по своим

каналам будет подавать пар или воду и на выходе получится древесная пыль с правильной влажностью.

Грануляция и прессование Протекание этого процесса происходит в специальном пресс-грануляторе. После того как влажность сырья откорректировалась в смесителе, они поступают в гранулятор. В нем под высоким давлением пресса и высокой температурой (250-300 °С) сырье продавливается через специальную матрицу, проходя через которую, древесная пыль склеивается в гранулы цилиндрической формы. Содержащиеся смолы и лингин в измельченной древесине являются склеивающим природным материалом. Этот клей под высоким давлением и температурой качественно склеивает частички сырья в гранулы. В грануляторе установлен неподвижный нож, который режет выдавливаемый из матрицы готовый материал в гранулы нужного размера (длина 10...30 мм, ширина 6...10 мм). Далее гранулы подаются в охладитель.

Охлаждение пеллетов Готовые гранулы, которые только вышли из пресс-гранулятора очень горячие, поэтому их необходимо охладить. Осуществляется данная операция с помощью охладителя. Поступившие в охладительную колонку пеллеты продуваются воздухом из вентилятора, который «высасывает» горячий воздух из гранул и захватывает негранулированную древесную муку. Горячий воздух удаляется в атмосферу, а мука – в циклон.

Физико-химические свойства топливных гранул изменяются во время охлаждения, и благодаря этому они приобретают правильный уровень содержания влаги, твердости и температуры (70-90°С). Далее гранулы отправляются на расфасовку. Расфасовывание готовой продукции Конечный этап производства топливных гранул. Из охладительной колонки по ленточному либо скребковому транспортеру готовые гранулы поступают в бункер для готовой продукции. Бункер оборудован весами, чтобы точно знать массу упакованного пеллетами мешка. Здесь осуществляется упаковка гранулированных пеллетов в мешки (10 кг, 25 кг, 50 кг). Также упаковывают пеллеты и в большие мешки (250 кг, 500 кг, 1000 кг). Вот собственно и весь процесс производства. Конечным отходом при сгорании топливных пеллет является зола. Ее утилизация состоит в том, чтобы почистить ящик для золы в котле. Зола можно использовать для удобрения почвы на вашем огороде, в саду, в цветочных клумбах, так как она является отличным удобрением. Отсюда следует сделать вывод, что как производство, так и использование топливных гранул является экологически чистым и безотходным (отходам можно найти полезное применение).

Сравнение технологий производства пеллет

Из древесины

Этапы производства гранул из древесины:

Крупное дробление древесных отходов в молотковой дробилке. Просушка измельченной древесины в сушильном барабане. Мелкое дробление (доведение до состояния древесной пыли). Контроль влажности в смесителе (при необходимости подача пара либо воды). Прессование и грануляция топливных пеллет в пресс-грануляторе. Охлаждение готовых гранул цилиндрической формы в охладителе (температура 70- 90°С). Расфасовка и упаковка готовой продукции в мешки. Из опилок Изготовление гранул из опилок происходит так: Высушить опилки, чтобы их влажность не превышала 12%. Взять сито, и просеять опилки, чтобы в гранулятор не попал мусор (маленькие камни, листва и т.д.). Измельчение опилок в молотковой мельнице. Если влажность составляет ниже 8%, измельченные опилки необходимо подать в смеситель (повысить влажность до 8-10%). Грануляция пеллетов из опилок. Охлаждение и просушка гранул в охладителе. Упаковка пеллетов из опилок в бумажные мешки.

Из соломы

Производство пеллетов из соломы: Измельчение соломы (длина до 4 мм). Повторное дробление в мельничной дробилке. Просушка в сушильном барабане. Контроль влажности измельченной соломы в смесителе (подача воды или пара). Прессовка и грануляция соломенной муки. Охлаждение гранул соломы в охладителе. Упаковка соломенных пеллетов. Из горбыля Пеллеты из горбыля производят следующим образом: Обработка горбылей в рубильной машине (длина щепы до 50 мм). Дробление щепы в молотковой дробилке. Просушка щепы горбыля в сушильном барабане (влажность от 8 % до 12%).

Мелкое дробление в мельничной дробилке (до состояния древесной пыли). Контроль влажности в смесителе (если влажность ниже 8 % подается пар или вода). Грануляция древесной муки горбыля в пресс-грануляторе. Охлаждение цилиндрических гранул горбыля. Упаковка пеллетов из горбыля в мешки.

Из торфа

Технология изготовления торфяных топливных гранул такова: Необходимо выложить торф, чтобы он просушился естественным путем. Его необходимо очистить от мусора (корни растений, листья, камней). Измельчение торфа в дробильной машинке. Просушить торфяную массу в сушилке до влажности не больше 12%. Повторно измельчить (мелкое дробление) на дробильной мельнице. Подать измельченную торфяную массу в пресс-гранулятор со встроенным смесителем для грануляции торфа и обработки паром. Охладить торфяные пеллеты в охладительной колонке. Упаковать готовые топливные гранулы в мешки.

Раздел 3. Отделочные пленки и пластики

Тема 3.1. Классификация пленок (пленки на основе бумаг, пропитанных смолами – ламинаты, декоративный шпон; листовые, рулонные, методы нанесения)

Наряду с натуральным шпоном для производства мебели широко используются искусственные облицовочные материалы, такие как:

- пленки на основе декоративных бумаг;
- декоративный бумажнослоистый пластик;
- полимерные пленки.

Сложившаяся структура соотношения облицовочных материалов выглядит следующим образом: пленки на основе декоративных бумаг составляют около 65% от общего объема облицовочных материалов, далее идут натуральный шпон – 15%, полимерные пленки – 15% и декоративный бумажнослоистый пластик – 5%.

Как видно из структуры соотношения облицовочных материалов декоративные пленки на основе бумаг преобладают в мебельном производстве. Такое широкое применение пленок в мебельном производстве обусловлено рядом их преимуществ, а именно:

- разнообразием декоративных рисунков и цветовых решений;
- постоянством цвета, внешнего вида, что особенно важно для производства наборов мебели, поскольку отдельные изделия из наборов могут производиться в разные сроки;
- возможностью производства пленок в рулонах и листах требуемых размеров, что позволяет сокращать отходы, обеспечивает отсутствие соединительных швов;
- высокой светостойкостью синтетических облицовочных материалов – после длительного пребывания на солнечном свете не наблюдается изменения их цвета и тона, что дает возможность решить проблему замены поврежденных элементов мебели;
- снижением расхода лакокрасочных материалов на (10-50)%, так как бумага, пропитанная композицией смол, создает барьер для «проседания» лака;
- сокращением трудовых затрат по сравнению с облицовыванием натуральным шпоном.

Облицовочные материалы на основе пропитанных бумаг

Декоративные пленки на основе бумаг преобладают в мебельном производстве, что обусловлено рядом их преимуществ:

- разнообразие декоративных рисунков и цветовых решений;
- постоянство цвета, внешнего вида, что особенно важно для производства наборов мебели, поскольку отдельные изделия из наборов могут производиться в разные сроки;
- возможность производства пленок в рулонах и листах требуемых размеров, что позволяет сокращать отходы, обеспечивает отсутствие соединительных швов;
- высокая светостойкость синтетических облицовочных материалов — после длительного пребывания под солнцем не наблюдается изменения их цвета и тона, что дает возможность решить проблему замены поврежденных элементов мебели;
- снижение расхода лакокрасочных материалов, так как бумага, пропитанная композицией смол, создает барьер для «проседания» лака, кроме того, большинство современных

декоративных бумаг, обработанных смолами, не требует дополнительного лакокрасочного покрытия;

сокращение трудовых затрат по сравнению с облицовыванием натуральным шпоном

Декоративные пленки для производства мебели выпускают на основе бумаг массой 40—200 г/м². Такие пленки могут быть различной толщины, жесткости, эластичности, пропитываются различными смолами (карбамидными, меламиновыми, полиэфирными), их ассортимент способен в большой степени учитывать особенности технологий облицовывания и эксплуатационные требования, предъявляемые к облицованным поверхностям. В зависимости от поликонденсации пропиточных смол в процессе изготовления пленки разделяются на два вида:

с полной поликонденсацией смол, т.е. смола в пленке на 65—92% отверждена; готовые пленки приклеиваются к древесностружечным и древесно-волоконистым плитам при помощи карбамидоформальдегидных клеев (в плоских гидравлических прессах и кашировально-прессовых установках) или клеев на основе ПВА (в кашировально-вальцовых установках);

с частичной поликонденсацией смол, т.е. смола в пленке отверждена всего на 35—50%; облицовывание древесно-стружечных плит такими пленками происходит в многэтажных и короткотактных горячих прессах периодического и проходного типа при высоком давлении и высокой температуре; за счет находящейся на поверхности пленки не полностью отвержденной смолы происходит приклеивание пленки к поверхности ДСтП и ламинирование лицевой поверхности.

Пленки с полной поликонденсацией смолы называются *синтетический шпон* и подразделяются на два вида: листовые и рулонные.

Отечественные пленки без лакового покрытия, изготовленные на основе бумаг (фоновых или с декоративным рисунком), пропитанных в карбамидоформальдегидных смолах и нарезанных в листы, жесткие, хрупкие, но обладают хорошей укрывистостью. Предназначены для облицовывания щитовых деталей в плоских гидравлических прессах.

Рулонные облицовочные материалы (пленки) на основе декоративных бумаг, пропитанных композицией синтетических смол, предназначены для облицовывания щитовых деталей в плоских гидравлических прессах и кашировально-прессовых установках. Они подразделяются на несколько видов: пленки для пластиков; рулонный облицовочный материал без лакового покрытия, с нанесенным на поверхность грунтом; пленки с лаковым покрытием — наиболее востребованы на современном рынке мебельных материалов.

Пленки без лакового покрытия, изготовленные с использованием специальных пропиточных модифицированных аминаформаль-дегидных смол, обладают высокой эластичностью, используются для оклеивания лицевых и внутренних поверхностей под отделку нитроцеллюлозными либо нитроуретановыми лаками.

Рулонные облицовочные материалы на основе декоративных бумаг, пропитанных композицией синтетических смол, с защитным лаковым покрытием называются *пленками с финиш-эффектом* (не требуют дальнейшей отделки). Такие материалы используются для облицовывания щитовых деталей, лицевых и внутренних поверхностей всех видов мебели, а также для оклеивания профильных погонажных изделий. За счет введения в пропиточный состав большого количества акриловой дисперсии пленки имеют высокую эластичность, позволяющую изготавливать профили со сложным рельефом (радиус изгиба — до 1 мм).

Пленки с финиш-эффектом, в зависимости от внешнего вида, подразделяются на следующие виды пленок:

имеющие лаковое покрытие сплошное и гладкое, с различной степенью блеска лакового покрытия; используются для облицовывания как внутренних, так и лицевых поверхностей всех видов мебели (кроме кухонной и мебели для ванн), без последующей отделки;

имеющие лаковое покрытие с механическим тиснением (шагрень или рисунок древесных пор); механическое тиснение пор производится каландром и не совпадает с печатным рисунком; используются для облицовывания лицевых и внутренних поверхностей всех видов мебели (кроме кухонной и мебели для ванн), без последующей отделки;

имеющие лаковое покрытие с порами, нанесенными химическим способом; для получения пор химическим способом в процессе печати на бумагу специальными красками наносится рисунок пор; при нанесении на пропитанные и высушенные пленки специального

водоразбавляемого лака кислотного отверждения в местах с нанесенным рисунком происходит разбегание лака (т.е. лак не смачивает поверхность), тем самым создается эффект реальной древесины; используются для облицовывания лицевых и внутренних поверхностей всех видов мебели (кроме кухонной и мебели для ванн), без последующей отделки.

По степени блеска лакового покрытия пленки с финиш-эффектом подразделяются на матовые, полуматовые и глянцевые.

Декоративные бумажно-слоистые пластики представляют собой листовый материал из спрессованных бумаг (от 3 до 15 слоев), пропитанных термореактивными (карбамидоформальдегидными) смолами. Верхний декоративный слой может быть однотонным или иметь рисунок, его поверхность — глянцевой или матовой. Эти пластики устойчивы к действию температур и моющих средств, химических и пищевых продуктов, светостойки, имеют высокую твердость и прочность. Облицовочные бумажно-слоистые пластики широко применяются в производстве кухонной, детской, офисной мебели, мебели для различных общественных зданий, торгового оборудования.

Материалы для облицовки кромок

Кроме листовых и рулонных пленок при изготовлении мебели применяют *кромочный рулонный однослойный или многослойный пластик* с лаковым меламиновым или полиэфирным покрытием.

В соответствии с тенденцией рынка к созданию мебели в стиле хай тек производители кромочных материалов разработали соответствующие кромкооблицовочные материалы — так называемые канты. Итальянские производители предлагают наиболее оригинальные новинки, позволяющие охарактеризовать основные направления в области дизайна и технологии изготовления кромкооблицовочных материалов.

Новые серии кромкооблицовочных материалов производят из металлизированных полимеров, создающих эффект трехмерности, глубинного свечения кромочного материала и радужных эффектов 3-D, возникающих при различных углах падения света.

Специально для производства современной кухонной мебели был разработан кромочный материал Desgno, на который нанесение декора производится методом шестикрасочной печати. Благодаря высокой точности последовательного нанесения различных тонов на поверхность достигается абсолютное соответствие декору поверхности столешницы. Материал позволяет обработать детали с минимальным радиусом.

Необычна в ассортименте кромочных материалов круглая форма, которая обеспечивает высокий уровень эргономических свойств, поскольку образует большие безопасные радиусы на кромке детали. Материал производится в монохромном и многоцветных вариантах, применяется в производстве как офисной, так и бытовой мебели.

Облицовочные материалы на основе полимеров

Декоративные панели из полистирола предназначены для отделки фасадных поверхностей мебели (например, кухонной). Они очень гибкие, их можно использовать как покрытие различных элементов со скругленными поверхностями. Широкая цветовая гамма и разнообразие фактуры поверхности позволяют реализовать самые необычные дизайнерские идеи, поскольку этот материал очень легко резать, наносить тиснение, а также использовать вакуумную обработку

Пленки на основе полимерных материалов изготавливают из композиций поливинилхлорида, полипропилена, полиэфира и др. Наиболее широкое распространение получили поливинилхлоридные пленки (ПВХ); в зависимости от содержания пластификатора они бывают жесткими, полужесткими и мягкими; их выпускают различных цветов и рисунков, в том числе имитирующими текстуру древесины и кожи, с тиснением, с эффектом двухцветности, эффектом перламутра, металлизированные. Эти пленки устойчивы к

действию различных веществ, влаги, относительно недороги, но не устойчивы к царапанию и высоким температурам.

Пленки ПВХ применяются для облагораживания поверхностей материалов, изготовленных на основе древесины (ДСтП и МДФ) и из металла (стальные профили) — это единственный

материал, позволяющий облицовывать сферические поверхности. По области применения их подразделяют на следующие разновидности:

для облагораживания деталей фасадов корпусной мебели;

для отделки внутренних поверхностей ящиков столов.

Пленки на основе поливинилхлорида и АБС отличаются большей жесткостью, формоустойчивостью и теплостойкостью. Распространены также пленки с постоянно-липкой поверхностью на основе поливинилацетата.

ЦВЕТНАЯ ПЛЕНКА



Рис. Структура многослойных пленок из модифицированного жесткого ПВХ

Кроме однослойных пленок ПВХ для облицовывания мебели применяют многослойные и пористомонолитные пленки. Двухслойные состоят из верхнего слоя с печатным рисунком и отделанной поверхностью и основы, менее красивой, но достаточно прочной. При создании трехслойной пленки сверху накладывается

третий прозрачный слой. Пористомонолитные пленки имеют нижний пористый слой, благодаря которому они легче приклеиваются, кроме того их гигиенические свойства выше. Монолитный верхний слой таких пленок может быть разнообразных цветов, матовый, глянцевый, с рельефным рисунком, чаще всего имитирующим мереею кожи. Сложившаяся структура ассортимента облицовочных материалов, применяемых в отечественной мебельной промышленности в последние годы, такова:

- 1) наибольший объем потребления, оттеснив натуральный шпон, занимают бумажно-смоляные пленки с использованием меламино-вых отверждаемых смол, составляя свыше 40% от общего объема облицовочных материалов;
- 2) натуральный шпон — около 24%;
- 3) рулонные облицовочные материалы с финиш-эффектом — на уровне 15%;
- 4) синтетический шпон — не превышает 9%;
- 5) полимерные пленки — до 7%;
- 6) декоративный бумажно-слоистый пластик — на уровне 3%. С учетом мировых тенденций, а также структурных изменений

в производстве отдельных видов мебели прогнозируется изменение структуры основных облицовочных материалов для производства мебели.

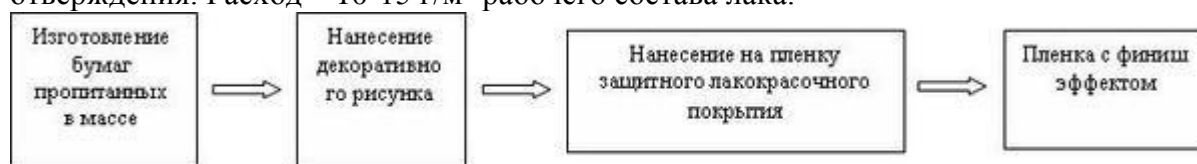
В последнее время все большее распространение начинает получать пластик с использованием в качестве декоративного слоя натурального шпона ценных пород древесины (с прозрачной защитной пленкой «оверлей» в качестве верхнего слоя или с дальнейшей отделкой лакокрасочными материалами).

Подавляющее большинство облицовочных материалов для мебели изготавливается на основе бумаг. Сегодня рынок бумаг-основ и декоративных бумаг широк. Около 42% потребности покрывается отечественными бумагами, около 12% — закупками бумаг-основ и декоративных бумаг по импорту, остальные 46% — закупками готовых изделий, таких как пленки на основе бумаг, пластики, ламинированные плиты, столешницы и др.

Декоративные пленки, применяемые в производстве мебели, по виду используемых бумаг можно подразделить на две группы:

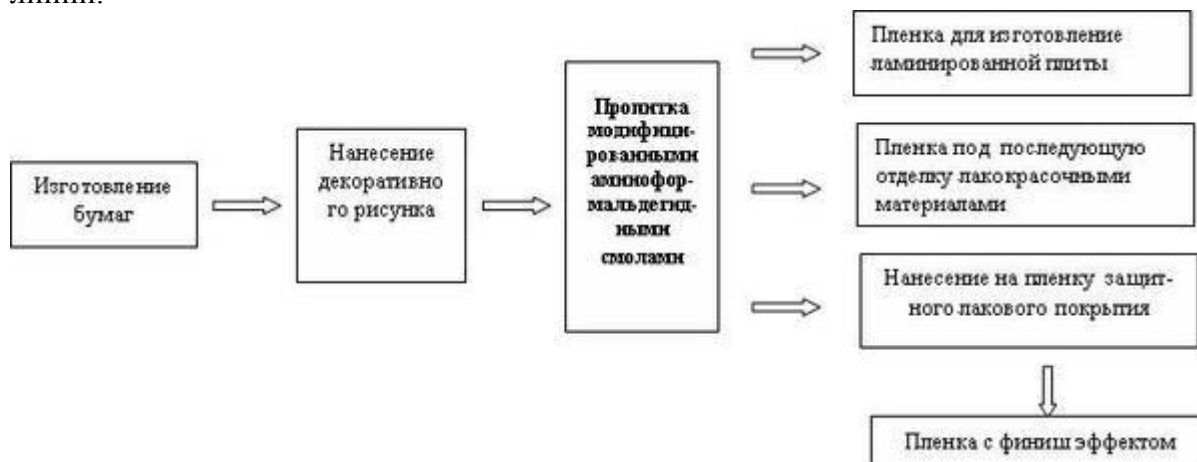
- пленки на основе бумаг, не требующих пропитки (pre-impregnate – заранее пропитанная);
- пленки на основе бумаг, подлежащих пропитке смолами в процессе изготовления.

Пленки первой группы изготавливаются на основе бумаг, не требующих пропитки, и закупаются по импорту (фирма “Импресс” и др.). Особенность этих бумаг состоит в том, что уже при изготовлении они пропитываются композицией акрилатно-конденсатных смол. Содержание смол в пленке составляет 25-35%. В связи с тем, что пропитка производится до печати, то пленки производимые таким образом за рубежом называются “преимпрегнатами” - заранее пропитанными. Масса используемых бумаг составляет 45-120 г/м². По мере снижения массы бумаги в пленке повышаются требования к качеству поверхности подложки. Пленки, не требующие пропитки, как более тонкие и менее жесткие, обладающие высокой эластичностью, в большей степени обыгрывают структурные неровности подложки, больше проявляют неравномерность нанесенного при облицовывании клеевого слоя. Поэтому эти пленки применяются в основном для изготовления профильного погонажа любой сложности и для облицовывания древесноволокнистых (ДВП и МДФ) плит. Древесностружечные плиты должны использоваться только шлифованные с мелкоструктурной поверхностью. Эти пленки больше пригодны для облицовывания из рулона, т.к. обладают стремлением к скручиванию после их раскроя. Технологическая последовательность изготовления таких пленок следующая: на бумагу, пропитанную в массе при изготовлении, на ротационной машине глубокой печати наносится декоративный рисунок и защитное лакокрасочное покрытие. В качестве лака в большинстве случаев используют водоразбавляемые лаки кислотного отверждения. Расход – 10-15 г/м² рабочего состава лака.



Пленки второй группы (к ним относятся меламиновые пленки для изготовления ламинированных плит, пленки без лакового покрытия листовые или рулонные, пленки с финиш эффектом, кромочный материал). Пленки этой группы как правило изготавливаются с применением бумаг массой 40-200 г/м². Для пленок идущих на облицовывание пластей мебельных деталей на Западе в основном используют бумаги массой 40-80 г/м², для кромок - 160-200 г/м²; в России: для пласти - 60-110 г/м², для кромки - 160-200 г/м².

Технологическая последовательность изготовления таких пленок следующая: на бумагу-основу, предназначенную для производства мебельных пленок, на ротационной машине глубокой печати наносится декоративный рисунок. Бумага с нанесенным рисунком пропитывается, в зависимости от марки, на пропиточной или пропиточно-лакировальной линии.



Пленки на основе бумаг, подлежащих пропитке, доминируют в мировой практике по объему производства и применения. Они более универсальны по отношению к подложке, могут быть различной толщины, жесткости, эластичности, пропитываться различными смолами (карбамидными, меламиновыми, полиэфирными), их ассортимент способен в большей степени учитывать особенности технологий облицовывания и эксплуатационные требования, предъявляемые к облицованным поверхностям.

В зависимости от поликонденсации пропиточных смол в процессе изготовления пленки разделяются на два вида:

- пленки с полной поликонденсацией смол, т.е. смола в пленке на 65-92% отверждена. Готовые пленки приклеиваются к древесностружечным и древесноволокнистым плитам при помощи карбамидоформальдегидных клеев (плоские гидравлические прессы, кашировально-прессовые установки) или клеев на основе ПВА (кашировально-вальцовые установки).

- пленки с частичной поликонденсацией смол, т.е. смола в пленке отверждена всего на 35-50%. Облицовывание древесностружечных плит такими пленками происходит в многэтажных и короткотактных горячих прессах периодического и проходного типа при высоком давлении и высокой температуре. За счет находящейся на поверхности пленки не полностью отвержденной смолы происходит приклеивание пленки к поверхности ДСтП и формирование лицевой поверхности.

Пленки с полной поликонденсацией смолы

Листовые пленки на основе пропитанных бумаг с глубокой степенью отверждения смолы (синтетический шпон) ТУ 5456-160-00273258-94.

Отечественные пленки без лакового покрытия, изготовленные на основе бумаг (фоновых или с декоративным рисунком) пропитанных в карбамидоформальдегидных смолах и нарезанных в листы. Пленки жесткие, хрупкие, обладают хорошей укрывистостью. Предназначены для облицовывания щитовых деталей в плоских гидравлических прессах.

Подразделяются на 4 типа:

Тип А – Пленки изготовлены с использованием специальных пропиточных карбамидоформальдегидных смол. Имеют низкое содержание летучих веществ в пленке и низкое содержание водорастворимой смолы. Используются для облицовывания лицевых и внутренних поверхностей под отделку нитроцеллюлозными, нитроуретановыми, полиэфирными лаками, лаками кислотного отверждения для всех видов мебели.

Тип В – Пленки изготовлены с использованием специальных пропиточных карбамидоформальдегидных смол модифицированных полиэфирными смолами, которые улучшают адгезию пленок к полиэфирным лакам. Используются для облицовывания лицевых поверхностей под отделку полиэфирными лаками и лаками УФ-отверждения всех видов мебели.

Тип С – Пленки изготовлены с использованием карбамидоформальдегидных смол. Используются для облицовывания лицевых и внутренних поверхностей под отделку всех видов мебели нитроцеллюлозными лаками и эмальями.

Тип Д – Пленки изготовлены с использованием специальных пропиточных карбамидоформальдегидных смол. Имеют высокое содержание смолы. Используются для облицовывания внутренних поверхностей изделий всех видов мебели, кроме кухонной, без последующей отделки, лицевых поверхностей под отделку нитроцеллюлозными, нитроуретановыми лаками и лаками кислотного отверждения с целью сокращения расхода лакокрасочных материалов.

Рулонный облицовочный материал (пленки) на основе декоративных бумаг, пропитанных композицией синтетических смол, без защитного лакового покрытия (синтетический шпон).

Пленки изготовлены на основе бумаг (фоновых или с декоративным рисунком), пропитанных в модифицированных пропиточных карбамидоформальдегидных смолах, и смотаны в рулон. Предназначены для облицовывания щитовых деталей в плоских гидравлических прессах и кашировально-прессовых установках.

Подразделяются на несколько видов:

Марка РП – Отечественные пленки ТУ 5456-011-00273258-95 изготовлены с использованием специальных пропиточных карбаминоформальдегидных смол модифицированных полиэфирными эмульсиями, которые улучшают адгезию пленок к полиэфирным лакам. Более эластичные, чем листовые пленки тип В. Используются для облицовывания лицевых поверхностей под отделку полиэфирными лаками и лаками УФ-отверждения всех видов мебели.

Марка РПЭ – Отечественные пленки ТУ 5456-011-00273258-95 изготовлены с использованием специальных пропиточных карбаминоформальдегидных смол модифицированных акрилатами, которые придают пленкам эластичность. Используются для облицовывания лицевых и внутренних поверхностей под отделку нитроцеллюлозными, нитроуретановыми лаками и лаками кислотного отверждения для всех видов мебели.

Пленки без лакового покрытия, закупаемые по импорту – изготовлены с использованием специальных пропиточных модифицированных аминокформальдегидных смол. Пленки обладают высокой эластичностью (фирм “Импресс”, “Бауш” и др.), поэтому могут применяться для облицовывания деталей кашировально-вальцовым методом. Используются для облицовывания лицевых и внутренних поверхностей под отделку нитроцеллюлозными, нитроуретановыми лаками. О возможности отделки полиэфирными лаками и лаками УФ-сушки необходимо предварительно проконсультироваться с фирмой-изготовителем.

Рулонные пленки на основе декоративных бумаг, пропитанных композицией синтетических смол, с нанесенным на поверхность грунтом. Закупаются по импорту. Изготовлены с использованием специальных пропиточных модифицированных аминокформальдегидных смол. На поверхность пленок нанесен грунт. Дальнейшую отделку лакокрасочными материалами необходимо согласовывать с фирмой-изготовителем данной пленки.

Рулонный облицовочный материал на основе декоративных бумаг, пропитанных композицией синтетических смол, с защитным лаковым покрытием (пленки с финиш эффектом, т.е. пленки не требующие дальнейшей отделки):

- для облицовывания щитовых деталей

Пленки изготовлены на основе бумаг (фоновых или с декоративным рисунком) пропитанных в модифицированных аминокформальдегидных смолах, смотаны в рулон. На поверхность пленок нанесено защитно-декоративное лаковое покрытие. Пленки предназначены для облицовывания щитовых деталей в плоских гидравлических прессах и кашировально-прессовых установках. Импортные пленки и отечественные пленки повышенной эластичности могут применяться при облицовывании деталей кашировально-вальцовым методом. Используются для облицовывания лицевых и внутренних поверхностей всех видов мебели (без последующей отделки).

- для окутывания профильного погонажа

Пленки изготовлены на основе бумаг (фоновых или с декоративным рисунком) пропитанных в модифицированных аминокформальдегидных смолах, смотаны в рулон. На поверхность пленок нанесено защитно-декоративное лаковое покрытие. Предназначены для облицовывания профильно-погонажных изделий в станках проходного типа без последующей отделки лакокрасочными материалами. За счет введения в пропиточный состав большого количества акриловой дисперсии готовые пленки имеют высокую эластичность, позволяющую изготавливать профили со сложным рельефом (радиус изгиба – 1мм).

Пленки с финиш эффектом в зависимости от внешнего вида подразделяются на пленки имеющие:

- лаковое покрытие сплошное, гладкое - отечественные пленки марки РПЛЭ ТУ 5456-011-00273258-95 или аналогичные закупаемые по импорту – изготовлены с использованием специальных пропиточных аминокформальдегидных смол модифицированных акрилатами и отделанных нитроцеллюлозным или водоразбавляемым лаком кислотного отверждения. Поверхность пленки гладкая с различной степенью блеска лакового покрытия. Используются для облицовывания лицевых и внутренних поверхностей для всех видов мебели (кроме кухонной мебели и мебели для ванн) без последующей отделки.

- лаковое покрытие с механическим тиснением – пленки закупаются по импорту, изготовлены с использованием специальных пропиточных аминоформальдегидных смол модифицированных акрилатами и отделанных нитроцеллюлозным или водоразбавляемым лаком кислотного отверждения. На поверхности пленки нанесено тиснение: шагрень или рисунок древесных пор. Механическое тиснение поры производится каландром и не совпадает с ее печатным рисунком. Используются для облицовывания лицевых и внутренних поверхностей для всех видов мебели (кроме кухонной мебели и мебели для ванн) без последующей отделки.

- лаковое покрытие с химическими порами – отечественные пленки марки РПХП ТУ 5456-011-00273258-95 или аналогичные закупаемые по импорту. Для получения пор химическим способом в процессе печати на бумагу специальными красками наносится рисунок пор. При нанесении на пропитанные и высушенные пленки специального водоразбавляемого лака кислотного отверждения в местах с нанесенным рисунком пор происходит разбегание лака (т.е. лак не смачивает поверхность пор), тем самым создавая эффект очень похожий на реальные поры древесины. Используются для облицовывания лицевых и внутренних поверхностей для всех видов мебели (кроме кухонной мебели и мебели для ванн) без последующей отделки.

По степени блеска лакового покрытия пленки подразделяются на: матовые – степень блеска (9-15)° при измерении под углом 60°, полуматовые – степень блеска (19-24)° при измерении под углом 60°, глянцевые – степень блеска > 35° при измерении под углом 60°.

Изготовление пленочных облицовочных материалов различных типов производится на специальных пропиточн-лакировальных линиях.

Основными поставщиками такого оборудования являются фирмы, *Vits* (Германия) *Impla* (Италия) *Karatch* (Швейцария).

Пропиточно-лакировальные установки для изготовления декоративных пленок для мебели, пленок технического назначения и для производства ламинатов в своем принципиальном построении одинаковы и различаются по производительности и по специальным требованиям к отдельным узлам. Принципиально все установки состоят из следующих узлов: размотка; подающие валики; пропитка; узлы для нанесения покрытий; сушильные камеры; секции охлаждения; регулятор полотна; узел тянущих валиков; намотка или поперечно-резательное устройство.

Существующие конструкции современных пропиточных машин можно условно разделить на три группы:

1. С горизонтальным расположением сушильной камеры, с механической транспортировкой пленки. При этом подача воздуха осуществляется навстречу или перпендикулярно движению пленки.

2. С горизонтальным расположением сушильной камеры, с пневматической транспортировкой пленки (на «воздушной подушке»), с подачей воздуха перпендикулярно движению бумажного полотна.

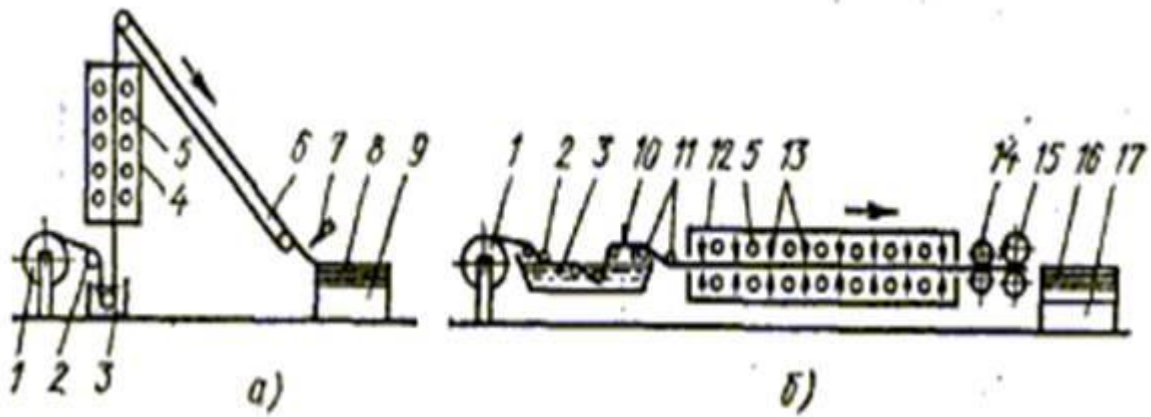
3. С вертикальным расположением сушильной камеры. При этом осуществляется свободносущая подача пленки, а воздуха подается как сверху вниз, так и снизу вверх.

Возможно также сочетание горизонтальной и вертикальной сушильных камер.

Наиболее совершенной конструкцией считается горизонтальная установка с подачей бумажного полотна на «воздушной подушке», так как она обеспечивает высокое качество пропитанной бумаги в сочетании с высокой производительностью. Применение механической транспортировки пропитанной бумаги в сушильном канале приводит к ее загрязнению и к необходимости чистки реок непрерывного конвейера.

Общая схема универсальной пропиточной машины представлена на рисунке 2.1.

Процесс изготовления пленок на основе пропитанных смолами бумаг состоит из приготовления пропиточного состава, пропитки и сушки бумажного полотна, разрезания готовой пленки на листы или намотки её в рулон. Для получения пленки с отделанной поверхностью (с «финиш-эффектом») дополнительно выполняются операции нанесения отделочного покрытия, его сушка и намотка в рулон. Другие операции выполняются, если они предусмотрены технологией.



a — вертикальной, *б* — горизонтальной

1— рулон бумаги, 2— направляющие валики, 3—пропиточная ванна, 4— шахта, 5— калорифер, 6— конвейер, 7— нож, 8, 16 — стопы листов пленки, 9 — стол, 10— ракельные ножи, 11— приводные валики, 12 — сушильная камера, 13 — потоки воздуха, 14— тянущие валики, 15 — роторный нож, 17 — механизм для укладки.

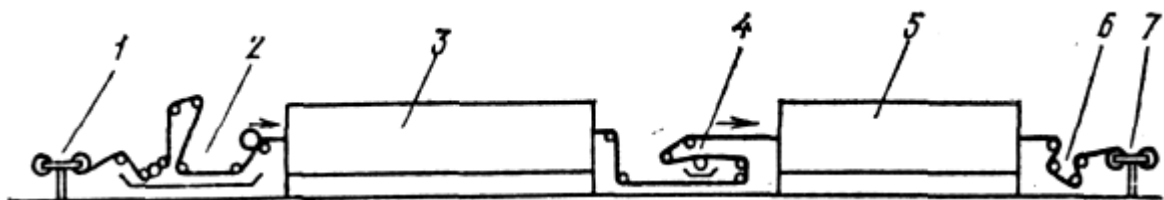
Схемы установок для изготовления листовых пленок

Листовые пленочные материалы изготавливают на вертикальных и горизонтальных (рисунок 2.1, *б*) пропиточно-сушильных установках. Рулон бумаги 1 разматывается и по направляющим валикам 2 подается в ванну 3 спропиточным раствором. Затем полотно бумаги сушится в вертикальной шахте 4, обогреваемой калориферами 5. Полученная пленка по конвейеру 6 подается на механизм резки, где ножом 7 разрезается на листы и укладывается в стопу 8 на стол 9.

В горизонтальных пропиточно-сушильных установках высушиваемая пленка поддерживается воздушной подушкой. Полотно бумаги разматывается с рулона 1 и по направляющим валикам 2 подается в пропиточную ванну 3 с раствором. Бумага касается пропиточного раствора одной стороной, которая интенсивно пропитывается. При этом воздух вытесняется на сухую сторону полотна. Затем бумага окунается в раствор и окончательно пропитывается. Ракельные ножи 10 снимают излишки смолы, а приводные валики 11 направляют полотно в сушильную камеру 12. В сушильной камере при температуре по зонам 130...160°C полотно поддерживается потоками воздуха 13 во взвешенном состоянии. Тянущие валики 14 подают пленку на роторный нож 15. Разрезанная на листы заданной длины пленка укладывается в стопы 16 механизмом 17. На этой установке достигаются скорости пропитки до 15 м/мин.

При изготовлении рулонных пленок у горизонтальных установок; вместо листорезательного устройства устанавливают устройство, которое сматывает готовую эластичную пленку в рулон.

Производство рулонных пленок с отделанной поверхностью осуществляется на отечественных и зарубежных пропиточно-сушильно-отделочных установках горизонтального типа.

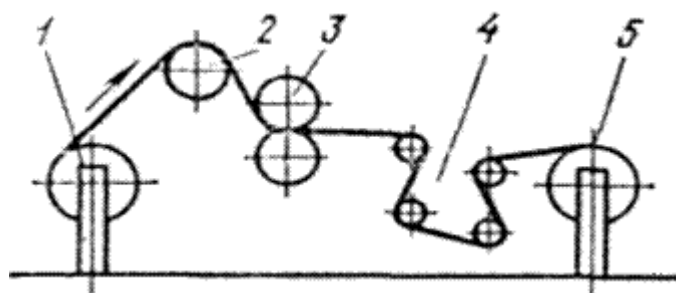


1— размоточное устройство, 2 — пропиточная ванна, 3,5— сушилки, 4— лаконаносщее устройство, 6— охлаждающее устройство, 7 — наматывающее устройство

Схема установки для изготовления рулонной пленки с отделанной поверхностью:

При производстве рулонных пленок с размоточного устройства 1 полотно бумаги проходит со скоростью 10...20 м/мин через ванну 2, где пропитывается, а затем высушивается при температуре 120...150°С в сушилке 3. На лакононосящем устройстве 4 пленка покрывается лаком, который проходит сушку и отверждение при температуре 90...150°С по зонам в сушилке 5. Пленка охлаждается в устройстве 6 на холодных валах и наматывается в устройстве 7.

Для получения эластичных пленок применяют композиционный пропиточный состав, в который введены модифицирующие добавки. Отделочный состав подбирают в зависимости от того, какая требуется поверхность для готового изделия. Наилучший декоративный эффект имеет пленка с полуматовой отделкой. Для ее изготовления применяют полуматовые нитроцеллюлозные лаки НЦ-2105 и лак кислотного отверждения МЛ-2111. Усилить декоративный эффект пленок можно тиснением на их поверхности рисунка пор древесины. Этот процесс можно осуществлять с помощью тиснильных валов 3 (рисунок 2.3), на один из которых нанесены выступы, соответствующие рисунку пор. Рулон пленки с отделанной поверхностью устанавливают на устройство для размотки. Полотно пленки нагревается на валу 2, температура которых достигает 150...170° С. Тиснение пор происходит между валами 3, нагретыми до температуры 150...160°С, при давлении 2,5...3 МПа. Далее пленка охлаждается на полых валах 4, внутрь которых подается холодная вода, и наматывается в рулон устройством 5 со скоростью 10...20 м/мин. Полученная таким способом пленка не требует дальнейшей отделки поверхности. Рулонные пленки предназначены для облицовывания в валковом прессе.



1 — устройство для размотки пленки, 2 — горячий вал, 3 — тиснильные валы,
4 — охлаждающее устройство, 5 — устройство для намотки пленки

Схема установки для тиснения пор:

В мебельной промышленности для производства пленок на основе бумаг широко используется комплект оборудования, включающий в себя линию пропитки А – 131 МБ и линию лакирования А – 135. В комплект оборудования входят: теснильный каландр и бобино-резательная машина.

Первой отечественной линией производства рулонных облицовочных материалов является ЛПРМ 1850.

В связи с применением высоконаполненных видов бумаг с низкой впитываемостью машины с двумя узлами пропитки получили особое распространение. Причем во втором узле может пропитываться как тем же самым связующим, так и другим. Оба вида связующих могут наноситься с одной стороны, обеспечивая асимметричную пропитку и лакировку. При недостатке производственных площадей узлы размотки, пропитки, намотки и резки можно разместить на первом этаже под сушильной камерой, как это показано на рисунке 2.4.

Эта линия имеет семь сушильных зон длиной 6 м каждая. Линия предназначена для пропитки бумаг внутреннего слоя массой 160 г/м² феноло-формальдегидными связующими, обеспечивает рабочую скорость 140-150 м/мин при следующих параметрах процесса: температура в сушильных камерах 150-165°С, содержание связующего в пропитанной бумаге 28-38 %, содержание летучих 5-8 %, содержание сухого остатка в водном фенолоформальдегидном связующем 48-52 %, ширина пропитываемой бумаги 1640 мм.

Для производства пеночных материалов с химическими порами при нанесении печатного рисунка используют специальные печатные краски, при этом используют бумагу с высокой гладкостью поверхности, пропиточный состав, состоящий из композиции карбаминоформальдегидной смолы и акриловой дисперсии и водоразбавляемые порообразующие лаки кислотного отверждения. В технологической схеме изготовления пленки на пропиточно-лакировальной линии (фирмы Vits) после пропитки бумажного полотна предусмотрен смыв пропиточного состава водой с лицевой поверхности пленки. Эта операция предусмотрена для обеспечения лучшего контакта печатной краски и лака при порообразовании. После сушки и отверждения пропиточного состава пленка поступает в узел лакирования где наносится импортный порообразующий лак кислотного отверждения с расходом 15-20 г/м². Процесс порообразовании химических пор происходит при повышении температуры пленки с нанесенным лаком до 60-80°С на вакуумном барабане (до подогрева порообразовании не происходит). Поры образуются в связи с тем, что специальная печатная краска имеет пониженную смачиваемость лаком по сравнению с поверхностью пленки, отпечатанной обычной краской или свободной от краски. Из-за различной смачиваемости на красочных штрихах формируется несплошное лаковое покрытие, которое воспринимается визуально как «реальные» поры.

Тема 3.2. Древесно-слоистые пластики: производство, свойства, применение.

Древесные слоистые пластики (ДСП) - многослойные материалы, изготавливаемые из пропитанных синтетическими смолами листов шпона различных пород древесины, склеиваемых друг с другом при высоком давлении в процессе горячего прессования. Древесные слоистые пластики относятся к группе слоистых древеснополимерных композитов, получаемых на основе термореактивных смол.

Марки плит из древеснослоистого пластика

ДСП-А - во всех слоях шпона волокна древесины имеют продольное направление, или каждые четыре слоя с продольным направлением волокон чередуются с одним слоем шпона, волокна которого ориентированы под углом 20-25 градусов по отношению к продольной оси. Основное назначение - дейдвудные подшипники.

ДСП-Б - каждые 10-20 слоев шпона с продольным расположением волокон чередуются с одним слоем шпона имеющим поперечное направление волокон. Назначение: конструкционный и антифрикционный материал.

ДСП-Б-а - каждые 11 слоев шпона (при толщине 0,55 мм) или каждые 7 слоев шпона (при толщине 1,15 мм) имеющих продольное расположение волокон чередуются с одним слоем шпона, имеющим поперечное расположение волокон. Назначение: силовые нагруженные элементы авиационных конструкций.

ДСП-Б-э и ДСП-Б-м - 10 слоев шпона с продольным расположением волокон чередуются с одним слоем шпона имеющим поперечное расположение волокон.

ДСП-Б-т - чередование через 5-8 слоев. Назначение: конструкционный и антифрикционный материал.

ДСП-В- листы шпона с продольным направлением волокон чередуются с листами с поперечным направлением волокон. Назначение: конструкционный и антифрикционный материал.

ДСП-Г - в смежных слоях шпона волокна древесины расположены под углом 45 градусов. Назначение: конструкционный и антифрикционный материал.

Буквы - а, э, м и т в названиях марок пластика обозначают:

а - авиационный,

э - электроизоляционный,

м - самосмазывающийся антифрикционный,

т - для текстильных машин.

Свойства и применение древесных слоистых пластиков

Внешне древесный слоистый пластик напоминает очень плотную ламинированную фанеру с характерным маслянистым блеском на срезе.

Древесные слоистые пластики обладают совокупностью уникальных свойств, позволяющим

им в конструкциях машин успешно конкурировать с нержавеющей стали, алюминиевыми сплавами и цветными металлами. Древесные слоистые пластики имеют высокую прочность, износостойкость и малый коэффициент трения. Они не поддаются действию влаги, масел, растворителей, не подвержены коррозии. ДСП хорошо зарекомендовали себя в качестве материалов для изготовления зубчатых колес, закрытых и открытых металло-полимерных зубчатых передач, вкладышей подшипников скольжения в приводных механизмах текстильного, металлургического, горнодобывающего оборудования, сельскохозяйственной и военной технике. Стойкость пластика к воздействию воды позволяет применять его в судостроительной промышленности в качестве материала для изготовления дейдвудных подшипников гребных валов. ДСП используется в затворах гидротехнических сооружений (Братская ГЭС и ряд других плотин в России и за рубежом). Высокие физико-механические и прочностные показатели ДСП дают возможность применять его в качестве конструкционного материала в авиационной технике (лопасти, винты вертолетов), транспортном машиностроении (настил полов в автобусах, троллейбусах, направляющие эскалаторов метрополитена); строительстве. Диэлектрические свойства ДСП обусловили использование его в электротехнической промышленности для изготовления изоляторов, деталей трансформаторов высокого напряжения, выпрямителей. В этой области ДСП успешно конкурирует с более дорогостоящими композиционными материалами, такими как стеклопластик, текстолит и гетинакс. Древесные слоистые пластики могут быть использованы для изготовления пуленепробиваемых дверей, банковского оборудования и т.п. Древеснослоистые пластики сохраняют прочность при самых низких температурах, вплоть до минус 270 град. С, что позволяет их использовать в качестве конструкционных материалов в изделиях криогенной техники, космических аппаратах, в технике для полярных условий и т.п. Древесные слоистые пластики достаточно легко обрабатываются резанием. Их можно пилить, строгать, фрезеровать, сверлить, точить, шлифовать и полировать. Однако, по обрабатываемости эти пластики ближе к цветным металлам, чем к древесине.

Процесс изготовления древесных слоистых пластиков (ДСП) основан на свойстве древесины пластифицироваться и деформироваться в результате пьезотермической обработки. Благодаря большому количеству связующего в пакете шпона для изготовления ДСП и уменьшению влажности древесины в процессе термообработки деформированная структура ее закрепляется. Этим достигаются высокие физико-механические показатели данного материала, резко отличающиеся от свойств исходной древесины. Производство ДСП связано с рядом особенностей, касающихся характеристик исходных материалов и технологического процесса.

Материалы. Для производства ДСП применяют березовый шпон влажностью 8 ± 2 % и толщиной 0,4—1,5 мм, причем используют в основном шпон толщиной 0,55 мм. Из шпона толщиной 1,15 и 1,5 мм изготавливают только пластик марки ДСП-Б-т. Чем тоньше шпон, тем легче условия его пропитки смолой и выше показатели качества ДСП. Однако применение тонкого шпона связано с большими трудозатратами на производство. Увеличение влажности хотя и увеличивает капиллярное поглощение шпоном пропиточного раствора, но затрудняет проникновение его в межклеточные пространства древесины. Качество применяемого шпона относительно невысоко. Для наружных слоев это обычно сорт В, для внутренних — ВВ. При изготовлении пластиков ДСП-В и ДСП-В-э толщиной до 2,5 мм используют шпон сорта АВ, для внутренних слоев ДСП марки ДСП-Б-т — сорта С. В качестве связующего в производстве ДСП используется бакелитовый лак СБС-1, растворителем для которого служит этиловый спирт.

Технологический процесс. Технологический процесс включает в себя подготовку шпона и пропиточного раствора лака, пропитку шпона или нанесение на него лака, сушку шпона, его сортирование и раскрой на заготовки, сборку пакетов, склеивание пакетов, обработку листов ДСП.

Подготовка шпона. Шпон нарезают на форматы в соответствии с конструкцией пакета ДСП и с учетом размеров плит пресса на гильотинных ножницах или круглопильных станках с кареткой. Раскраивают шпон пачками, толщина которых определяется видом применяемого оборудования и составляет 30—100 мм. Допустимые отклонения размеров шпона по длине ± 5 мм, по ширине ± 3 мм. Шпон для пластика марки ДСП-А раскраивают после пропитки и сушки. Для случая, когда все слои шпона в пакете имеют параллельное расположение волокон, 10 % листов прирезают более короткими по длине (на 150 мм). Одновременно изготавливают соответствующее количество полос шпона шириной 75 мм и длиной, равной ширине основного листа. Шпон для изготовления ДСП-Г раскраивают в соответствии с его конструкцией по разметке также после пропитки и сушки. Схемы его раскроя зависят от размеров плит пресса и раскраиваемых листов. Контролю подлежат точность раскроя, сорт и влажность шпона. Подготовка пропиточного раствора. Пропиточный раствор приготавливают в смесителе или непосредственно в пропиточной ванне, куда последовательно загружают бакелитовый лак и этиловый спирт при температуре не ниже 15°C . Смешивают компоненты раствора 15—20 мин.

Концентрация бакелитового лака, наносимого на шпон в клеенаносящих станках при изготовлении пластика марки ДСП-Б-т, — 50 %. Основные показатели раствора, определяющие качество пропитки шпона, — его концентрация и вязкость. Чем выше вязкость смолы и ниже температура при пропитке, тем ниже должна быть концентрация пропиточного раствора, и наоборот. Перед применением контролируют концентрацию, вязкость и температуру раствора лака.

Пропитка шпона. Качество пропитки шпона зависит не только от свойств шпона и пропиточного раствора, но и от способа пропитки. Применяют способы пропитки в ванне с холодным раствором, в ванне последовательно в горячем и холодном растворах, в автоклаве, в пропиточном агрегате.

Способ пропитки в ванне, холодным раствором состоит в погружении шпона в ванну с пропиточным раствором при $15\text{—}20^\circ\text{C}$ на время, необходимое для диффузирования раствора в шпон. Для этого пачки шпона по 15—20 листов в каждой, отделенные друг от друга проволочными сетками толщиной 5—6 мм с ячейками 100×100 мм, помещают в

раскрывающийся решетчатый контейнер. Шпон при загрузке контейнера в ванну должен располагаться волокнами вертикально. Плотность загрузки шпона в контейнере должна обеспечить свободное проникновение пропиточного раствора в шпон и стекание его после извлечения контейнера из ванны. Продолжительность пропитки шпона и стекания раствора зависит от марки ДСП и составляет для пластиков марок: ДСП-А — пропитка 120 мин, стекание 30 мин; ДСП-Б, ДСП-Б-э, ДСП-В-э, ДСП-В, ДСП-Г — 60 и 30 мин; ДСП-Б-м, ДСП-В-м, ДСП-Г-м — также 60 и 30 мин, причем шпон после стекания раствора опускают в ванну и опять дают стечь в течение 10 мин. Благодаря простоте оборудования рассмотренный способ пропитки наиболее распространен в производстве ДСП. Способ пропитки последовательно в горячем, а затем в холодном растворе лака осуществляется путем выдержки шпона в ванне с температурой раствора 50—60 °С и последующего охлаждения его в ванне с холодным раствором или заливки холодного раствора в одну и ту же ванну. При этом в процессе нагрева шпона расширившийся воздух выходит из его полостей, а при охлаждении оставшийся воздух сжимается. В полостях шпона создается вакуум, что обеспечивает интенсивное и глубокое проникновение в него пропиточного раствора. Недостатки способа — большие потери растворителя из горячей ванны за счет испарения и образования потеков лака на шпоне. Пропитка в автоклавах производится путем загрузки в него шпона в кассетах. Пропитку производят по способам полного и ограниченного поглощения пропиточного раствора. При первом способе шпон в автоклаве в течение 15 мин вакуумируют при разрежении 450—600 мм рт. ст., затем в него подают пропиточный раствор под давлением 0,4—0,8 МПа и пропитывают в течение 90 мин. Способ ограниченного поглощения состоит в пропитке шпона под давлением, в результате чего воздух в полостях древесины сжимается, при последующем вакуумировании пакетов шпона после слива смолы расширяющийся воздух выталкивает избыток раствора из полостей древесины, которые как бы смазываются раствором лака. Пропитка в автоклаве обеспечивает равномерность проникновения раствора в древесину, сокращает продолжительность пропитки и сушки шпона, повышает водостойкость ДСП. Однако способ требует применения довольно сложного оборудования. Шпон в пропиточном агрегате пропитывают по одному листу. Из стопы питателем он подается в нагревательное устройство, где прогревается горячими плитами температурой 145—150 °С в течение 20 с. Затем листы шпона со скоростью 30—45 м/с проходят через вальцовый клеенаносящий станок, где на него наносится бакелитовый лак концентрацией 50±2%, исходной вязкостью 9—12°Э и температурой не выше 35 °С. После нанесения клеевого слоя шпон в течение 30 мин выдерживают до сушки в стопе. Диффузия пропиточного раствора происходит за счет причин, рассмотренных выше при описании способа последовательной пропитки в горячем, а затем холодном пропиточном растворах. Применение при данном способе пропитки высококонцентрированного бакелитового лака позволяет резко уменьшить расход спирта на производство ДСП. При изготовлении пластиков марок ДСП-Б-м, ДСП-В-м, ДСП-Г-м часть продольных слоев шпона перед пропиткой бакелитовым лаком пропитывают минеральным маслом температурой не менее 20 С. Масло наносится на шпон в клеенаносящем станке с металлическими барабанами, имеющими окружную скорость 30—45 м/мин. Содержание масла после стекания его со шпона, установленного вертикально, — 30—40 %. Содержание сухой смолы в пропитанном шпоне контролируется весовым методом и зависит от марки пластика, для которого шпон применяется: ДСП-А, ДСП-Б, БСП-Б-э, ДСП-В-э — 18—22%; ДСП-В, ДСП-Г — 16-22 %; ДСП-Б-м, ДСП-В-м, ДСП-Г-м—10—15%. Количество лака, наносимого на шпон для изготовления пластика ДСП-Б-г, зависит от толщины шпона: при толщине 0,75 мм — 80—85 г/м²; 1,15 мм — 90—95 г/м² 1,5 мм — 95—100 г/м².

Сушка шпона. Шпон пропитанный или с нанесенным бакелитовым лаком сушат при условиях, не допускающих, во-первых, отверждения более 2 % массы сухой смолы, во-вторых, интенсивного удаления летучих и образования по этой причине пузырей смолы на поверхности листов, в-третьих, сушки листов в стесненном состоянии. Такие условия обеспечиваются при сушке в конвейерных сушилках. Если толщина шпона 0,55 мм, то

между рамками конвейера помещают два листа, при большей толщине — один лист. Продолжительность сушки зависит от толщины шпона и содержания в нем летучих. Для пропитанного шпона толщиной 0,55 и 0,75 мм она равна 22—25 мин, при толщине 1,15 мм — 25—30 мин. Продолжительность сушки шпона с нанесенным клеевым слоем при толщине 0,75 и 1,15 мм равна 9 мин, при толщине 1,5 мм — 12 мин. Средняя производительность сушилок 400 листов/ч.

Шпон после сушки кондиционируют в стопах в течение 24 ч. Для различных марок ДСП применяют шпон различной влажности. Для пластиков ДСП-А, ДСП-Б, ДСП-В, ДСП-Г, ДСП-Б-м, ДСП-Б-а, ДСП-В-м, ДСП-Г-м она равна 3—6 %, для пластиков ДСП-Б-э, ДСП-В-э — 2,5—5,%, для пластика ДСП-Б-т — 5—8%. Влажность шпона контролируют весовым методом или с помощью влагомера.

Сортирование шпона. Шпон с учетом дефектов листов сортируют на шпон для лицевых и внутренних слоев. Листы с дефектами пропитки и сушки, трещинами, кусковой шпон шириной менее 250 мм бракуют. Шпон хранят в сухих отапливаемых помещениях. Сборка пакетов. При изготовлении ДСП пакеты собирают и соответствии с их конструкцией. Сборку ведут как по схемам цельных плит и листов, когда длина пакетов равна длине шпона, так и по схеме составных плит или листов — непрерывная сборка, когда их длина превышает длину шпона. В этом случае от собираемого пакета длиной не менее 15 м по мере его формирования циркульной пилой или на гильотинных ножницах отрезают пакет требуемой длины.

Количество слоев шпона в пакете определяют по формуле

При непрерывной сборке продольные листы укладываются с нахлесткой

Поперечные листы укладываются встык, причем допускаемые нахлестки или расхождения стыка — до 3 мм. Нахлестки и стыки не должны совпадать в одном сечении пакета. Поэтому каждый последующий продольный слой смещается относительно предыдущего на 20—30 мм.

Для ДСП-А пакеты собирают только по схеме цельных плит. Через каждые 10 полноформатных листов шпона укладывают один на 150 мм короче. С каждой стороны укладывают полосы шпона шириной 75 мм волокнами перпендикулярно основному направлению. Для ДСП-Б, ДСП-Б-а, -э пакеты также собирают по схемам цельных и составных плит. Поперечные слои должны разделять равное количество продольных — 10—20 слоев. Пакеты для ДСП-Б-м собирают по схеме цельных плит и из цельных листов. Слои шпона, пропитанного маслом, чередуются с двумя не-пропитанными. При этом поперечные и прилегающие к ним продольные слои не должны быть пропитаны маслом. Пакеты для ДСП-Б-т собирают по схеме составных плит. Через 7—8 продольных слоев шпона укладывают поперечный толщиной 0,75 мм. Схемы сборки пакетов для ДСП-В и ДСП-В-э зависят от толщины материала: при толщине 1—3 мм сборку производят цельными пакетами, при большей толщине — цельными и составными пакетами. При сборке пакетов для ДСП-В-м листы шпона, пропитанного маслом, должны перемежаться с тремя не пропитанными маслом. Сборка ведется цельными пакетами. Собирать пакеты для ДСП-Г можно по схемам цельных и составных плит. Наружные слои должны иметь одинаковое направление волокон. При сборке пакетов для ДСП-Г-м листы шпона, пропитанного маслом, перемежаются с тремя не пропитанными маслом. Сборку ведут по схеме цельных плит. Для части внутренних слоев пластиков ДСП-Б, ДСП-Б-э. ДСП-Б-т допускается применение кускового шпона.

Пакеты обычно собирают на ленточных конвейерах, причем непрерывная сборка производится на конвейерах длиной 15—30 м. Собранные пакеты помещают между чистыми металлическими прокладками толщиной 3—5 мм. Для предотвращения прилипания ДСП к прокладкам их смазывают тонким слоем олеиновой кислоты или обезвоженного минерального масла.

Прессование пакетов. При изготовлении пластиков толщиной 1—12 мм допускается загрузка в промежуток пресса нескольких пакетов по высоте с разделением их двусторонними металлическими прокладками. Пакеты при изготовлении пластиков толщиной 1—6 мм можно прессовать между более толстыми. При большой длине плит пресса допускается загрузка в промежуток нескольких пакетов по площади плиты. Загрузка пакетов больших

размеров и массы обычно механизирована. Пакеты при изготовлении ДСП прессуют при переменной температуре плит пресса. При загрузке пакетов в пресс и выгрузке ДСП из него температура равна 40 °С, в процессе термообработки — 145±5 °С. Пластики почти всех марок изготавливают при давлении на пакет 14,5—15 МПа. Исключение составляют пластики ДСП-А, изготавливаемые при давлении на пакет 16—20 МПа, и ДСП-В, ДСП-В-э — 12,5—15 МПа. После загрузки пакетов их нагревают путем подачи пара в каналы плит пресса и подают давление на пакет. Продолжительность нагревания плит до 105 °С и подъема давления до 4 МПа — не более 20 мин. После этого давление поднимают до величины, указанной выше. Общая продолжительность нагревания плит пресса до рабочей температуры не менее 30 мин. Отсчет времени термообработки ведут с момента достижения плитой пресса 140 °С. После термообработки пакетов производится вначале воздушное, а затем водяное охлаждение плит пресса и находящихся в нем под давлением пакетов. Давление после охлаждения снижается 2—3 мин. Перед механической обработкой ДСП выдерживают в стопах в течение не менее 12 ч.

Рассмотренные особенности режима пьезотермической обработки обусловлены следующим. Продолжительность загрузки пакетов в пресс достигает 5—10 мин. Для предотвращения отверждения клея в поверхностных слоях шпона пакеты загружают на охлажденные плиты. В дальнейшем при постепенном нагреве пакетов и одновременном наложении давления происходит разжижение клея, его растекание и перераспределение в слоях древесины с одновременной ее пластификацией и уплотнением без разрушения. В конце процесса прессования ДСП охлаждают по двум причинам: во-первых, для конденсации пара, образующегося в пакете, так как выход его, принимая во внимание монолитную структуру ДСП, практически невозможен; во-вторых, для уменьшения термических касательных напряжений, возникающих в пластике при неравномерном по сечению охлаждении их в свободном состоянии. Продолжительность прессования при изготовлении ДСП приведена в таблице. Параметры режима прессования контролируются непрерывно, иногда с помощью самописцев. Шпон при изготовлении ДСП склеивают в многоэтажных прессах большой мощности, обычно с механизированной загрузкой пакетов, обеспечивающих давление на пакет не менее 15 МПа. Учитывая большую продолжительность процесса прессования, с целью получения большой производительности желательно применять прессы с плитами большого формата.

43. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРЕССОВАНИЯ ПАКЕТОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДСП

Марка ДСП, толщина	Продолжительность		
	пьезотермической обработки, мин/мм	воздушного охлаждения, мин	охлаждения плит пресса водой, мин
ДСП-А, мм: 15—25	5	20	50+1 мин/мм 40
30—60	4		
ДСП-В, ДСП-В-э, мм 1—12	3+12 мин	10	40
ДСП.Б, ДСП-В, ДСП-Г, ДСП -Б-т, мм: 15	4	} 15	50+1 мин/мм
20—30	3,5		
35—60	3,3		
ДСП-Б-э, ДСП-В-э, ДСП-Б-м, ДСП-В-м, ДСП-Г-м, мм: 15—25	5	} 20	50+1 мин/мм
30—60	4		

Продолжительность воздушного охлаждения входит в общее время пьезотермической обработки. Для его проведения перекрывают доступ пара в плиты пресса.

Толщина ДСП, мм	Продолжительность, мин				Толщина ДСП, мм	Продолжительность, мин			
	Выдержки при рабочей температуре	Воздушного охлаждения плит	Охлаждения плит водой	Общей выдержки при рабочем давлении		Выдержки при рабочей температуре	Воздушного охлаждения плит	Охлаждения плит водой	Общей выдержки при рабочем давлении
15	30	30	30	90	40	60	70	60	190
20	30	40	35	105	45	75	75	65	215
25	35	50	40	125	50	85	80	75	240
30	45	60	45	150	55	95	85	85	265
35	50	65	55	170	60	100	90	90	285

Температура, при которой завершается воздушное охлаждение, 105 ± 5 °С. Если температура падает медленно, в плиты пресса подают воду.

45. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕССОВ

Показатели	УЗТМ (СССР)	«Болдуин» (США)	«Беккер ван Хюллен» (ФРГ)	«Кархула» (Финляндия)
Наибольшее усилие, кН	120000	92000	40000	10000
Размеры плит (длина x ширина x толщина), мм	5800x1350x60	5030x1370x63	2300x1100x60	800x800x60
Число этажей	6	20	6	12
Высота рабочего промежутка), мм	130	76	210	200

Сменную производительность пресса, т, при изготовлении ДСП определяют по формуле

$$A = T K l b S p n t / 1000 \tau \quad (117)$$

где Т — продолжительность смены, мин; К = 0,95 — коэффициент использования рабочего времени; l, b, 8 — соответственно длина, ширина и толщина ДСП, м, р — плотность ДСП, кг/м³; n — число промежутков пресса, шт.; ш — число пакетов, прессуемых в каждом промежутке, шт.; т — цикл работы пресса, мин.

Обрезка ДСП. ДСП обрезают по формату на круглопильных станках с кареткой с механизированной или ручной подачей. Специфические свойства материала определяют ряд требований к применяемым пилам и режимам обработки. Пилы для пиления ДСП изготавливают из стали ЭИ262 со специальными угловыми параметрами зубьев. Шаг зубьев пилы 15—17 мм, высота не более 8 мм. Низкая теплопроводность ДСП определяет небольшую величину подачи на зуб — до 0,15 мм. После обрезки на кромки пластика наносится бакелитовый лак СБС-1 концентрацией 45—50 %. Готовые пластики в зависимости от марки контролируются по показателям, приведенным ранее.

Нормы расхода сырья, материалов, основных видов энергии на производство 1 т ДСП и его себестоимость зависят от марки пластика: шпон сухой 1,55—2,03 м³, лак СБС-1 — 450—490

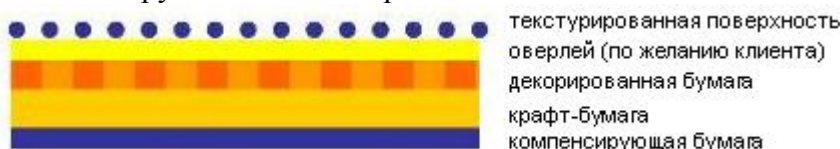
кг, спирт этиловый 27,6—34 дкл, пар 2,47—3,25 т, электроэнергия 120—180 кВт·ч, вода 100—120 м³.

Тема 3.3. Декоративно-бумажные слоистые пластики: производство, свойства, применение.

Декоративные бумажно-слоистые пластики (ДБСП) представляют собой листовые и рулонные материалы, состоящие из нескольких слоев бумаг, пропитанных терморезактивными связующими и спрессованных вместе под давлением.

Традиционный состав пакета для прессования пластика под высоким давлением на этажных прессах состоит из:

- бумаги – оверлей (бумага, пропитанная термоотверждающейся меламиновой смолой и расположенная над декоративной бумагой). Основная функция – защита печатного рисунка от внешних воздействий – износа и химических повреждений);
- декоративной бумаги (для лицевых поверхностей пластика). Основные функции – оформление эстетически привлекательного вида пластика и сохранение его в процессе эксплуатации;
- барьерного слоя (андерлей) – при необходимости. Основные функции – скрытие темных внутренних слоев основы и компенсация недостаточной кроющей способности декоративной бумаги;
- внутреннего слоя - крафт бумага (для внутренних слоев, обеспечивает прочностные показатели пластика);
- компенсирующего слоя – при необходимости.



Технологии производства бумажно-слоистого пластика

По технологии производства ДБСП можно разделить на две группы:

- созданные под высоким давлением или HPL (High Pressure Laminate);
- созданные при низком давлении или непрерывного прессования CPL.

CPL (Continuous Pressure Laminates) — пластик непрерывного прессования, изготавливаемый на двухленточном прессе непрерывного действия, при котором давление на прессуемый материал повышается постоянно и непрерывно, в результате чего возникает так называемый "гладильный эффект" - постепенное и аккуратное удаление воздуха и газовых включений из всех слоев материала. Применение этого метода прессования в сочетании с точным температурным режимом является твердой гарантией высокой пластичности CPL. Для повышения износостойкости на пластик может быть нанесен дополнительный защитный слой "оверлей". Износостойкость и экологичность этого материала соответствуют всем требованиям, предъявляемым к материалам для изготовления мебели.

HPL (High Pressure Laminate) – пластик высокого давления, изготавливаемый в этажных прессах. Пропитанные смолами и уложенные друг на друга бумажные листы особого состава прессуются в слоистый пластик при давлении 9МПа и температуре около 150°С. Прессование осуществляется в прессе высокого давления. При одновременном воздействии тепла и давления, содержащиеся в бумаге, сухие смолы начинают растекаться и спустя определенное время отверждаются в однородный, нерастворимый и неплавкий материал. Среди всех бумажно-слоистых пластиков пластик HPL отличается высокими показателями эксплуатационных характеристик.

Являясь современным и широко распространенным конструкционно-отделочным материалом, бумажно-слоистый пластик отличается высоким качеством поверхности, широкой гаммой декоров, износостойкостью и ударопрочностью, низкой сорбционной способностью, стойкостью к бензину, маслам, жирам и смазкам, косметическим препаратам, пищевым продуктам и появлению пятен. Этот пластик влагостоек и термоустойчив (выдерживает горящую сигарету и горячий чайник), защищен от выцветания.

Виды и свойства поверхности пластика

Долговечность пластика определяется, в первую очередь, стойкостью поверхности к истиранию и царапанию с сохранением привлекательности внешнего вида. Для этих целей используются: бумага - оверлей, ввод в связующее для поверхностного слоя специальных абразивных добавок. При прессовании листового слоистого пластика высокого давления HPL применяется технологическая оснастка, которая определяет финиш поверхности. В качестве оснастки используются специальные прокладочные металлические листы и матрицы, поверхность которых представляет собой рельефные изображения, имитирующие дерево, камень и т.д., а также текстурированные бумаги с аналогичным эффектом. Все это телеграфируется (передается) на поверхность пластика и обеспечивает полное дублирование всех типов поверхностей - от глянцевых и матовых до рельефных.

ДБСП - это листовый материал, полученный методом горячего прессования на этажных прессах специальных видов бумаг, пропитанных синтетическими терморезактивными связующими. Он отличается высоким качеством поверхности, широкой гаммой декоративных расцветок и рисунков, износостойкостью и ударпрочностью, низкой сорбционной способностью. ДБСП обладает стойкостью к бензинам, маслам, жирам и смазкам, косметическим препаратам, пищевым продуктам, химическим реагентам и появлению пятен. Этот пластик влагостоек и термоустойчив (выдерживает горящую сигарету и горячий чайник), защищен от выцветания. Все эти качества, наряду с хорошей механической прочностью, обуславливают широкое применение ДБСП в производстве мебели различного назначения и торгового оборудования, в строительстве и ремонте жилых и производственных помещений, судостроении, вагоностроении, лифтостроении.

Традиционная технология производства ДБСП предусматривает пропитку специальных видов пропиточных бумаг связующими, в качестве которых используют amino-, фенолоформальдегидные смолы с последующей сушкой и прессованием при повышенных температуре и давлении. Технологическая схема производства ДБСП высокого давления (HPL), используемая в мировой практике, состоит из следующих стадий: приготовление связующих (аминоформальдегидных и фенолоформальдегидных смол); пропитка и сушка бумаг; прессование пропитанных бумаг, уложенных в пакет; обрезка, шерохование нелицевой поверхности ДБСП, маркировка изделия. Декоративные бумажнослоистые пластики выпускаются многочисленными фирмами в различных странах мира, крупнейшие из них - "Wilsonart", ABET Laminati, "Formica", ETZ Lavud, "Perstop", ARPA; "Polyrey", ISOVOLTA, "Sumitoto Bakelite". На долю этих фирм приходится примерно 70% мирового производства и экспорта ДБСП. Другие известные в России экспортеры пластика из Германии, Италии, Испании, Польши, Чехии производят каждая в отдельности менее 10 млн. кв. м в год. Уровень технического развития ведущих предприятий по выпуску пластика позволяет получать практически любую поверхность - от высокого глянца до имитации любой объемной структуры, а полиграфическая оснащенность предприятий по печати на бумаге-основе позволяет выполнить многоцветную печать заданной сложности.

Долговечность пластика определяется, в первую очередь, стойкостью поверхности к истиранию и царапанию с сохранением привлекательности внешнего вида. Для этих целей используются бумага-оверлей и ввод в связующее для поверхностного слоя специальных абразивных добавок. При прессовании листового слоистого пластика высокого давления (HPL) применяется технологическая оснастка, которая определяет финиш-поверхности. В качестве оснастки используются специальные прокладочные металлические листы и матрицы, поверхность которых представляет собой рельефные изображения, имитирующие дерево, камень и т.д., а также текстурированные бумаги с аналогичным эффектом. Все это телеграфируется на поверхность пластика и обеспечивает полное дублирование всех типов поверхностей - от глянцевых, матовых до рельефных. Таким образом могут быть получены следующие финиш-поверхности: глянцевый, матовый, кристалл, мелкий кристалл, "структура дерева", "мандарин. Стремление к разнообразию эстетических свойств пластика и потребность в блестящих отражающих поверхностях привели к изготовлению листов пластика с металлизированной поверхностью. Для этого используется алюминиевая или медная фольга, которая покрывает бумагу, пропитанную терморезактивными смолами.

Есть и другие варианты получения металлизированной поверхности - методом напыления, использования металлической смеси для пропитки декоративной бумаги, кроме того, применяется запечатывание бумаги краской, состоящей из металлического порошка и связующего, совмещающегося с пропитанным продуктом. В последние годы получило активное развитие производство новых видов ДБСП с особыми свойствами, в том числе пластик последующего формования (посформинг). Формующийся пластик в настоящее время имеет широкое применение в мебельной промышленности России и стран СНГ. Важным свойством пластика постформинг является возможность последующей формовки (выпуклой или вогнутой формы) при нагревании до 160...220°C, в соответствии с выбранной технологией и требуемым радиусом. Эта возможность существенно расширяет область применения данных пластиков. Например, можно делать закругленные края и профили, при этом достигаются преимущества как во внешнем виде, так и в функциональности. Изогнутые элементы не содержат креплений, что делает их простыми в очистке и гигиенически безопасными. Края не расклеиваются в результате попадания воды или другой жидкости.

Некоторые финиш-поверхности могут быть (по требованию) снабжены специальной защитной пленкой, которую не надо удалять перед или во время формования. Однако при этом надо учитывать следующие факторы: - пластик не должен приклеиваться на плоскую поверхность при температуре выше 90°C в течение более 5 минут и давлении свыше 6 бар; - температура постформинга не должна превышать 163°C; - воздействие солнечных лучей на защитную пленку, даже в течение короткого времени, может привести к изменению свойств пленки и подслоного клея; в этом случае могут возникнуть проблемы при удалении пленки. Очень важно поддерживать постоянную, точную температуру пластика. При превышении рекомендуемой температуры может произойти расслоение. Однако при слишком низкой температуре возможно появление трещин. Скорость изгиба зависит в основном от толщины пластика, радиуса и типа требуемого сгиба (выпуклый или вогнутый), а также от направления сгиба. Необходимо отметить, что пластик обычно сгибают вдоль. Случаи поперечного сгиба должны рассматриваться предварительно с производителем. Во избежание пересушивания пластика при сгибе, он должен нагреваться как можно быстрее. Сгиб должен происходить сразу после нагревания для предотвращения теплового рассеивания. Пластик сгибается и приклеивается к закругленной основе с помощью мобильной плоской пластины, которая равномерно нагревается до заданной температуры по всей длине.

При движении пластина повторяет контур основы, одновременно сгибая и приклеивая пластик под равномерным постоянным давлением к основе. Температура и скорость движения пластины могут регулироваться для различных типов пластика и сгиба. При обращении с листами пластика необходимо принимать все возможные меры предосторожности и при поднятии следует избегать царапанья декоративной поверхности. Листы больших размеров рекомендуется транспортировать свернутыми вдоль продольной оси. Лучше всего хранить листы сложенными стопкой одна точно на другую. Если нет возможности хранить листы в горизонтальном положении, то рекомендуется, чтобы они были наклонены на угол 60°...70° к поверхности основы, а для предотвращения скольжения требуется стопор. Листы должны храниться попарно, декоративной лицевой стороной друг к другу. Последняя панель в стопке (если листы хранятся в горизонтальном положении) должна лежать декоративной стороной вниз. Во избежание коробления и для облегчения последующего сохранения, рекомендуется держать листы в сухом закрытом помещении с температурой между 10° и 30°C и влажностью 40...65%. Рекомендуется одновременно выдерживать пластик и выбранную основу, чтобы сделать их устойчивыми перед использованием.

Сырой пластик имеет тенденцию сжиматься и, как крайний случай, расслаиваться или трескаться. И наоборот, слишком сухой пластик имеет тенденцию к расширению и вздутию при нанесении недостаточного количества клея. При работе в умеренных климатических условиях рекомендуется закреплять пластик хорошо просушенный. При обработке ДБСП в цехах наилучшие результаты достигаются, когда хранение материала (HPL и основы) производится в помещении при температуре около 20°C и 50% влажности в течение не менее 10 дней. Пластик складывается стопками попарно на досках для обеспечения циркуляции

воздуха. При необходимости пластик может подвергаться процессу ускоренной сушки, что достигается путем помещения пластика, разделенного досками, в небольшую нагретую комнату со следующими условиями: около 3 часов при 40°C или около 2 часов при 50°C. Можно также положить одновременно две панели, сложенные лицевой поверхностью друг к другу, в горячий пресс на короткий промежуток времени (например, 10 минут при температуре 70°C).

Эта операция выполняется за несколько часов перед приклеиванием. При закреплении пластика на место применяются все предыдущие рекомендации. Работа должна проводиться в сухом закрытом помещении, которое при необходимости может обогреваться. Для достижения необходимой компенсации, напряжения в композитных панелях должны быть симметричны относительно средней плоскости. Так как между двумя различными материалами всегда существует напряжение, а пластик не абсолютно инертный материал, то при наложении на свободную панель, не закрепленную жестко, на обе стороны основы должны накладываться материалы, имеющие одинаковую зависимость размеров от изменения температуры и влажности. Наилучшие результаты достигаются при использовании пластиков, идентичных тем, которые применяются для облицовки декоративной поверхности. В этом случае обе стороны основы должны обклеиваться одновременно, а панели накладываться в одном направлении (необходимо следить за тем, какая сторона пластика обратная). Удовлетворительные результаты могут быть получены при использовании фенольных компенсаторов, выпускаемых производителями ламинатов. Однако рекомендуется вначале провести испытания. Чем больше площадь, на которую необходимо наносить компенсатор, тем важнее соблюдение следующих условий: правильный выбор материала компенсатора; необходимая плотность, симметричность и жесткость основы; правильная выдержка материалов.

В настоящее время весьма актуальным остается улучшение свойств декоративной поверхности пластика, создание и внедрение новых методов получения декоративных эффектов на материале. Также нарастает необходимость придания всем типам пластиков огнезащищенности, повышения стойкости к воздействию различных агрессивных сред. На некоторых фирмах нерешенной проблемой остается коробление ДБСП, которое создает многочисленные трудности в процессе эксплуатации и хранения листов пластика. Установлено, что ДБСП, непосредственно после изготовления, находится в равновесном состоянии при температуре 22°C и 50-55% относительной влажности. Если он попадет в другие условия, например в более сухую атмосферу, то начинается постепенное испарение влаги из пластика и, в первую очередь, из его декоративных слоев. Это приводит к возникновению усадочных явлений и внутренних напряжений в материале, причем при снижении относительной влажности окружающей среды до 20% возникающие напряжения могут быть достаточно большими.

Аминосмолы имеют значительно большую усадку, чем фенольные, и коробление листов ДБСП, по-видимому, не что иное, как следствие различной усадки декоративных и внутренних слоев пластика. Иногда этим объясняется появление трещин на поверхности ДБСП, наклеенных на прочное, жесткое основание. Многие фирмы, в том числе такие, как АВЕТ Laminati, "Wilsonart" и другие, применяя при изготовлении ДБСП в качестве связующего феноло- и аминокальдегидные смолы, а также различные модификации перечисленных соединений или композиций на их основе и используя различные пластификаторы для повышения эластичности меламиноформальдегидных олигомеров, нашли оптимальные технологические решения и сумели разрешить проблему ликвидации коробления. Пластик этих фирм в течение 3-5 лет (при рекомендованных условиях хранения) сохраняет плоскостность листа, постформируемые пластики хорошо формуются. Используя свои технические и технологические достижения указанные фирмы получают ДБСП толщиной листа 0,6 мм и шириной 1860 мм, который при обработке не ломается благодаря хорошей эластичности материала. Хотелось бы предостеречь потребителей пластика от подмены одного вида другим.

Особенно это относится к рулонному пластику, полученному непрерывным методом и нарезанному на листы, который неспециалисту иногда трудно отличить по внешнему виду от листового пластика HPL. Особенностью ДБСП является многокомпонентность его состава,

поэтому при изучении цены на этот материал необходимо тщательно следить за конъюнктурой рынка его основных компонентов. Цены на смолы и бумаги периодически публикуются в зарубежной печати. Цена пластика при разнице в толщине на 0,1 мм меняется на 7-8%. Следует помнить, что все без исключения фирмы обязаны наносить четко и ясно печатным способом все данные о материале, в том числе и информацию о том, каким методом изготовлен пластик. Если такие данные отсутствуют, то, вероятно, следует усомниться в подлинности предлагаемого материала и, прежде чем приобретать материал, провести необходимые лабораторные испытания.

4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Изучение реологических характеристик матриц (смола) древесно-полимерных материалов	2	-
2	2.	Изучение прочностных характеристик клееной массивной древесины при скалывании вдоль волокон, раскалывании, изучение расслаивания, атмосферостойкости клееной массивной древесины	7	-
3	2.	Изучение физико-механических характеристик плитных древесно-полимерных материалов	4	-
4	3.	Определение работы адгезии, эластичности и толщины отделочных пленок	4	-
ИТОГО			17	-

4.4. Семинары/ практические занятия

Учебным планом не предусмотрено

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено

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>ОПК</i>		<i>ПК</i>				
			<i>1</i>	<i>4</i>	<i>3</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. Физико-химические основы получения древесно-полимерных материалов		20	+	-	-	1	20	Лк, ЛР	зачет
2. Технология получения древесно-полимерных материалов.		60	-	+	+	2	30	Лк, ЛР	зачет
3. Отделочные пленки и пластики		28	+	+	-	2	14	Лк, ЛР	зачет
всего часов		108	34	44	30	2	64		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Клесов, А. Древесно-полимерные композиты : учебное пособие / А. Клесов; пер. с англ. - Санкт-Петербург : НОТ, 2010. - 736 с.
2. Чистова, Н. Г. Комплексное использование дополнительного сырья : учеб. пособие / Н. Г. Чистова, Ю. Д. Алашкевич, В. Н. Трофимук. - Красноярск : СибГТУ, 2003. - 148 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Волынский, В. Н. Технология древесных плит и композиционных материалов : учебно-справочное пособие / В. Н. Волынский. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 336 с.	Лк, ЛР	100	1
2.	Плотникова, Г. П. Современные методы склеивания и облицовывания древесины и древесных материалов : учебно-методическое пособие / Г. П. Плотникова, Н. П. Плотников. - Братск : БрГУ, 2015. - 127 с.	Лк, ЛР	23	1
3.	Полимерные композиционные материалы. Прочность и технология : научное издание / С. Л. Баженов [и др.]. - Долгопрудный : Интеллект, 2010. - 352 с.	Лк,	5	0,5
Дополнительная литература				
4.	Мельникова, Л. В. Технология композиционных материалов из древесины : учебник для студентов вузов / Л. В. Мельникова. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : МГУЛ, 2004. - 234 с.	Лк, ЛР	80	1
5.	Берлин Ал.Ал. Современные полимерные композиционные материалы (ПКМ) // Соросовский образовательный журнал, 1995, №1, с. 57-65. http://window.edu.ru/resource/289/21289	Лк, ЛР	ЭР	1
6.	Галыгин В.Е., Беляев П.С., Клинков А.С., Чайников Н.А., Павлов Н.В., Маликов О.Г., Хабаров С.Н. Технология переработки полимерных материалов. Лабораторный практикум. - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2002. - 132 с. http://window.edu.ru/resource/978/21978	ЛР	ЭР	1
7.	Лаптев В.Н. Производство древесной массы: учебное пособие / ГОУ ВПО СПбГТУРП. - СПб., 2009. - 48 с. http://window.edu.ru/resource/154/76154	Лк, ЛР	ЭР	1
8.	Воронков А.Г., Ярцев В.П. Исследование физико-механических свойств полимеров и полимерных композитов. Лабораторные работы. - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2004. - 28 с. http://window.edu.ru/resource/958/21958	ЛР	ЭР	1
9.	Шегельман И.Р., Полежаев К.В., Щеголева Л.В., Щукин П.О. Биотопливо: Состояние и перспективы использования в теплоэнергетике Республики Карелия: Монография. - Петрозаводск: ПетрГУ, 2006. - 88 с. http://window.edu.ru/resource/995/71995	Лк	ЭР	1

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

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

Лабораторная работа №1 Изучение реологических характеристик матриц (смола) древесно-полимерных материалов

Цель работы: исследование реологических характеристик древесно-полимерных материалов и их матрицы (смола).

Задание:

1. Определить поверхностное натяжение смолы;
2. Определить краевой угол смачивания смолы;

Порядок выполнения:

В настоящее время проблема утилизации промышленных отходов различных отраслей промышленности является наиболее важной с точки зрения безопасности и успешности будущих поколений. Значительную долю во всем объеме отходов составляют полимерные материалы, которые применяются практически во всех сферах жизнедеятельности человека. Последнее время находят широкое распространение полимерные композиционные материалы на основе отходов термопластов (полиэтилена (ПЭ), полипропилена (ПП) и др.) с применением органических отходов (опилки, отходы орехов и т.п.).

Древесно-полимерные композиционные материалы (ДПК), предназначенные для переработки методом экструзии состоят из трех основных компонентов:

- частиц измельченной древесины
- синтетических или органических термопластичных полимеров или их смеси,
- комплекса специальных химических добавок (модификаторов), улучшающих технологические и другие свойства композиции и получаемой продукции, часто называемых также аддитивами.

От традиционных древесно-наполненных пластмасс (ДНП) композитные материалы отличаются высоким (более 50 процентов) содержанием древесины по массе в составе общей композиции и соответствующим ее влиянием на свойства готового продукта. В ДНП

древесного наполнителя не много и свойства такой пластмассы определяются, в основном, свойствами полимера. А когда древесины становится больше, то свойства композита определяются уже:

- свойствами матрицы,
- свойствами частиц древесины,
- характером связей между древесными частицами и матрицей,
- структурой полученного композита.

Содержание древесины в составе древесно-полимерного композита на основе термопластичных смол может меняться в широких пределах. Большинство американских производителей работают пока с составами, содержащими 50 - 70 % древесины. Европейские разработчики технологий экструзии ДПКТ стремятся получать композиции, содержащие более высокое наполнение древесиной - до 80% и более.

Древесина подвергается измельчению на специальных мельничных установках различного типа и превращается в древесную муку или в древесное волокно. В настоящее время наиболее широко для изготовления ДПК используется древесная мука. Производство древесной муки давно освоено отечественной промышленностью. Она используется как наполнитель пластмасс, сырье для взрывчатых веществ, для микробиопрома и т.д.). Наряду со специально измельченной древесиной в состав ДПКТ могут входить некрупные опилки и шлифовальная пыль.

Перспективным является использование в ДПКТ и древесных волокон по типу применяемых в производстве ДВП, МДФ и бумаги. Древесные волокна получают методом дефибрации, т.е. расщепления древесины на волокна. В некоторых случаях используют готовое волокно из картонных и бумажных отходов (макулатуры). Например, у китайской компании имеется опыт промышленной утилизации в производстве ДПКТ бумажных молочных пакетов, содержащих одновременно полиэтилен, бумагу и даже алюминиевую фольгу.

Финскими специалистами проверена возможность использования в качестве сырья для изготовления компаунда стандартных древесных топливных гранул (на экструдере типа Copex). Гранулы проще перевозить и хранить, чем муку.

Древесная мука (*англ. wood flour, wood meal, нем holzmehl*) - изготавливается преимущественно из мягких, не смолистых, пород древесины, например сосны. Вовсе не исключается и применение твердых лиственных пород, только их несколько сложнее измельчать. В нашей стране мука выпускается по ГОСТ 16361-87 "Мука древесная. Технические условия".

За рубежом с успехом изготавливается древесная мука для использования в термопластичных ДПК из оболочек зерен растений (рисовой шелухи, ореховой скорлупы). Американское предприятия Heartland BioComposites LLC недавно освоило применение в качестве сырья пшеничной соломы.

В большинстве случаев размер древесных частиц в композите находится в пределах от 500 до 50 мкм. Частицы древесной муки могут принимать самые разнообразные формы. Отношение длин частиц муки к их ширинам находится в пределах от 1:1 до 4:1.

В мельничных установках в ходе размола выделение нужной фракции муки осуществляется при помощи системы сит или центробежными методами. За рубежом принято обозначать фракцию муки при помощи числа Mesh. По российскому стандарту подразделение древесной муки осуществляется по нескольким маркам.

У древесного волокна (*wood fiber*) длина зависит от породы древесины : у лиственных пород 1 - 1,5 мм, у хвойных 3 - 3, 5 мм. Отношение длины к толщине древесного волокна составляет от 1 : 10 до 1 : 20.

Древесина традиционно используется в механической обработке металлов в качестве шлифующего и полирующего материала, так как обладает заметными абразивными свойствами. Эти свойства сохраняются и у древесной муки. Однако, абразивность древесины ниже, чем у стекловолокна и некоторых др. минеральных наполнителей, используемых в производстве наполненных пластмасс и композитов. Поэтому она считается относительно "мягким" наполнителем.

Насыпная плотность древесной муки и волокна может колебаться в пределах 100 - 300 кг/м³. Влажность муки в поставке желательно иметь не более 8 %. В готовом композите влажность древесных частиц должна быть, как правило, менее 1 %. Чем меньше влаги в структуре материала, тем более он устойчив ко внешним воздействиям.

Существуют различные и иногда противоречивые мнения, относительно применения различных пород древесины и размеров частиц.

Отметим очевидные вещи:

- в исследованиях изучено влияние размеров частиц на механические свойства композитов, однако оно не очень велико;
- слишком мелкие (пыль) и слишком крупные частицы ухудшают прочность композита, однако это не всегда критично для готового изделия;
- крупные частицы снижают производительность подготовительного оборудования в силу их малой насыпной плотности;
- при плотности композита, приближающейся к 1,4 г/куб.см, т.е. к истинной плотности древесины, порода древесины уже не имеет принципиального значения.

Композит, изготовленный из крупных частиц будет иметь более зернистую поверхность, подобную поверхности древесно-стружечной плиты и это может требовать шлифования, применения утолщенной облицовки и (или) отделки поверхности изделий. Например, из опыта мебельной промышленности, зернистость профилей, изготовленных фрезерованием из древесно-стружечной плиты не всегда удается скрыть при облицовывании дорогими декоративными пленками на основе пропитанных смолами бумаг общей массой до 130 г на 1 кв метр. А для облицовывания профилей из МДФ, обладающей мелкой равномерной структурой, могут успешно применяться более дешевые декоративные пленки массой менее 80 г на 1 кв.м. Кроме того, крупные частицы древесины, особенно находящиеся вблизи поверхности изделия более подвержены воздействию влаги и повреждению под воздействием неблагоприятных факторов внешней среды.

Очень мелкие пылевидные частицы (менее 50 мкм) имеют большую удельную поверхность и в силу этого требуют использования большего количества смолы для образования полноценной полимерной матрицы.

Примечание. В настоящее время проводятся исследования по использованию в композитных материалов микроцеллюлозы. Но это скорее будет уже другой класс материалов, т.н. нанокompозиты.

Окончательное превращение рабочей смеси в композитный материал происходит постепенно по зонам экструдера и в фильере. Полимер должен охватить всю поверхность частицы древесной частицы, внедриться в ее поры и тем самым обеспечить плотное молекулярное взаимодействие между древесиной и полимером. Это существенно отличает процесс экструзии ДПК от процесса экструзии обычных пластмасс, т.к. древесина плохо смачивается расплавом полимера. Интенсифицировать процесс смачивания за счет повышения температуры в экструдере сложно вследствие опасности тепловой деструкции древесины, полимера и возгорания смеси (при температуре более 200 град. С).

Поэтому, с точки зрения качества получаемой продукции и производительности процесса - очень важен технологический уровень применяемого оборудования и состав рецептуры смеси (качество базовой смолы, вид и количество вводимых в рецептуру добавок - модификаторов).

Примечания:

1. *Технологическими и физико-механическими свойствами близкими к древесно-полимерным композитам являются композиционные материалы, получаемые на основе и других растительных волокон, например : пенька (Hemp), лен (Flax), сизаль (Sisal), кенаф (Kenaf) и др. волокнистых растений.*

Растительные волокна могут вводиться в состав ДПК и одновременно с древесными волокнами. Применение недревесных волокон растительного происхождения особенно активно разрабатывается сейчас в странах Юго-Восточной Азии, в частности в Китае.

2. При внешней простоте идеи производства ДПК, сама конструкция вещества древесно-полимерного композита имеет очень сложную структуру. Не менее сложны для описания и

химические, физические и механические процессы технологии производства экструзионных ДПК. Эти сложности определяются сложностью и неоднородностью самой древесины.

С большим или меньшим успехом, в производстве ДПК могут использоваться любые термопластичные полимеры, однако на практике сейчас используются, в основном, четыре вида термопластичных смол: полиэтилен (PE), полипропилен (PP), поливинилхлорид (PVC) и, в меньшем количестве, полистирол (PS). На первом месте по применяемости находится полиэтилен (высокой и низкой плотностей), затем следует ПВХ и полипропилен. Однако, в Европе наиболее перспективным считают полипропилен. В частности, немецкая фирма Advanced Extruder Technologies AG (изготовитель оборудования для экструзии ДПК) указывает на следующие оптимальные соотношения наполнение композита древесиной для различных типов базовых смол:

- на основе ПВХ - 60 %;
- на основе полиэтилена - 70 %;
- на основе полипропилен - 80 % и более.

В производстве древесно-полимерных композитов применяются следующие виды добавок - модификаторов: связующие агенты, смазочные материалы, антимикробные добавки, антиокислители, вспенивающие агенты, пигменты, огнезащитные агенты, противоударные модификаторы, светостабилизаторы, температурные стабилизаторы и др.

Важным направлением в области разработок современных рецептур экструзионных ДПК, являются поиски в области использования в их составе природных, т.е. биологических полимеров. Успешным достижением в этой сфере стало использование крахмалистых веществ, например - кукурузной муки (материалы типа Fasal - Fasalex). Активно проводятся исследования по применению лигнина (отходы целлюлозного производства), отходов кожевенной и мясомолочной промышленности и т.д. Есть сведения об исследованиях российских специалистов о возможности применения хвойной смолы - живицы в качестве одного из компонентов экструзионных ДПК.

1.1. Определение поверхностного натяжения смолы.

Поверхностное натяжение – это сила, действующая по касательной к поверхности жидкости и стремящаяся сократить поверхность жидкости до минимальных размеров – сферы (капли).

Поверхностное натяжение во многом определяет такие важные технологические свойства смол как способность к распылению и смачиванию подложки, скорость слияния нанесенных капель жидкости, их растекание на поверхности. Работа, затрачиваемая на создание новой поверхности при диспергировании (распылении) смол и высвобождаемая при слиянии дисперсных частиц (склеивании), пропорциональна их поверхностному натяжению.

Поверхностное натяжение смол определяют общепринятыми для текучих жидкостей методами, например по отрыву капли, поднятию жидкости в капилляре, продавливанию воздушного пузырька, по отрыву кольца.

В данной работе определение поверхностного натяжения смолы осуществляется по методу отрыва кольца.

1.1.1. Оборудование и материалы

1. Торсионные весы
2. Штатив
3. Кольцо
4. Стакан
5. Смола .

1.1.2. Проведение испытания

Для проведения испытаний необходимо изготовить из тонкой проволоки кольцо диаметром 3-4 мм. Кольцо (3) подвешивается к торсионным весам (1). После чего весы

необходимо уравновесить, для чего используют специальные грузики. После того как стрелка весов установлена на нулевую отметку можно непосредственно приступить к определению поверхностного натяжения смолы.

Емкость со смолой (2) устанавливают так, чтобы кольцо смолы. По шкале деления определяют поверхностное натяжение данного материала.

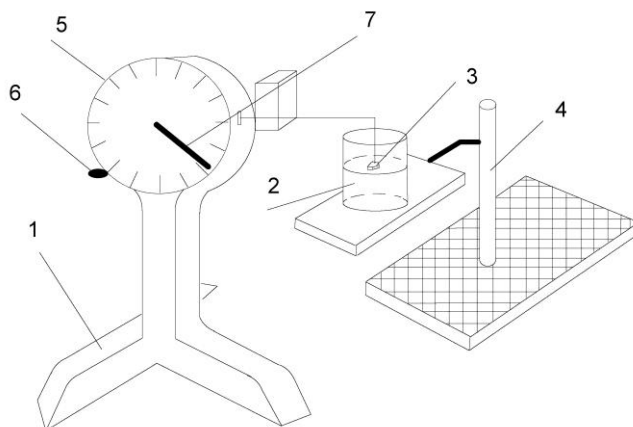


Рис. 1.1. Установка для определения поверхностного натяжения

Первоначально следует определить исходное поверхностное натяжение воды при температуре 20 °С. После этого производится определение поверхностного натяжения смолы и затем непосредственно исследование влияния количества вводимой воды и поверхностно-активного вещества на поверхностное натяжение испытуемой матрицы.

Для полученных значений поверхностного натяжения испытуемой матрицы следует сделать пересчет по формуле:

$$x = \frac{72,7 \cdot \sigma_{\text{ЛКМ}}}{\sigma_{\text{H}_2\text{O}}}, \text{ мДж/м}^2$$

где: 72,7 – поверхностное натяжение воды, мДж/м²;

$\sigma_{\text{ЛКМ}}$ – поверхностное натяжение испытуемой матрицы (смолы), мДж/м²;

$\sigma_{\text{H}_2\text{O}}$ – поверхностное натяжение воды, полученное в ходе эксперимента, мДж/м².

1.2. Определение краевого угла смачивания смол

Формирование клеевого шва предусматривает адгезионное закрепление смолы на поверхности древесины. Под адгезией жидкости подразумевают взаимодействие жидкой и твердой фаз на границе их раздела.

Адгезия и смачивание – это две стороны одного и того же явления, возникающего при контакте жидкости с твердым телом. Смачивание является следствием адгезии и происходит на границе трех фаз: твердой, жидкой и газообразной.

Жидкость тем лучше смачивает твердое тело, чем меньше значение краевого угла смачивания.

Краевой угол смачивания служит объективным критерием при оценке смачивания тех или иных подложек конкретной смолой, а косинус краевого угла смачивания позволяет количественно оценить качество распыления смолы. В этой связи целью данной лабораторной работы является приобретение практических навыков измерения краевого угла смачивания и изучения факторов, влияющих на смачивающую способность определяемой матрицы.

Каждая жидкость, помещенная на идеально гладкую однородную твердую поверхность, расположенную горизонтально, принимает форму тел вращения. Угол между касательной к поверхности жидкости и смоченной поверхностью твердого тела называется краевым углом.

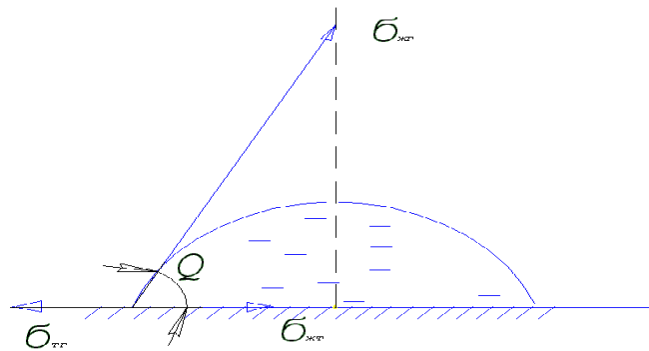


Рис. 1.2. Схема действия сил равновесного натяжения на каплю жидкости на поверхности твердого тела

Различают равновесные и неравновесные углы смачивания. Равновесный угол зависит только от поверхностных натяжений на границе раздела фаз, участвующих в смачивании, и поэтому для каждой системы при данных внешних условиях равновесный краевой угол имеет одно определенное значение.

Краевые углы, изменяющиеся в процессе растекания жидкости по поверхности твердого тела, называются динамическими. Для них характерно то, что их изменения происходят при перемещении линии (периметра) смачивания.

В зависимости от значений краевого угла различают три случая:

1. Несмачивание (плохое смачивание) – краевой угол тупой; $180^0 > Q > 90^0$ (например, вода на парафине)
2. Смачивание (ограниченное смачивание) – краевой угол острый; $90^0 > Q > 0^0$ (например, вода на стекле)
3. Полное смачивание. Равновесный угол не устанавливается, капля растекается в тонкую пленку.

Зависимость равновесного угла Q от поверхностного натяжения на границе раздела фаз, участвующих в смачивании, описывается уравнением Юнга.

$$\cos Q = \frac{\sigma_{тг} - \sigma_{жт}}{\sigma_{жг}}$$

где: $\sigma_{тг}$; $\sigma_{жт}$; $\sigma_{жг}$ - поверхностные натяжения на границе раздела фаз.

Но поверхность реальных твердых тел, к которым относятся и древесина, не соответствует той модели, что использована при выводе уравнения Юнга.

Разнообразные шероховатости, поры, неоднородности химической природы, следы механической обработки, трещины оказывают сильное влияние на смачивание. Прежде всего изменяется значение краевого угла. Более того, при смачивании одной и той же поверхности при одинаковых значениях параметров окружающей среды (давление, температура) статистические краевые углы, могут иметь различные значения в зависимости от условий их формирования. Это обусловлено наличием на поверхности различных препятствий, затрудняющих растекание жидкости.

Существенное влияние на смачивание древесины оказывает макрорельеф поверхности, определяемый природой материала и условиями обработки поверхности. Так, при механической обработке древесины наблюдается вскрытие полости сосудов, перерезанные сосуды, трахеиды и волокна либриформа, а также риски и трещины, образовавшиеся при резании древесины.

Шероховатость древесины характеризуется ее микрорельефом, который обычно представляет собой сложное физическое чередование выступов и впадин. Для характеристики микрорельефа обычно используют коэффициент шероховатости K – отношение фактической площади (с учетом выступов и впадин) к проекции на горизонтальную плоскость.

Неровности шероховатой поверхности приводят их к увеличению площади фактического контакта жидкости с твердым телом по сравнению с гладкой поверхностью в K раз, что в свою очередь приводит к пропорциональному увеличению поверхностного натяжения.

Уравнение Венцеля-Дерягина позволяет рассмотреть краевой угол применительно к капле на шероховатой поверхности в состоянии равновесия:

$$\cos Q^m = K \cos Q_0$$

где: Q_0 и Q^m - краевые углы на гладкой и шероховатой поверхности.

Уравнение показывает, что при отсутствии смачивания ($Q_0 > 90^\circ$) увеличение шероховатости приводит к увеличению краевого угла. Если жидкость смачивает данный материал ($90^\circ > Q_0 > 0^\circ$), увеличение коэффициента шероховатости вызывает уменьшение краевого угла. При достаточно большом коэффициенте шероховатости $K=1/\cos Q_0$ и $Q_0 < 90^\circ$ выполняется термодинамическое условие полного смачивания.

1.2.1. Проведение испытаний

Определение краевого угла смачивания осуществляется по методу лежащей капли.

После изучения теоретической части, преподаватель выдает задание для выполнения экспериментальной части работы.

Первоначально следует установить предметный столик 3 при помощи плиты 4 и горизонтальный микроскоп 5 строго по уровню (рис. 3).

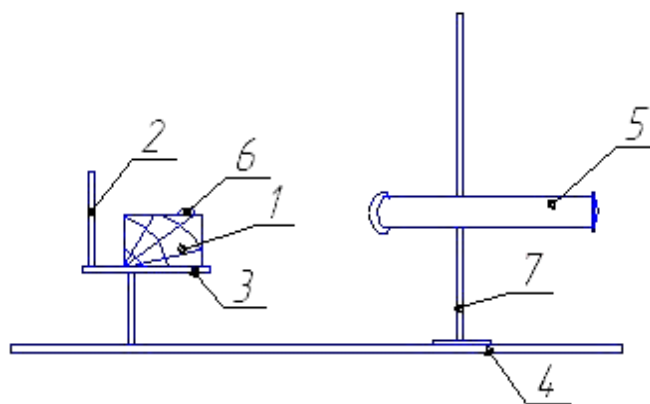


Рис. 1.3.

1 – образец; 2 – экран; 3 – предметный столик; 4 – плита;
5 – горизонтальный микроскоп МПБ-2; 6 – капля лакокрасочного материала; 7 – штатив.

После чего устанавливают шкалу прибора в положение, удобное для отсчета, настраивают резкость шкалы и горизонтальный микроскоп так, чтобы виден был край образца. Затем на образец с помощью пипетки нанести каплю смолы 6. После достижения каплей равновесного состояния определяют высоту и диаметр капли с помощью микроскопа, имеющего определенную степень увеличения.

Краевой угол смачивания Q определяют через тангенс угла Q , который рассчитывают по формуле:

$$\operatorname{tg} Q = \frac{4 \cdot d \cdot h}{d^2 - 4 \cdot h^2}$$

где: d – диаметр капли, мм;

h – высота капли, мм.

Необходимо сделать не менее 10 замеров для получения достоверного результата.

После того, как непосредственно будут проведены исследования влияния различных факторов на величину краевого угла смачивания, необходимо по экспериментальным данным построить графики зависимости краевого угла смачивания от определенного фактора.

Результаты испытаний оформляются в виде таблицы:

Результаты испытаний

Наименование переменного фактора	Диаметр капли, мм				Высота капли, мм				tg Q	Q
	d ₁	d ₂	d ₃	d _{ср}	h ₁	h ₂	h ₃	h _{ср}		

Форма отчетности:

Формой отчетности по лабораторной работе является Отчет, который должен содержать цель работы, оборудование и материалы, порядок выполнения, расчеты, результаты, выводы.

Задания для самостоятельной работы:

1. Произвести расчет краевого угла смачивания смолы .

Основная литература

1. Плотникова, Г. П. Современные методы склеивания и облицовывания древесины и древесных материалов : учебно-методическое пособие / Г. П. Плотникова, Н. П. Плотников. - Братск : БрГУ, 2015. - 127 с.

Дополнительная литература

1. Клесов, А. Древесно-полимерные композиты : учебное пособие / А. Клесов; пер. с англ. - Санкт-Петербург : НОТ, 2010. - 736 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое краевой угол смачивания?
 2. Какие бывают краевые углы смачивания?
 3. Основные случаи смачивания?
 4. Как влияет качество определяемой поверхности на краевой угол смачивания?
- Смачивание шероховатых поверхностей.
5. Как влияет состояние смолы на его смачивающую способность?
 6. Что такое адгезия и смачивание?
 7. Понятие смачивания?
 8. Факторы, влияющие на краевой угол смачивания?
 9. Способы улучшения смачивания реальных твердых поверхностей и смачивающей способности лакокрасочного материала?

Лабораторная работа №2 Изучение прочностных характеристик клееной массивной древесины при скалывании вдоль волокон, раскалывании, изучение расслаивания, атмосферостойкости клееной массивной древесины

Цель работы: исследование прочностных характеристик клееной массивной древесины при скалывании вдоль волокон, раскалывании, изучение расслаивания, атмосферостойкости клееной массивной древесины

Задание:

1. Определить прочность клееной массивной древесины при скалывании вдоль волокон;
2. Определить прочность клееной массивной древесины при раскалывании;
3. Определить расслаивание клееной массивной древесины;
4. Определить атмосферостойкость клееной массивной древесины.

Порядок выполнения:

Определение прочности клееной массивной древесины при скалывании вдоль волокон

Сущность методов заключается в определении разрушающей нагрузки при испытании образца и вычислении предела прочности при этой нагрузке.

1. Подготовка образцов

Форма и размеры образцов должны соответствовать указанным на рис. 2.1.

Допускается изготавливать образцы шириной менее, чем указаны на рис. 2.1, если ширина клеевого слоя в изделии не позволяет получить образец требуемой ширины.

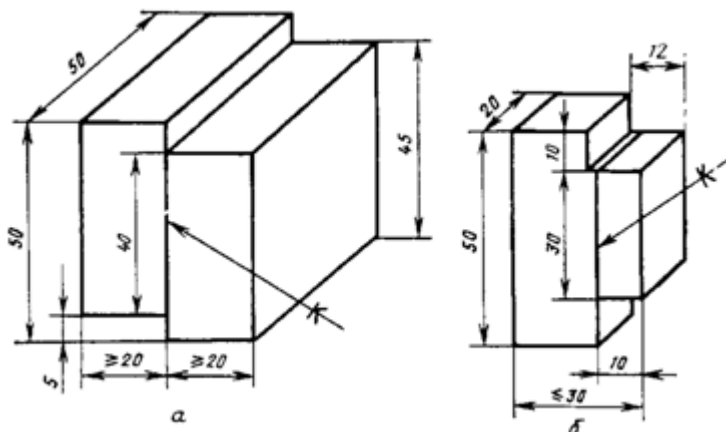


Рис. 2.1

- 1.1. Образец формы α является основным и применяется для проведения всех видов испытаний клеев и клеевых соединений древесины. Точность изготовления образцов должна соответствовать требованиям ГОСТ 16483.0-78. При формировании уступов в образце формы α и нижнего уступа в образце формы β не допускается перерезание клеевого слоя. Волокна древесины с поверхности клеевого слоя на уступах должны быть тщательно удалены.
- 1.2. До испытания образцы выдерживают в помещении при температуре (20 ± 2) °C и относительной влажности воздуха $(65 \pm 5)\%$ не менее 3 сут после склеивания заготовок без нагрева и не менее 1 сут после склеивания с нагревом.

2. Аппаратура

- 2.1. Машина испытательная по ГОСТ 7855-74 с максимальным усилием до 50000 Н (5000 кгс) и погрешностью измерения нагрузки не более 1%.
- 2.2. Приспособления к испытательной машине (рис.2.2 и 2.3).
- 2.3. Штангенциркуль по ГОСТ 166-80 с погрешностью измерения не более 0,1 мм.
- 2.4. Аппаратура для определения влажности древесины по ГОСТ 16588-79.

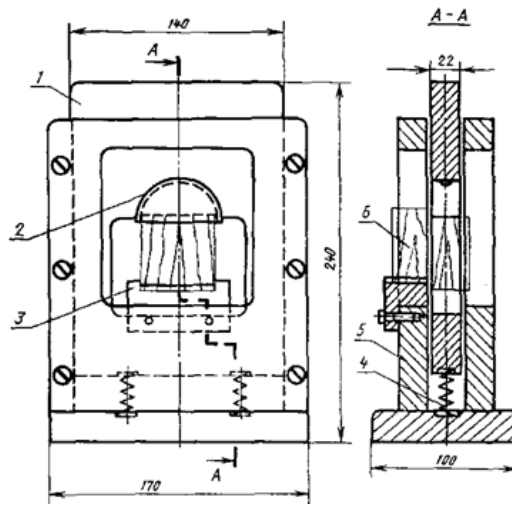


Рис. 2.2

1 - пуансон; 2 - самоцентрирующая опора; 3 - вкладыш;
4 - пружина; 5 - стойка; 6 - образец

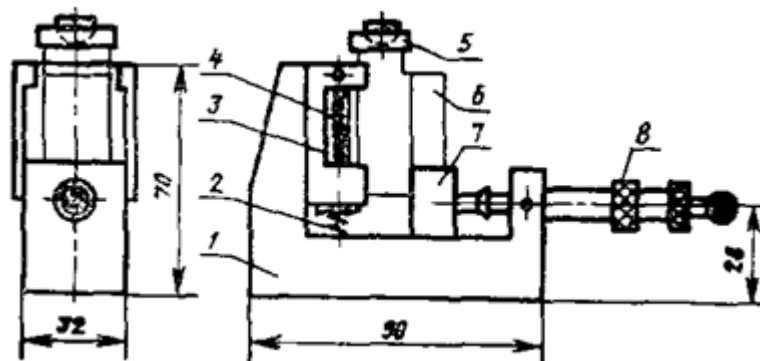


Рис.2.3

1 - корпус; 2 - пружина; 3 - подвижная планка; 4 - ролики;
5 - нажимная призма с шаровой опорой; 6 - образец;
7 - подвижная опора; 8 - устройство для прижима подвижной опоры

3. Проведение испытаний

3.1. Ширину и длину площади скалывания образца измеряют с погрешностью не более 0,1 мм.

3.2. Образцы устанавливают в приспособлении для испытаний (см. рис. 2,3) Поверхности уступов образца *a* и нижнего уступа образца *b* (см. рис. 2.1) должны плотно прилегать к соответствующим поверхностям приспособлений.

3.3. Приспособление с установленным в нем образцом помещают на опорную платформу испытательной машины таким образом, чтобы ось пуансона приспособления совпадала с осью нагружающего устройства испытательной машины.

Образец нагружают непрерывно при скорости перемещения нагружающей головки испытательной машины (0,60 +/- 0,15) мм/мин.

Испытание продолжают до разрушения образца. Разрушающую нагрузку определяют с погрешностью не более 50 Н (5 кгс). Предельное значение шкалы не должно превышать разрушающую нагрузку более чем в три раза.

3.4. Влажность древесины каждого образца определяют по ГОСТ 16588-79 непосредственно после испытаний. Пробу на влажность берут из каждой половины образца и за контрольную величину принимают большее значение влажности одной из половин образца.

3.5. Плотность древесины каждого образца определяют по ГОСТ 16483.1-84, если величина плотности требуется по условиям испытаний. Пробы на плотность берут из каждой половины образца и за контрольную величину принимают минимальную плотность.

4. Обработка результатов

4.1. Предел прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон (τ) вычисляют в МПа (кгс/см²) с округлением до 0,1 МПа (1 кгс/см²) по формуле

$$\tau = \frac{P}{b \cdot l},$$

где P - разрушающая нагрузка, Н (кгс);

b - ширина площади скалывания образца, м (см);

l - длина площади скалывания образца, м (см).

4.2. Статистическую обработку полученных результатов испытаний выполняют по ГОСТ 16483.0-78.

4.3. При испытаниях образцов фиксируют процент разрушения по древесине.

По полученным данным построить графические зависимости:

- τ от породного состава сырья и сортности пиломатериалов;
- τ от вида, концентрации, вязкости клея;
- τ от давления, температуры прессования, продолжительности выдержки под давлением.

Определение прочности клееной массивной древесины при раскалывании

Сущность метода заключается в определении максимальной нагрузки при разрушении образца и вычислении напряжения при этой нагрузке.

1. Аппаратура

Для проведения испытаний должны применяться:

- 1.1. Машина испытательная по ГОСТ 7855-84 с погрешностью измерения не более 1 % измеряемой нагрузки в диапазоне 200 - 2000 Н (20 - 200 кгс);
- 1.2. Штангенциркуль по ГОСТ 166-80 с погрешностью измерения не более 0,1 мм;
- 1.3. Линейка металлическая по ГОСТ 427-75 с погрешностью измерения не более 1 мм;
- 1.4. Аппаратура для определения влажности древесины по ГОСТ 16483.7-71;
- 1.5. Два клина, изготовленных из стали марки 40 по ГОСТ 1050-74 (рис. 2.4).

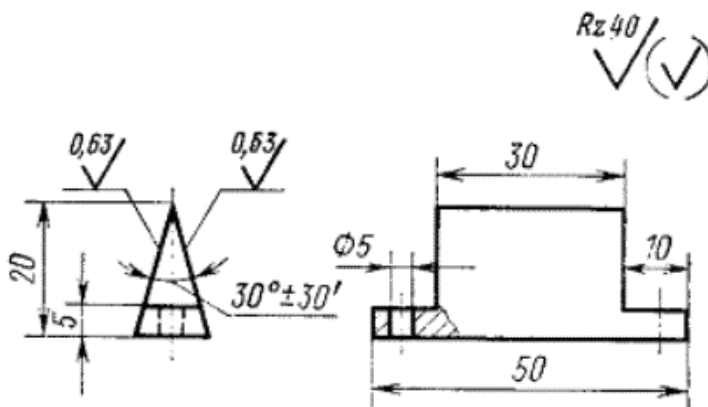


Рис. 2.4

2. Отбор и подготовка образцов

2.1. Минимальное количество образцов должно быть не менее пяти для испытания одного клеевого соединения.

2.2. Заготовку для образцов склеивают специально или выпиливают из готовой продукции в виде прямоугольной призмы с клеевым швом посередине ширины заготовки. Ширина заготовки должна быть 40 мм. Толщина должна быть равна толщине склеиваемых элементов, но не более 20 мм. Длина заготовки принимается в зависимости от необходимого количества образцов.

2.3. В случае специального изготовления образцов заготовку склеивают по технологии, установленной для данного вида клееной продукции.

Образцы должны изготавливаться из древесины той породы, из которой изготавливается клееная продукция.

2.4. Форма и размеры образца в миллиметрах должны соответствовать указанным на рис. 2. Длина площади раскалывания образца l должна быть 20 мм, ширина b не более 20 мм.

Дно пропилов должно быть закруглено.

2.5. Точность и качество изготовления образцов должны соответствовать требованиям ГОСТ 16483.0-78.

Образцы с видимыми пороками древесины по ГОСТ 2140-81 и дефектами склеивания испытаниям не подлежат.

2.6. Время от окончания процесса склеивания до испытания должно быть не менее 24 ч при склеивании с нагревом и не менее трех суток при склеивании без нагрева.

При контрольных испытаниях образцы до испытания должны находиться в том же помещении, что и контролируемая продукция.

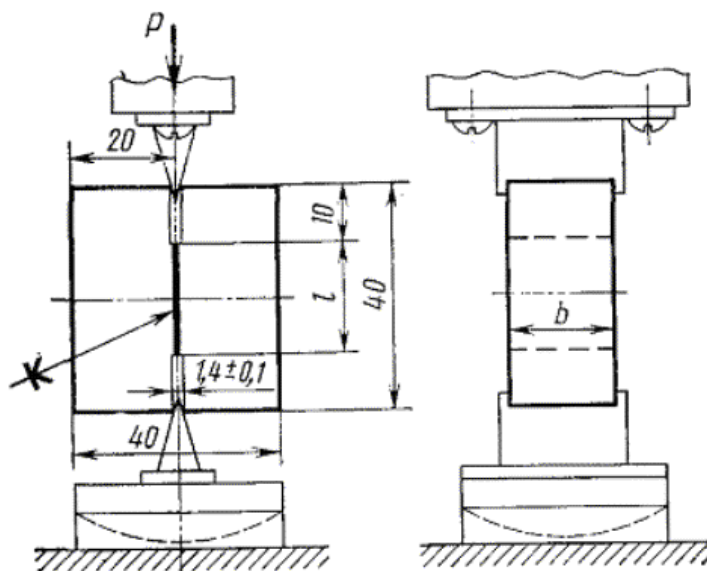


Рис. 2.5

3. Проведение испытаний

3.1. Ширину b и длину l площади раскалывания образца измеряют с погрешностью не более 0,1 мм после разрушения образца.

3.2. Образец устанавливают в приспособление для испытания, как показано на рис. 2.5, между двумя клиньями, острые углы которых входят в пропилы образца. Верхний клин крепят жестко к верхней траверсе, а нижний устанавливают свободно на шаровую опору. На клинья наносят смазку по ГОСТ 1033-79.

Нагружают образец с постоянной скоростью, обеспечивающей достижение максимальной нагрузки в течение $1,0 \pm 0,5$ мин. Нагружение производят до разрушения образца.

3.3. Отсчет максимальной нагрузки P_{\max} производят с погрешностью не более 10 Н (1 кгс).

3.4. После испытания определяют влажность древесины образцов по ГОСТ 16483.7-71. Пробой для определения влажности служит одна половина образца. Количество проб должно быть не менее пяти.

4. Обработка результатов

4.1. Предел прочности клеевого соединения при раскалывании в МПа ($\text{кгс}/\text{см}^2$) вычисляют с погрешностью не более 0,1 МПа ($1 \text{ кгс}/\text{см}^2$) по формуле

$$\sigma = \frac{3,73 \cdot P_{\max}}{b \cdot l},$$

где P_{\max} - максимальная нагрузка, Н (кгс);

l - длина площади раскалывания образца, м (см);

b - ширина площади раскалывания образца, м (см).

4.2. Статистическую обработку опытных данных выполняют по ГОСТ 16483.0-78.

4.3. За результат испытания принимают среднее арифметическое значение предела прочности всех испытанных образцов.

По полученным данным построить графические зависимости:

а) σ от породного состава сырья и сортности пиломатериалов;

б) σ от вида, концентрации, вязкости клея;

в) σ от давления, температуры прессования, продолжительности выдержки под давлением.

Определение расслаивания клееной массивной древесины

Сущность испытаний клеевых соединений на стойкость к расслаиванию состоит в создании внутренних напряжений в клеевых швах с помощью различных режимов воздействия (переменных давлений, температуры, влажности) на испытуемые образцы и определении показателей расслаивания, вызванного этими воздействиями.

В качестве показателей при определении степени расслоения клеевых швов принимают показатели общего расслоения клеевых швов и максимального расслоения отдельного клеевого шва, включая оценку снижения прочности клеевых соединений при послойном скалывании образцов, прошедших испытание.

1. Подготовка образцов

Образцы для испытаний вырезают из торцевых частей готовых клееных элементов не ранее чем через 24 ч после их распрессовки по схеме, представленной на рис. 2.6. Линии реза образцов размечают с помощью угольника по ГОСТ 3749.

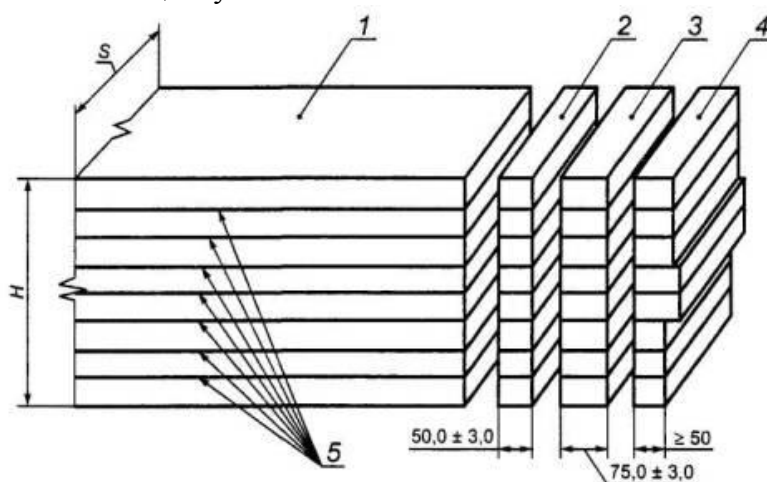


Рис. 2.6 Принципиальная схема выпиливания образцов для испытаний
 H - высота клееного элемента; S - ширина клееного элемента; 1 - многослойный элемент ДКК; 2 - заготовка для выпиливания образцов для предварительных испытаний по ГОСТ 25884; 3 - образец для испытаний на расслаивание; 4 - торцевой срез; 5 - клеевые швы

Образцы для проведения испытаний на прочность при послойном скалывании должны отвечать требованиям ГОСТ25884.

Если ширина сечений испытуемого элемента превышает 300 мм и (или) высота - 600 мм, то выпиленный базовый образец, предназначенный для испытаний на стойкость к расслаиванию, допускается делить на два и более образца размерами не менее 130мм и 300 мм соответственно (в этом случае все образцы подлежат испытаниям). Расстояние от крайних клеевых швов до внешних поверхностей (по высоте образца) должно быть примерно одинаковым и не должно отличаться более чем на 30 %, при этом число клеевых швов в каждом образце должно быть не менее пяти.

Рекомендуется принимать для испытаний на расслаивание не менее трех образцов и не менее пяти образцов для испытания на послойное скалывание.

2. Оборудование

Для проведения испытаний используют оборудование, обеспечивающее заданный режим испытания:

2.1. Испытательную машину (пресс) для нагружения образцов по ГОСТ25884 с усилием до 50 кН, скоростью нагружения $(0,6 \pm 0,15)$ мм/мин и погрешностью измерения нагрузки не более 1 %, с приспособлениями для зажима образцов и передачи на них нагрузки;

2.2. Автоклав, обеспечивающий избыточное давление до 0,7 МПа и вакуум 0,1 МПа;

2.3. Сушилную установку, обеспечивающую температуру нагрева $95^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$, относительную влажность воздуха от 8 % до 60 % и скорость циркуляции воздуха $(2,5 \pm 0,5)$ м/с;

2.4. Влагомер для определения влажности древесины с погрешностью не более 1 %;

2.5. Термометры с диапазоном измерения от 0°C до плюс 100°C с погрешностью измерения не более $0,5^{\circ}\text{C}$;

2.6. Гигрометры с погрешностью измерения не более 2 %;

2.7. Штангенциркуль по ГОСТ166;

2.8. Металлическую измерительную линейку по ГОСТ 427;

2.9. Металлические щупы толщиной 0,01 - 0,1 мм;

2.10. Металлическую измерительную рулетку по ГОСТ 7502, класс 3;

2.11. Весы лабораторные по ГОСТ 24104 общего назначения с погрешностью измерения не более 0,1 г;

2.12. Часы с погрешностью измерения не более 10 с/сут.

3. Проведение испытаний

3.1 Отобранные для испытаний образцы выдерживают в лаборатории при относительной влажности воздуха (55 ± 5) % и температуре (20 ± 3) $^{\circ}\text{C}$ не менее 12 ч (рекомендуется 2сут).

3.2 Перед испытаниями проводят осмотр всех образцов на отсутствие недопустимых пороков древесины, устанавливают число и толщину слоев (ламелей), линейные размеры и определяют влажность.

3.3 Из заготовки, предназначенной для выпиливания образцов для предварительных испытаний на послойное скалывание (рис. 2.6, поз. 2), выпиливают образцы, которые испытывают по ГОСТ25884.

3.4 Образцы, подлежащие испытанию на стойкость к расслаиванию (рис. 2.6, поз.3), взвешивают, определяя их массу с погрешностью не более 5 г, после этого подсчитывают общую длину клеевых швов на обеих торцевых поверхностях каждого образца.

3.5 Испытания проводят в следующей последовательности:

- образцы помещают в автоклав таким образом, чтобы к их торцевым поверхностям был обеспечен свободный доступ воды температурой $10^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$ в количестве, обеспечивающем полное погружение образцов;

- осуществляют режим испытаний, при этом фактическое время сушки образцов может несколько отличаться от приведенного в режиме – его контролируют взвешиванием

испытываемых образцов. Сушку образцов считают законченной, если разница между массой образца после сушки и его начальной массой не превышает 5 %;

- после завершения сушки проводят визуальную оценку наличия расслоений в клеевых швах (допускается подтверждать наличие расслоений щупом толщиной $(0,08 \pm 0,01)$ мм). Измеряют длину расслоившихся участков клеевых швов на обеих торцевых поверхностях образцов, фиксируя при этом клеевой шов с максимальным расслоением. Не учитывают расслоившиеся участки клеевого шва длиной менее 2,5 мм, располагающиеся на расстоянии более 5 мм от ближайшего расслоения, а также расслоения в зоне сучков и другие разрушения по древесине (например, трещины, смоляные кармашки) в зоне клеевых швов;

- после проведения испытания в каждом образце определяют показатели расслоения клеевых швов:

Показатель общего расслоения клеевых швов в образце P_0 , %

$$P_0 = \frac{L'}{L} 100$$

где L' - суммарная длина расслоившихся участков клеевых швов на обеих торцевых поверхностях образца, мм;

L - общая длина клеевых швов на обеих торцевых поверхностях, мм.

Показатель максимального расслоения отдельного клеевого шва P_{\max} , %,

$$P_{\max} = \frac{l_{\max}}{l} 100$$

где l_{\max} - суммарная длина расслоившихся участков клеевого шва на обеих торцевых поверхностях образца, мм;

l - длина клеевого шва на обеих торцевых поверхностях, мм.

Результаты округляют до 0,1. За результат испытания принимают наибольшее значение показателя общего расслоения клеевых швов из числа всех испытанных образцов и показатель максимального расслоения отдельного клеевого шва.

По полученным данным построить графические зависимости:

- а) P от породного состава сырья и сортности пиломатериалов;
- б) P от вида, концентрации, вязкости клея;
- в) P от давления, температуры прессования, продолжительности выдержки под давлением.

Определение атмосферостойкости клееной массивной древесины

Метод основан на определении относительного показателя прочности клеевых соединений при испытании образцов на скалывание вдоль волокон. Атмосферостойкость клеевых соединений представляет собой отношение показателя прочности образцов, подвергнутых атмосферным воздействиям к прочности контрольных образцов.

1. Оборудование

Для проведения испытаний должны применяться следующие оборудование, аппаратура и приборы:

- 1.1. Испытательная машина по ГОСТ 7855-68 с точностью измерения величины нагрузки до 1 %;
- 1.2. Приспособление для испытания по ГОСТ 15613-70;
- 1.3. Штангенциркуль по ГОСТ 166-63 с точностью измерения до 1 мм;
- 1.4. Стенды для испытаний.

2. Проведение испытания

Испытания образцов на атмосферостойкость клеевых соединений проводят в различных климатических зонах, сухой, нормальной и влажной в соответствии со строительными нормами и правилами (глава СНиП II-A7-71).

Для учета влияний метеорологических условий на испытываемые образцы в журнал наблюдений ежемесячно заносят следующие данные, получаемые от государственных метеорологических станций:

- температура воздуха, °С (средняя, минимальная и максимальная);
- количество часов с температурой воздуха, °С:
 - ниже - 30
 - от -30 до -15
 - » -15 » 0
 - » 0 » +15
 - » +15 » +30
 - » +30 и выше;
- количество осадков, мм;
- число дней с осадками (дождь, снег);
- количество солнечных часов;
- количество часов с относительной влажностью воздуха, %:
 - от 100 до 90
 - » 90 » 70
 - » 70 и ниже;
- максимальная скорость и преобладающее направление ветра.

Образцы, испытываемые на атмосферостойкость клеевых соединений, помещают в стенды, устанавливаемые на испытательных площадках.

Испытательные площадки выбирают на открытом воздухе, вблизи метеорологических станций и вдали от источников загрязнения воздуха.

Стенды устанавливают лицевой стороной на юг, с углом наклона к горизонту, соответствующим географической широте места испытания с точностью до 5°.

По высоте стенд должен быть установлен выше уровня земли на 0,5-0,8 м и среднего уровня снежного покрова - на 10-15 см. Вовремя испытаний стенды систематически очищают от снега.

Расположение стендов должно обеспечивать свободное проветривание пространства между ними и исключать затенение образцов.

Испытываемые образцы устанавливают на полках стенда длинной стороной к его задней стенке и крепят к ней тонкой проволокой из алюминия или из другого некорродирующего материала. Расстояние между образцами не должно быть менее 10 мм.

Одновременно с началом испытаний образцов на атмосферные воздействия определяют прочность контрольных образцов на скалывание вдоль волокон по ГОСТ 15613-70 для определения исходной прочности клеевых соединений и закладывают на выдержку в отапливаемом помещении контрольные образцы, механические испытания которых проводят вместе с образцами, прошедшими атмосферные воздействия.

Образцы, снимаемые со стенда для промежуточного контроля и после окончания испытания на атмосферные воздействия, должны быть тщательно осмотрены для регистрации их внешнего вида.

До механических испытаний образцы, снятые со стенда, а также контрольные образцы, выдерживаемые в отапливаемом помещении, приводят к первоначальной влажности (влажности образцов до испытаний) кондиционированием при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $65 \pm 5\%$. Продолжительность кондиционирования образцов - не менее 14 суток.

3. Обработка результатов

3.1. Относительную прочность клеевых соединений (А) подсчитывают с точностью до 1 % по формуле

$$A = \frac{M_{\text{сп}}^{\text{ф}}}{M_{\text{сп}}^{\text{н}}} \times 100$$

где $M_{\text{сп}}^{\text{ф}}$ - среднее арифметическое результатов испытаний образцов после атмосферных воздействий;

$M_{\text{сп}}^{\text{н}}$ - среднее арифметическое результатов испытаний контрольных образцов, выдерживавшихся в отапливаемом помещении.

В качестве критерия атмосферостойкости принимаются следующие показатели:

- изменение механической прочности образцов (предел прочности при скалывании вдоль волокон, характер разрушения);
- изменение внешнего вида образцов (растрескивание, коробление, изменение цвета);
- изменение линейных размеров образцов в момент съема со стенда.

Схема стенда

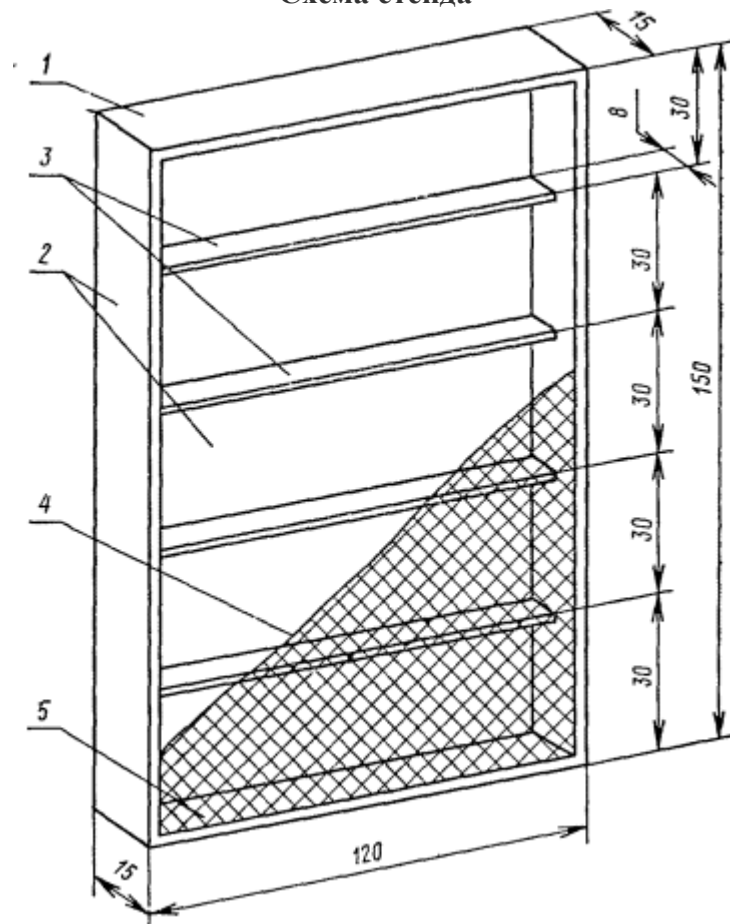


Рис. 2.7

1 - крышка; 2 - стенки; 3 - полки; 4 - защитная съемная сетка; 5 - основание.

Примечание. Стенд изготавливается из некорродирующего материала с отверстиями диаметром 15-20 мм (около 100 отверстий на 1 м²).

По полученным данным построить графические зависимости:

- а) А от породного состава сырья и сортности пиломатериалов;
- б) А от вида, концентрации, вязкости клея;
- в) А от давления, температуры прессования, продолжительности выдержки под давлением.

Форма отчетности:

Формой отчетности по лабораторной работе является Отчет, который должен содержать цель работы, оборудование и материалы, порядок выполнения, расчеты, результаты, выводы.

Задания для самостоятельной работы:

1. Изготовить образцы для проведения испытаний .

Основная литература

1. Волынский, В. Н. Технология древесных плит и композиционных материалов : учебно-справочное пособие / В. Н. Волынский. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 336 с.

Дополнительная литература

1. Клесов, А. Древесно-полимерные композиты : учебное пособие / А. Клесов; пер. с англ. - Санкт-Петербург : НОТ, 2010. - 736 с. .
2. Мельникова, Л. В. Технология композиционных материалов из древесины : учебник для студентов вузов / Л. В. Мельникова. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : МГУЛ, 2004. - 234 с .

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Метод определения прочности клееной массивной древесины при скалывании вдоль волокон
2. Метод определения прочности клееной массивной древесины при раскалывании
3. Метод определения расслаивания клееной массивной древесины
4. Метод определения атмосферостойкости клееной массивной древесины
5. Технологический процесс изготовления клееного мебельного щита. Сырье. Материалы. Режимы. Оборудование.
6. Технологический процесс клееного профилированного бруса. Сырье. Материалы. Режимы. Оборудование.

Лабораторная работа №3 Изучение физико-механических характеристик плитных древесно-полимерных материалов

Цель работы: изучить физико-механические характеристики плитных древесно-полимерных материалов.

Задание:

1. Определить плотность плитных древесно-полимерных материалов;
2. Определить водопоглощение плитных древесно-полимерных материалов;
3. Определить влажность плитных древесно-полимерных материалов;
4. Определить разбухание плитных древесно-полимерных материалов;
5. Определить прочность плитных древесно-полимерных материалов при изгибе;
6. Определить прочность плитных древесно-полимерных материалов при растяжении перпендикулярно к пласти плиты.

Порядок выполнения:

Определение физических свойств

Аппаратура и материалы

- весы лабораторные по ГОСТ 24104-2001 среднего класса точности, обеспечивающие наибольший предел взвешивания (НПВ) - 500 г, с ценой деления (d) - 0,01 г.;
- шкаф сушильный, обеспечивающий высушивание образцов при температуре (103 ± 2) °С.;

- сосуд для воды с термостатом, обеспечивающим постоянную температуру (20 ± 1) °С, с устройством для удержания образцов под водой;
- вода питьевая по ГОСТ 2874-82;
- эксикатор по ГОСТ 25336-82 с гигроскопическим веществом;
- фильтровальная бумага;
- инструмент для измерения линейных размеров образцов по ГОСТ 10633-78;
- бюкса металлическая, стеклянная или фарфоровая по ГОСТ 25336-82;
- плита (груз) металлическая квадратная размером 120×120 мм и массой ($3 \pm 0,2$) кг.

Влажность определяют на образцах произвольной формы и размеров, массой не менее 20 г, имеющих площадь не менее 25 см².

Плотность, разбухание в воде по толщине, водопоглощение определяют на образцах, имеющих форму прямоугольного параллелепипеда толщиной, равной толщине плиты, и размером 50×50 мм.

Допускается разбухание в воде по толщине и водопоглощение определять на образцах размерами, указанными в стандартах на конкретные виды продукции.

Определение влажности

1. Образцы взвешивают непосредственно после отбора.
2. Взвешенные образцы высушивают в сушильном шкафу при температуре (103 ± 2) °С до постоянной массы. массу образца считают постоянной, если разность между двумя последовательными взвешиваниями, проведенными через 6 ч высушивания, не превышает 0,1 % массы испытуемого образца.
3. Допускается измельчать образец. Измельченный образец взвешивают и высушивают в бюксе. При этом массу образца считают постоянной, если разность между двумя последовательными взвешиваниями, проведенными через 0,5 ч высушивания, не превышает 0,1 % массы испытуемого образца.
4. Перед каждым последующим взвешиванием образцы охлаждают в эксикаторе до температуры, равной температуре воздуха в помещении.

Определение плотности

1. Проводят измерение размеров образца.
Длину (ширину) образца измеряют в двух местах параллельно кромкам между двумя точками согласно рис. 3.1
За длину (ширину) образца принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных измерений.
2. Толщину каждого образца измеряют с точностью 0,01 мм в точке пересечения его диагоналей на пласти образца.
3. Образец взвешивают с погрешностью не более 0,1 %.

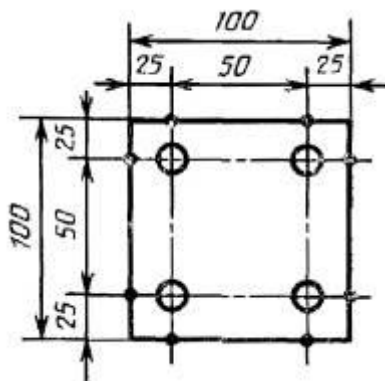


Рис.3.1

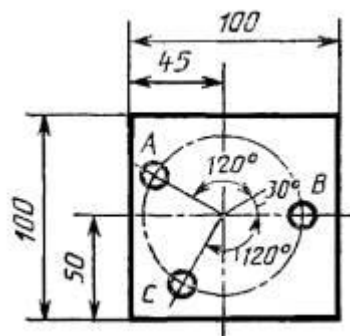


Рис.3.2

Определение водопоглощения и разбухания в воде по толщине

1. Образцы взвешивают не позднее, чем через 0,5 ч после кондиционирования.
2. Толщину каждого образца измеряют с точностью 0,01 мм в точке пересечения его диагоналей на пласти образца.
3. Образцы погружают в сосуд с дистиллированной водой с рН 7 ± 1 при температуре $(20 + 1) ^\circ\text{C}$, при этом они должны располагаться в вертикальном положении, не должны соприкасаться друг с другом, а также с дном и боковыми стенками сосуда. Образцы должны удерживаться на (25 ± 5) мм ниже уровня поверхности воды.
4. Время выдержки образцов в воде устанавливают в стандартах на конкретные виды продукции.
5. После выдержки образцы извлекают из воды.

При определении разбухания по толщине осушают поверхность образцов от капель воды фильтровальной бумагой.

При определении водопоглощения образцы размером (100'100) мм помещают каждый отдельно в горизонтальном положении между листами фильтровальной бумаги и складывают в стопы.

Образцы размером (25'25) мм укладывают между листами фильтровальной бумаги рядами в пределах площади плиты (груза).

На уложенные образцы кладут груз, выдерживают в таком положении 30 с, затем груз снимают и удаляют фильтровальную бумагу.

6. Образцы вторично взвешивают и измеряют толщину не позднее чем через 10 мин после извлечения их из воды.

Обработка результатов

Влажность образца (W) в процентах вычисляют по формуле

$$W = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \cdot 100,$$

где m_0 - масса образца, высушенного до постоянной массы, г;

m_1 - масса образца до высушивания, г.

Результат округляют с точностью до первого десятичного знака.

Плотность образца (ρ) в килограммах на кубический метр вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m}{lbh},$$

где m - масса образца, кг;

l , b и h - соответственно длина, ширина и толщина образца, м.

Результат округляют с точностью до целого числа.

Водопоглощение образца (Δw) в процентах вычисляют по формуле

$$\Delta w = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100,$$

где m_1 - масса образца до погружения в воду, г;

m_2 - масса образца после погружения в воду, г.

Результат округляют с точностью до первого десятичного знака.

Разбухание в воде по толщине образца (t_w) в процентах вычисляют по формуле

$$t_w = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \cdot 100,$$

где t_1 - толщина образца до погружения в воду, мм;

t_2 - толщина образца после извлечения из воды, мм.

Результат округляют с точностью до первого десятичного знака.

Определение прочности при изгибе

Аппаратура

- Испытательная машина, обеспечивающая точность отсчета, равную 1% разрушающей нагрузки.

- Испытательное устройство, состоящее из двух параллельных горизонтальных опор с цилиндрической поверхностью, которые можно перемещать в горизонтальной плоскости, и ножа с цилиндрической поверхностью, расположенного параллельно опорам на равном расстоянии от них и перемещающегося в вертикальной плоскости относительно опор при движении нагружающего элемента испытательной машины.

- Длина опор и ножа должна быть равной ширине образца или превышать ее.

- Радиусы R цилиндрической части опор и ножа должны быть равны соответственно $(7,5 \pm 0,5)$ мм и $(15 \pm 0,5)$ мм.

- На опорах должны быть нанесены отметки для установки образцов по центру опор.

- Приспособление с индикатором по ГОСТ 577-68 или ГОСТ 9696-82 для измерения прогиба с погрешностью измерения перемещения не более 0,01 мм.

- Инструмент для измерения линейных размеров образцов и расстояния между опорами по ГОСТ 10633-78.

Подготовка образцов к испытанию

Образцы должны иметь форму прямоугольного параллелепипеда толщиной, равной толщине плиты. Ширина образца должна быть равна 50 мм, а длина - 20-кратной толщине плюс 50 мм при длине от 150 до 1050 мм.

Толщину образца измеряют в центре поперечной оси согласно рис.3.3

Длину образца измеряют по его продольной, а ширину - по его поперечной оси.

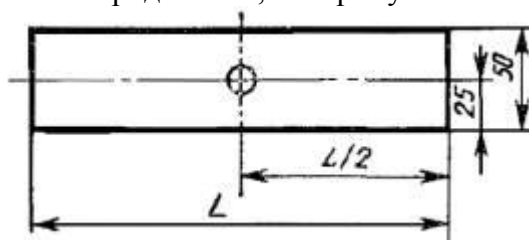


Рис. 3.3

Проведение испытаний

Расстояние между центрами опор устанавливают равным 20-кратной толщине образца, но не менее 100 мм и не более 1000 мм. Образец укладывают на опоры испытательного

устройства по отметкам так, чтобы продольная ось образца была перпендикулярна осям опор, а поперечная ось находилась в одной вертикальной плоскости с осью ножа согласно рис. 3.4

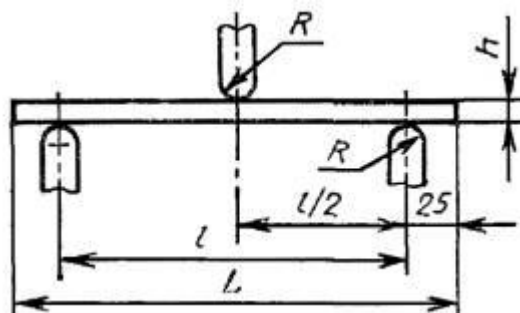


Рис.3.4

При определении предела прочности при изгибе производят нагружение образца с постоянной скоростью до разрушения и регистрируют максимальную нагрузку с точностью до 1 %.

Время от начала нагружения до разрушения образца должно составлять (60 ± 30) с.

При определении модуля упругости при изгибе нагружение образца проводят со скоростью перемещения ножа 1-2 мм/мин и снимают не менее 8 показаний прогиба образца через равные интервалы приращения разрушающей нагрузки в диапазоне от 10 % до 40 %.

Прогиб измеряют в плоскости действия нагрузки с точностью до 0,01 мм, при этом на чувствительный элемент измерительного прибора не должно сказываться местное смятие образца.

По полученным значениям приращений нагрузки и прогиба строят прямолинейный график, усредняя разброс отдельных значений от линейного закона.

Допускается определять угловой коэффициент прямой аналитически (без построения графика) - сглаживанием разброса точек прямой по методу наименьших квадратов.

Обработка результатов

Предел прочности при изгибе образца (σ_i) в МПа вычисляют по формуле

$$\sigma_i = \frac{3Fl}{2bh^2},$$

где F - сила нагружения, действующая на образец в момент разрушения, Н;

l - расстояние между опорами испытательного устройства, мм;

b - ширина образца, мм;

h - толщина образца, мм.

Результат округляют с точностью до первого десятичного знака.

Модуль упругости при изгибе образца (E_i) в МПа вычисляют по формуле

$$E_i = \frac{l^3(F_2 - F_1)}{4bh^3(S_2 - S_1)},$$

где l - расстояние между опорами испытательного устройства, мм;

b - ширина образца, мм;

h - толщина образца, мм;

$F_2 - F_1$ - фиксированное (2 - 3 интервала) приращение нагрузки Н;

$S_2 - S_1$ - приращение прогиба, соответствующее фиксированному приращению нагрузки, определяемому по графику с точностью до 0,1 мм.

При аналитическом определении углового коэффициента прямой k в Н/мм, модуль упругости образца вычисляют по формуле

$$E_i = \frac{l^3 \cdot k}{4bh^3}.$$

Результат округляют с точностью до целого числа.

За результат испытания плиты принимают среднее арифметическое значение результатов испытания всех образцов

Определение прочности на растяжение перпендикулярно к пласти

Аппаратура и материалы

- Испытательная машина по ГОСТ 7855 или другой системы, обеспечивающая погрешность измерения нагрузки не более 1 % и скорость перемещения подвижного захвата, равную (10 ± 1) мм/мин.

- Профильные колодки (рис.3.5) из металла, древесного слоистого пластика (лигнофоля) или древесины твердых лиственных пород влажностью не более 12 %.

- Допускаются прямоугольные колодки из древесины длиной $(65 \pm 0,5)$ мм, шириной $(50 \pm 0,5)$ мм, высотой не менее 16 мм. Длинная сторона колодки должна быть параллельна волокнам древесины.

- Допускается для нужд народного хозяйства применение прямоугольных колодок из шлифованных древесностружечных плит плотностью не менее 650 кг/м^3 длиной $(45 \pm 0,5)$ мм, шириной $(50 \pm 0,5)$ мм и высотой не менее 16 мм.

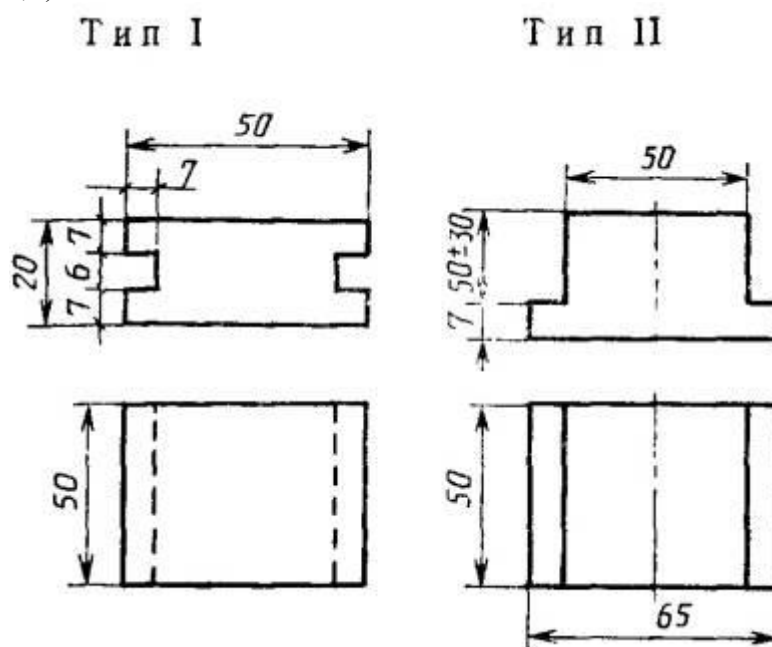


Рис.3.5

Захваты в виде металлических скоб для передачи растягивающего усилия образцу от испытательной машины с самоцентрирующим устройством типа «карданный шарнир», обеспечивающим направление действия нагрузки перпендикулярно поверхности образца (Рис.3.6).

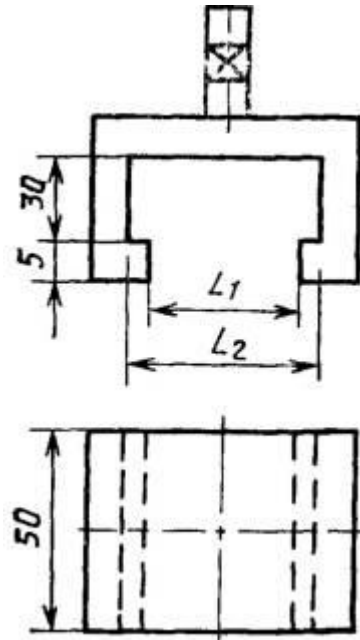
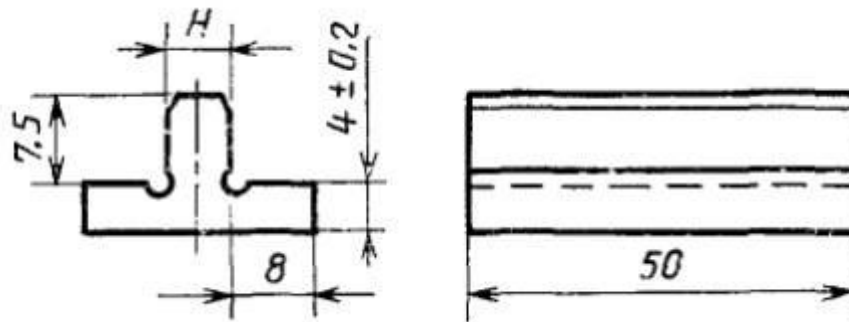


Рис. 3.6

Тип колодок	L_1 , мм	L_2 , мм
Профильная:		
I - из металла, лигнофоля	38	54
II - из древесины твердых лиственных пород	52	70
Прямоугольная:		
из древесины	52	70
из древесностружечной плиты	32	54

Шаблон Т-образного сечения для установки образца между прямоугольными колодками (Рис.3.7).



$$H = h - 3 \text{ мм, где } h - \text{ номинальная толщина плит}$$

Рис.3.7

- Растворитель для обезжиривания поверхности колодок.
- Клей с малым содержанием воды, клей-расплав или эпоксидный клей холодного отверждения для приклеивания колодок к пластикам образцов.

Подготовка к испытанию

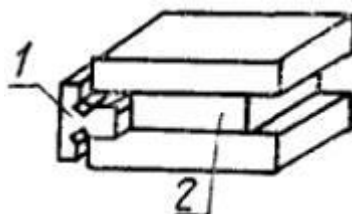
Контактирующие поверхности колодок перед приклеиванием зачищают и обезжиривают. Поверхности, покрытые клеем-расплавом, зачищают при нагреве колодок.

При использовании клея-расплава колодки нагревают до температуры его плавления.

Склеиваемые блоки нагружают усилием, достаточным для равномерного распределения клея по всей поверхности склеивания.

Образец склеивают пластиками с колодками в испытательные блоки, при этом пазы профильных колодок должны быть расположены перпендикулярно друг к другу. При использовании прямоугольных колодок образец закрепляют по центру располагаемых параллельно колодок с помощью шаблона (Рис. 3.8).

Склеивание производят при давлении не более 0,2 МПа до полного отверждения клея.

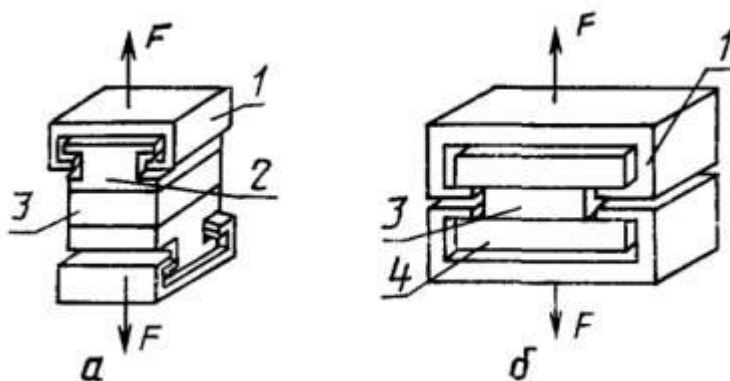


1 - шаблон; 2 - испытательный блок

Рис. 3.8

Проведение испытания

Испытательный блок устанавливают в захватах на испытательной машине так, чтобы кромки образца были симметричны пазу захвата (Рис. 3.9 а, б).



1 - захват; 2 - профильная колодка; 3 - образец; 4 - прямоугольная колодка

Рис.3.9

Нагрузка на образец должна возрастать равномерно в течение (60 ± 15) с до разрушения образца или со скоростью перемещения подвижного захвата испытательной машины (10 ± 1) мм/мин.

При разрушении клеевого соединения образца с колодкой результат не учитывают и испытывают новый испытательный блок.

Обработка результатов

Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты (σ_t) в МПа вычисляют по формуле

$$\sigma_t = \frac{F}{lb},$$

где F - максимальная разрушающая нагрузка, Н;

l - длина образца, мм;

b - ширина образца, мм.

Результаты округляют с точностью до второго десятичного знака.

За результат испытания каждой плиты принимают среднее арифметическое значение результатов вычислений всех испытанных образцов, вырезанных из данной плиты с округлением до второго десятичного знака.

Форма отчетности:

Формой отчетности по лабораторной работе является Отчет, который должен содержать цель работы, оборудование и материалы, порядок выполнения, расчеты, результаты, выводы.

Задания для самостоятельной работы:

1. Подготовить образцы согласно требованиям ГОСТ.

Основная литература

1. Вольнский, В. Н. Технология древесных плит и композиционных материалов : учебно-справочное пособие / В. Н. Вольнский. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 336 с.

Дополнительная литература

1. Клесов, А. Древесно-полимерные композиты : учебное пособие / А. Клесов; пер. с англ. - Санкт-Петербург : НОТ, 2010. - 736 с..

2.. Мельникова, Л. В. Технология композиционных материалов из древесины : учебник для студентов вузов / Л. В. Мельникова. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : МГУЛ, 2004. - 234 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Методы определения физических характеристик плитных древесно-полимерных материалов
2. Методы определения механических характеристик плитных древесно-полимерных материалов
3. Технологический процесс изготовления древесно-стружечных плит. Сырье. Материалы. Режимы. Оборудование.
4. Технологический процесс изготовления древесно-волокнистых плит. Сырье. Материалы. Режимы. Оборудование.
5. Технологический процесс изготовления MDF. Сырье. Материалы. Режимы. Оборудование.
6. Технологический процесс изготовления OSB. Сырье. Материалы. Режимы. Оборудование.
7. Технологический процесс изготовления LVL. Сырье. Материалы. Режимы. Оборудование.

Лабораторная работа №4 Определение работы адгезии, эластичности и толщины отделочных пленок

Цель работы: определить работу адгезии, эластичность и толщину отделочных пленок

Задание:

1. Определить работу адгезии отделочных пленок;
2. Определить эластичность отделочных пленок;
3. Определить толщину отделочных пленок;

Порядок выполнения:

Определение работы адгезии отделочных пленок.

Существуют прямые и косвенные методы определения адгезионной прочности. В первом случае об адгезионной прочности судят по усилию, под действием которого в адгезионном слое возникают нормальные или касательные напряжения, вызывающие разрушение соединения, во втором - по косвенным характеристикам: скорости и интенсивности эмиссии электронов, значению разрядного потенциала, характеру и активности поверхности, образующейся в результате расслоения адгезива и субстрата, и др.

Наиболее распространены прямые методы, при которых отделение пленки от подложки производят при воздействии статической или динамической нагрузки. В зависимости от способа нарушения адгезионных связей различают неравномерный отрыв, равномерный отрыв и сдвиг. Сопротивление, которое приходится преодолевать при равномерном отрыве

или сдвиге (усилие распределяется равномерно по всей поверхности образца), выражается в Па. В случае неравномерного отрыва, когда нагрузка прилагается лишь к части образца и распространяется последовательно по его поверхности, единицей адгезионной прочности служат Н/м (или кН/м).



Рис. 4.1. Варианты определения адгезионной прочности покрытий методом постепенного отслаивания

Существует много разных методов определения адгезионной прочности. Широкое практическое применение, однако, получили лишь немногие из них.

Метод постепенного отслаивания. Этот метод основан на оценке усилия отслаивания (расслаивания) адгезионно связанных поверхностей. Отслаивают или пленку от подложки (если она достаточно гибкая), или подложку от пленки. В последнем случае применяют гибкие подложки: мягкую алюминиевую, отожженную стальную, медную фольгу или фольгу других металлов; толщина фольги 20-50 мкм. Отслаивание можно проводить под разными углами. Наиболее часто угол отслаивания принимают равным 180°. Если отслаиваемая пленка обладает недостаточной прочностью, то ее армируют полосками марли или стеклоткани.

Различные варианты метода отслаивания схематично представлены на рис. 4.1. Определения проводят с помощью приборов - динамометров и адгезиометров. Пригодны, в частности, разрывные машины РМИ-5, 2М-40, динамометр Поляни и др. Специально разработанные адгезиометры позволяют в широких пределах варьировать скорости и углы отслаивания покрытий и получать точные, воспроизводимые результаты.

Примеры адгезиограмм при отслаивании покрытий приведены на рис. 4.2.

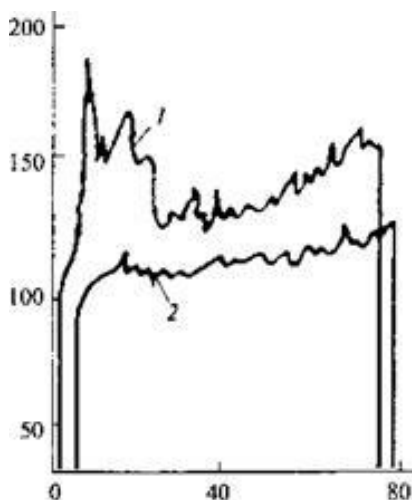


Рис. 4.2. Адгезиограммы при отслаивании эпоксидного покрытия от стальной фольги (1) и полиэтиленового покрытия от алюминиевой фольги (2) /,мм

Значения адгезионной прочности при определениях зависят от толщины покрытий (если отслаивают пленку), модуля упругости материала фольги (если отслаивают подложку), скорости и угла отслаивания а. При всех вариантах метода усилие отслаивания является суммой затрат усилий на преодоление адгезионной связи и на деформацию (изгиб) отслаиваемого материала (пленки или подложки). При изменении а работа отслаивания изменяется следующим образом:

$$W_a = W_{\text{упр}} \cdot \lg \frac{l}{r}$$

Скорость отслаивания часто принимают равной 6,5-7,0 мм/мин, при ее увеличении усилие отслаивания возрастает.

Разновидностью метода расслаивания является метод клина, при котором отделение пленки от подложки осуществляют на принципе механического расклинивания резцом. Метод клина положительно зарекомендовал себя при определении адгезии жестких хрупких покрытий на недеформируемых подложках. Его удобно применять, когда адгезионная прочность превышает когезионную прочность материала пленки.

Метод одновременного отрыва. В зависимости от способа приложения нагрузки этот метод имеет ряд разновидностей (рис. 4.3). Применяют нормальный отрыв при растяжении или сдвиге (грибковый метод, метод штифтов, по отрыву диска), отрыв центробежной силой

(метод ультрацентрифуги), вибрацией (ультразвуковой метод), за счет инерции движущегося образца (метод пневматического ружья). Общим для них является то, что сила отрыва действует сосредоточенно и распределяется равномерно по площади адгезионного контакта. Результаты выражают отношением усилия отрыва к площади адгезированной пленки. Каждый из этих методов имеет свои особенности.

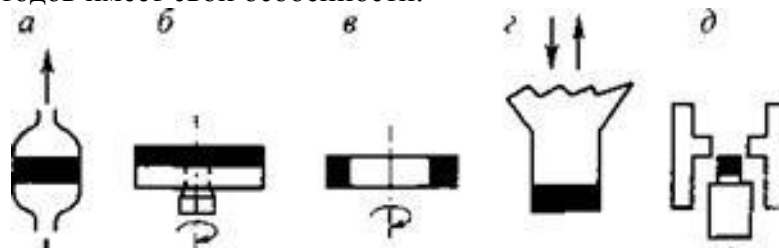


Рис. 4.3. Варианты определения адгезионной прочности покрытий методом одновременного отрыва:

А - грибовый метод; *Б* - метод штифтов; *В* - метод ультрацентрифуги; *Г* - ультразвуковой (или вибрационный) метод; *Д* - метод пневматического ружья

Определения по методу грибов (адгезиметр ОР, измерения по ГОСТ 28574, ISO 4624) удобно проводить на покрытиях из красок, не содержащих растворителей (порошковых, на жидких олигомерах и др.). Погрешность при определениях не превышает 10%. Метод штифтов дает воспроизводимые результаты в случае жестких прочных покрытий толщиной более 100 мкм. Для менее жестких покрытий лучше подходит прибор по отрыву диска (определение по DIN 53232).

Определения адгезионной прочности на принципе воздействия центробежной силы проводят с помощью ультрацентрифуг УЦ-1 и УЦ-И с частотой вращения ротора 104-10э об/мин; метод достаточно трудоемкий. Другие разновидности метода одновременного отрыва (ультразвуковой, инерционный), применяемые за рубежом, не получили распространения в нашей стране.

Прочие методы. В исследовательской практике оправдал себя оптический метод, согласно которому адгезионную прочность оценивают по значению критических внутренних напряжений, вызывающих самоотслаивание покрытия. Ограничение метода - то, что адгезионную прочность можно измерять лишь на поверхности полированного оптического стекла - призмы.

Стандартным (ГОСТ 15140-78, DIN 53211) и распространенным при определении адгезионной прочности покрытий является метод решетчатых и параллельных надрезов. Суть метода заключается в том, что на поверхности покрытия режущим инструментом делают на расстоянии 1 или 2 мм (в зависимости от толщины пленки) надрезы в виде решетки или параллельных линий. По степени отслаивания или удержания образующихся элементов пленки судят об адгезионной прочности, которую выражают в баллах. Наилучшей адгезионной прочности соответствует 1 балл. На этом принципе разработаны адгезиметры АД-1, АД-2, адгезиметр РН. Они обеспечивают удобство и повышенную точность измерений.

Разновидностью метода решетчатых надрезов является определение адгезионной прочности по ISO 2409. Образец с покрытием, на котором сделаны надрезы, подвергают вытяжке на прессе Эриксона (глубина вдавливания 5 мм), после чего оценивают адгезионную прочность по шестибальной шкале (в зависимости от площади отслаивания пленки). Наиболее высокий балл - 0, когда отслаивание отсутствует. Определение проводят на деформируемых образцах из металла - пластинках толщиной 0,5 мм. Метод особенно себя зарекомендовал при оценке адгезионной прочности покрытий, получаемых из порошковых красок.

При любых сочленениях двух твердых разнородных материалов обычно возникают напряжения, обусловленные различием их физических свойств и наличием адгезионного контакта. Лакокрасочные покрытия в этом отношении не представляют исключения. Возникающие в них напряжения могут быть вызваны как внешними воздействиями (нагружение, деформация подложки), так и внутренними факторами (испарение растворителей,

охлаждение и кристаллизация, протекание химических реакций и т. д.). Последний вид напряжений носит название внутренних или остаточных. Они были обстоятельно рассмотрены в работах отечественных ученых В. А. Каргина и М. И. Карякиной, С. А. Шрейнера, П. И. Зубова, А. Т. Санжаровского.

По своему происхождению внутренние напряжения бывают двух видов:

1) усадочные, возникающие вследствие усадки материала пленки при формировании или эксплуатации покрытия;

2) термические, появляющиеся при изменении температуры в результате несоответствия в значениях термических коэффициентов линейного расширения подложки и покрытия. В покрытиях, сформированных при повышенных температурах, внутренние напряжения авн нередко являются суммой усадочных и термических напряжений.

Внутренние напряжения в покрытиях - преимущественно напряжения растяжения. Они опасны тем, что снижают когезионную и адгезионную прочность, а следовательно, и долговечность покрытий. Нередко внутренние напряжения достигают настолько больших значений, что происходит самопроизвольное растрескивание или отслаивание покрытий уже в процессе их формирования. Уменьшение и исключение напряжений представляет важную задачу в технологии покрытий.

Определение адгезии методом решетчатого надреза (ГОСТ Р 54563-2011 (ИСО 2409:2007))

ГОСТ Р 54563-2011 Устанавливает метод определения адгезии (устойчивости к отслаиванию) однослойного, многослойного лакокрасочных покрытий и системы покрытий к окрашиваемой поверхности и/или между слоями при решетчатом надрезе (прямоугольная решетка). надрез должен доходить до окрашиваемой поверхности. метод предназначен для покрытий, нанесенных на твердую (например, металл), и на мягкие (например, древесина, штукатурка и пластмасса) окрашиваемые поверхности. для различных окрашиваемых поверхностей испытания проводят по разным методикам. метод не применим при толщине покрытия более 250 мкм и для текстурированных (шероховатых) покрытий. метод может быть использован по схеме: - проходит/не проходит; - как испытание (при необходимости), в ходе которого определяют адгезию по шестибальной шкале.

Метод предназначен для покрытий, нанесенных на твердую (например, металл), и на мягкие (например, древесина, штукатурка и *пластмасса*) окрашиваемые поверхности. Для различных окрашиваемых поверхностей испытания проводят по разным методикам.

Метод не применим при толщине покрытия более 250 мкм и для текстурированных (*шероховатых*) покрытий.

Аппаратура и материалы

1. Режущий инструмент

Режущая часть инструмента должна иметь определенную форму, режущие кромки должны быть хорошо заточены.

Однолезвийный режущий инструмент толщиной лезвия ($0,43 \pm 0,03$) мм и углом заточки кромки (режущая часть) $20^\circ - 30^\circ$, например, бритвенное лезвие, скальпель, специальные ножи с требуемым углом заточки кромки.

При износе кромки на 0,1 мм инструмент необходимо снова заточить или заменить в случае использования бритвенного лезвия.

Многолезвийный режущий инструмент должен иметь шесть режущих кромок, расположенных на расстоянии 1, 2 или 3 мм друг от друга.

Поперечная ширина шести режущих кромок для инструмента с расстоянием между режущими кромками 1 мм должна составлять 5 мм и 10 мм - для инструмента с расстоянием между режущими кромками в 2 мм.

При износе кромки на 0,1 мм инструмент необходимо снова заточить.

Направляющие и режущие кромки должны находиться на одинаковом расстоянии от центра.

2. Металлическая линейка.

3. Мягкая кисть

4. Прозрачная липкая лента, приклеивающаяся при надавливании

5. Ручная лупа

Лупа с 2-кратным или 3-кратным увеличением.

Проведение испытаний

Число надрезов *длиной не менее 20 мм* в каждом направлении решетчатого рисунка должно равняться шести. Расстояние между надрезами в каждом направлении должно быть одинаковым и зависит от толщины покрытия и типа (*твердости*) окрашиваемой поверхности.

Зависимость расстояния между надрезами от толщины покрытия и типа окрашиваемой поверхности:

до 60 мкм - расстояние 1 мм для твердых поверхностей (например, металл);

до 60 мкм - расстояние 2 мм для мягких поверхностей (например, древесина или *пластмасса*);

от 61 до 120 мкм - расстояние 2 мм для твердых и мягких поверхностей;

от 121 до 250 мкм - расстояние 3 мм для твердых и мягких поверхностей.

Испытания проводят не менее чем на трех участках покрытия на пластинке. Если результаты не совпадают *на любых двух участках* и различие превышает один балл, определение повторяют на трех других участках этой же пластинки или другой. Записывают результаты всех определений.

Выполняют надрезы вручную, учитывая следующие указания:

- при испытании покрытий на древесине или аналогичном материале надрезы выполняют под углом 45° к направлению волокна материала. Повторяют указанную операцию под углом 90° к первоначальным надрезам для получения решетки;

- при испытании покрытий на твердой поверхности *или пластмассе* надрезы выполняют в произвольном направлении. Повторяют указанную операцию под углом 90° к первоначальным надрезам для получения решетки.

Примечание - При нанесении надрезов на покрытие, нанесенное на мягкую окрашиваемую поверхность, допускается возможность ее прорезать.

Осторожно очищают пластинку мягкой кистью, проводя несколько раз вперед и назад вдоль обеих диагоналей решетки.

Центр отрезанной ленты помещают на решетку параллельно одному из направлений надрезов, и разглаживают ленту пальцем по поверхности решетки и на расстоянии не менее 20 мм за решеткой.

Для проверки плотности контакта с покрытием прижимают ленту с нажимом кончиком пальца или ногтем. Цвет покрытия, видимый через ленту, является показателем полного контакта.

Через 5 мин после нанесения ленты ее удаляют, взяв за свободный конец и отрывая плавно за 0,5 - 1,0 с под углом отрыва, по возможности, близким к 60°.

Обработка результатов

В таблице 6.1 приведена 6-балльная шкала оценки результатов. Первые три балла вполне достаточны для оценки по схеме «проходит/не проходит». При необходимости (для специальных целей) можно пользоваться всей 6-балльной шкалой.

Оценку результатов проводят следующим образом:

- мягкая окрашиваемая поверхность (*например, пластмасса*) - немедленно после обработки кистью;

- твердая окрашиваемая поверхность и древесина - сразу после удаления липкой ленты.

Тщательно визуально исследуют внешний вид поверхности надрезов испытуемого покрытия при хорошем освещении или по согласованию между заинтересованными сторонами, пользуясь лупой. При осмотре поверхностей надрезов поворачивают пластинку таким образом, чтобы углы зрения и падающего света не ограничивались одним

направлением. Поверхность испытуемого покрытия классифицируют в соответствии с таблицей 1, сравнивая с рисунками.

За результат испытания принимают значение адгезии в баллах, соответствующее большинству совпадающих значений, при этом расхождение между значениями не должно превышать один балл.

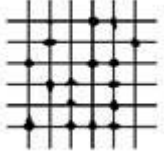

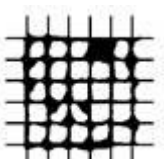
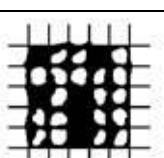
При расхождении значений адгезии, превышающем один балл, испытание повторяют. За окончательный результат принимают среднее округленное значение, полученное в результате шести определений (на одной или на двух пластинках).

При испытании многослойного покрытия или системы покрытия указывают поверхность раздела слоев, на которой произошло расслаивание (между покрытием и окрашиваемой поверхностью или между слоями).

Если результаты испытания отличаются, то указывают каждый результат.

Таблица 4.1

Классификация результатов испытания

Классификация	Описание	Внешний вид поверхности разрезов с отслаиванием (пример для шести параллельных надрезов)
0	Края надрезов полностью гладкие; ни один из квадратов в решетке не отслоился	-
1	Отслоение мелких чешуек покрытия на пересечении надрезов. Площадь отслоений немного превышает 5 % площади решетки	
2	Покрытие отслоилось вдоль краев и/или на пересечении надрезов. Площадь отслоений немного превышает 5 %, но не более 15 % площади решетки	
3	Покрытие отслоилось от краев надрезов частично или полностью широкими полосами и/или отслоилось частично или полностью на различных частях квадратов. Площадь отслоений превышает 15 %, но не более 35 % площади решетки	
4	Покрытие отслоилось вдоль краев надрезов широкими полосами и/или некоторые квадраты отделились частично или полностью. Площадь отслоений превышает 35 %, но не более 65 % площади решетки	
5	Любая степень отслаивания, которую нельзя классифицировать 4-м баллом шкалы	-

Определение эластичности отделочной пленки по шкале гибкости.

Определение эластичности отделочной пленки осуществляется по ГОСТ 6806.

Метод заключается в определении минимального диаметра металлического цилиндрического стержня, изгибание на котором окрашенной металлической пластинки не вызывает механического разрушения или отслаивания однослойной или многослойной лакокрасочной пленки.

Аппаратура и материалы

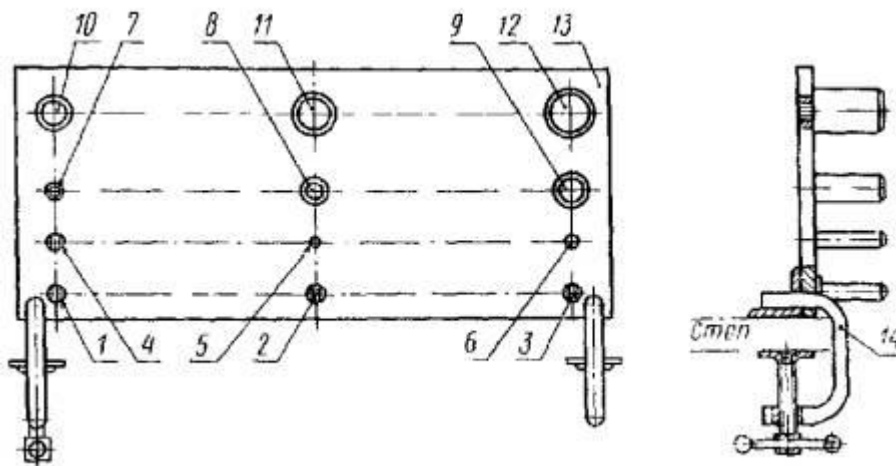
1. Устройство для определения эластичности лакокрасочной пленки при изгибе (рис. 4.4) представляет собой панель, на которой расположены 12 стальных хромированных стержней, 9 из них закреплены неподвижно, а 3 стержня (верхний ряд) снимаются для установки стержней другого диаметра.

Длина рабочей части каждого стержня 55 мм.

Стержни с 1 по 4 плоские, закругленные вверху, диаметр закругления равен соответственно 1, 2, 3 и 4 мм.

Устройство крепят к столу двумя струбцинами.

Стержни с 5 по 12 цилиндрические диаметрами, равными соответственно 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16 и 20 мм. Допускается вместо стержней диаметрами 15, 16 и 20 мм устанавливать стержни большего диаметра: 25, 30, 32, 35, 40, 45 и 55 мм, если это предусмотрено в нормативно-технической документации на лакокрасочный материал.



1 - 12 - стержни; 13 - панель; 14 - струбцина.

Рис.4.4

Допускается применение устройств типа А (см. ниже) или типа В со стержнями того же диаметра, что в описанном устройстве.

2. Образцы для испытания представляют собой пластинки прямоугольной формы длиной 100 - 150 мм и шириной 20 - 50 мм, изготовленные из черной полированной жести толщиной 0,25 - 0,32 мм или из алюминиевых листов и лент по ГОСТ 21631-76, ГОСТ 13726-78 толщиной 0,25 - 0,30 мм с нанесенной на них однослойной или многослойной лакокрасочной пленкой.

Допускается применение пластинок из другого материала, если это указано в нормативно-технической документации на лакокрасочный материал.

Не допускается вырезание пластинок после нанесения пленки, за исключением пластинок, изготовленных из заранее окрашенных рулонных материалов;

3. Лупа с 4× увеличением.

4. Прибор для измерения толщины лакокрасочной пленки с погрешностью не более 10 %.

Подготовка к испытанию

Образцы для испытания готовят по ГОСТ 8832-76, если нет других указаний в нормативно-технической документации на испытуемый лакокрасочный материал.

Перед нанесением материала пластинки тщательно очищают от загрязнений и обезжиривают многократным промыванием в растворителе, если нет других указаний в нормативно-технической документации на лакокрасочный материал.

Жесть должна иметь гладкую поверхность без раковин, ржавых пятен, расслоений и загрязнений.

Способ нанесения лакокрасочного материала, толщина пленки, количество слоев, условия и время высыхания, а также выдержки пленки перед испытанием должны быть указаны в нормативно-технической документации на испытуемый материал.

При нанесении материала с помощью кисти он должен быть распределен по направлению длины пластинки.

Образцы перед испытанием выдерживают в условиях, указанных в нормативно-технической документации на лакокрасочный материал.

При отсутствии указания в нормативно-технической документации образцы выдерживают при (20 ± 2) °С и относительной влажности воздуха (65 ± 5) %: образцы с покрытием холодной сушки - в течение 48 ч и образцы с покрытием горячей сушки - не менее 3 ч.

Время и степень высыхания определяют по ГОСТ 19007-73.

Проведение испытаний

Испытание проводят при (20 ± 2) °С и относительной влажности воздуха (65 ± 5) %, если нет других указаний в нормативно-технической документации на испытуемый материал.

Пластинку накладывают на стержень наибольшего диаметра (20 мм) покрытием наружу и, плотно прижимая ее к стержню, плавно изгибают в течение 1 - 2 с на 180° вокруг стержня, затем покрытие в месте изгиба рассматривают в лупу на наличие трещин и отслаивания. Если эти дефекты отсутствуют, то производят изгибание пластинки каждый раз в другом месте последовательно от стержня большего диаметра к меньшему до тех пор, пока не будут обнаружены указанные выше дефекты.

Если в нормативно-технической документации на лакокрасочный материал предусмотрено значение эластичности (диаметр стержня), то испытание проводят с использованием стержня только такого диаметра.

Обработка результатов

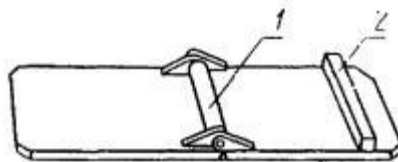
За результат испытания принимают минимальный диаметр стержня в миллиметрах, при изгибании образца на котором испытуемая пленка осталась неповрежденной.

Оценку эластичности пленки при изгибе на металлическом стержне производят после испытания трех пластинок на одном и том же стержне.

Результат испытания должен совпадать не менее, чем для двух испытуемых пластинок, если совпадение не достигнуто, испытание повторяют на шести образцах.

При оценке результатов не принимают во внимание состояние поверхности на расстоянии до 5 мм от края пластинки.

Прибор типа А



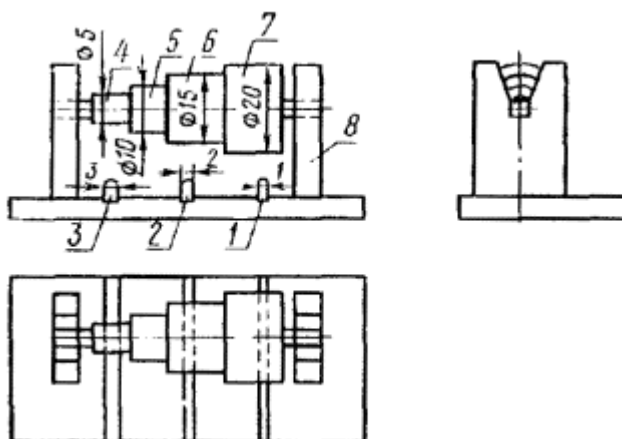
1 - стержень; 2 - упор

Прибор типа А состоит из двух металлических пластин, скрепленных между собой металлической реверсивной осью; набора жестко связанных с реверсивной осью металлических цилиндрических стержней следующих диаметров: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16 и 20 мм; упора, ограничивающего угол изгиба пластинки до 180° . Во избежание изгиба и деформирования в процессе испытаний стержня диаметром 1 мм вместо него применяют пластинку с закругленной частью диаметром 1 мм. Допускается применение стержней диаметрами: 25, 32, 40, 45 и 55 мм, если это указано в нормативно-технической документации на лакокрасочный материал.

Проведение испытаний на приборе типа А

Пластинку помещают в открытый прибор со стержнем соответствующего диаметра покрытием наружу. Затем прибор плавно без рывков закрывают в течение 1 - 2 с, в результате чего пластинка изгибается вокруг стержня на 180°. Не вынимая пластинку из прибора, осматривают поверхность пленки с помощью лупы и фиксируют ее состояние.

Прибор типа В



1 - 7 - стержни; 8 - стойка

Проведение испытаний на приборе типа В проводится аналогично испытаниям на приборе ШГ.

Определение толщины лакокрасочных пленок.

Толщина пленки является важным технологическим показателем, так как характеризует равномерное распределение лакокрасочного материала по всей площади окрашиваемой поверхности. Кроме того, с толщиной покрытия связаны его защитные свойства и расход лакокрасочного материала. Слишком тонкие пленки не обеспечивают длительного сохранения поверхности блеска и быстро стираются, очень тонкие пленки хрупки и вызывают нецелесообразный расход материалов.

Аппаратура и материалы

Для контроля толщины прозрачных лаковых покрытий на древесине в МЛТИ разработан неразрушающий оптический метод (метод светового сечения), основанный на применении двойного микроскопа МИС-11 (рис. 4.5).

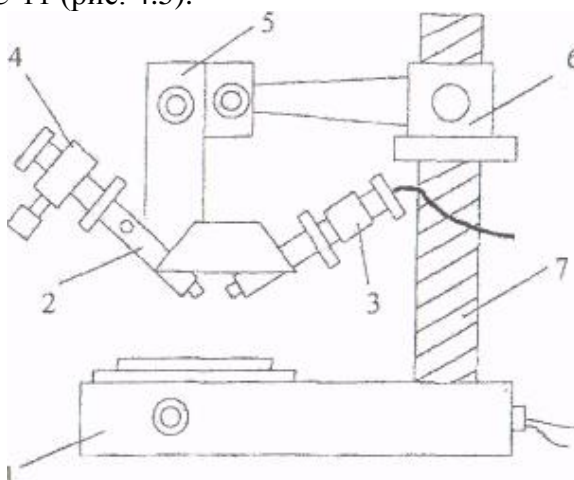


Рис. 4.5. Двойной микроскоп МИС-11:

1 - основание; 2 - осветительный тубус; 3 — визирный тубус;
4 — окулярный микрометр МОВ-1; 5 — кронштейн с кареткой;
6 — направляющие; 7 - стойка

Проведение испытания

Проводят настройку микроскопа. Поворотом кольца окулярного микрометра добиваются резкого изображения в нем нитей. Микроскоп настраивают на резкое изображение световой полоски. Это может производиться при фокусировании микроскопа на поверхность полированной стальной пластинки или предметного столика. Закончив фокусировку, головку прибора поднимают вверх и на предметный столик микроскопа помещают образец с лаковым покрытием так, чтобы световая полоска, проектируемая на поверхность, была перпендикулярна к направлению волокон древесины образца. В случае измерения толщины покрытия на цилиндрических и конусных поверхностях световая полоска должна быть расположена перпендикулярно образующей поверхности детали.

С помощью винтов механизма грубой и точной наводки микроскоп фиксируется на контролируемой поверхности с таким расчетом, чтобы в окуляре было резкое изображение двух световых полосок: на поверхности пленки и на поверхности древесины. Затем окулярный микрометр поворачивают так, чтобы одна из визирных нитей его была параллельна изображению световых полосок. В таком положении окулярный микрометр закрепляют винтом и приступают к выполнению замеров.

Рассматривая в микроскоп МИС-11 поверхность, покрытую прозрачной пленкой, в окуляре микроскопа можно наблюдать две световые полосы (рис. 4.6), одна из которых представляет собой изображение световой щели на поверхности пленки, а другая - изображение той же щели на поверхности подложки.

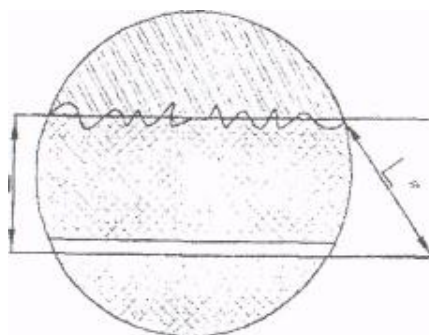


Рис. 4.6. Исследуемый объект в окуляре микроскопа

Обработка результатов

Измеряя величину смещения световых полосок, как показано на рис. 4.7, можно определить толщину лаковой пленки. Величина смещения световых полосок зависит от увеличения микроскопа, толщины и показателя преломления пленки.

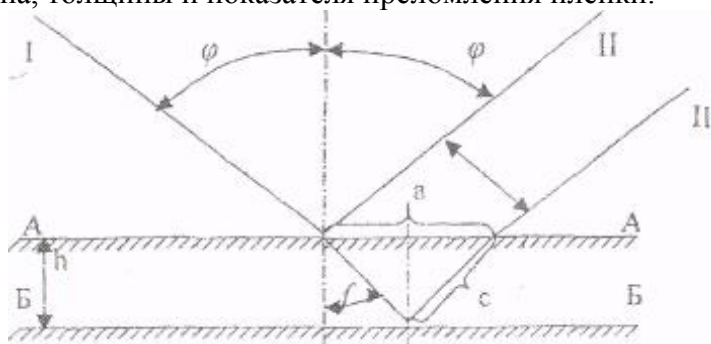


Рис. 4.7. Схема измерения толщины лаковой пленки

Величина смещения изображения световой щели будет зависеть от толщины пленки h , показателя преломления и угла падения света φ .

$$h = 10L' \frac{1}{2N} \sqrt{2n^2 - 1}$$

где 10 - коэффициент для перевода значений, получаемых по барабанчику окулярного микрометра (цена деления 0,01 мм), в микрометры;

$\frac{1}{N}$ - величина, обратная масштабу увеличения микроскопа (N- увеличение микроскопа);

L' - величина смещения изображения щели, наблюдаемая в окуляре и определяемая с помощью окулярного микрометра.

$$L' = (C - C'),$$

где C и C' - значения окулярного микрометра по линии AA и BB.

Необходимым условием применения метода измерения толщины прозрачных лаковых покрытий с помощью микроскопа МИС-11 является значение величины показателя преломления измеряемой пленки.

В зависимости от предполагаемой толщины покрытия выбирают соответствующие объективы микроскопа. Данные, необходимые для выбора объективов, приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Выбор объективов микроскопа МИС-11

Объективы	Фокусное расстояние объективов, мм	Поле зрения, мм	Цена деления окулярного микрометра $1/2N$	Толщина покрытия, которую можно измерить данными объективами, мкм
ОС-40	13,89	1,0	0,047	От 25 до 90
ОС-39	25,02	1,8	0,085	От 90 до 500

Значения $(10 \frac{1}{2N} \sqrt{2n^2 - 1})$ в зависимости от показателя преломления

лака и выбранного объектива микроскопа, подсчитаны и указаны в приложении к прибору. Схема измерения толщины лакового покрытия с помощью винтового окулярного микрометра представлена на рис. 4.8

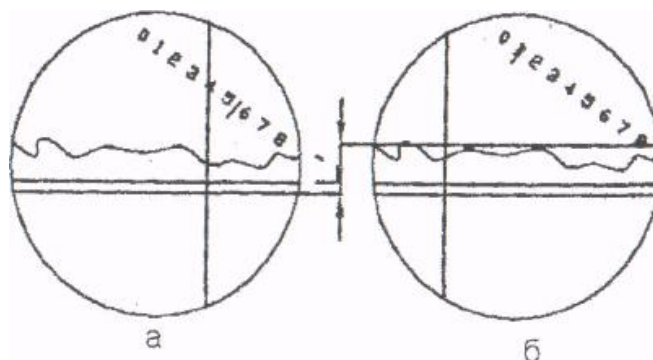


Рис. 4.8. Схема измерения толщины лакового покрытия с помощью винтового окулярного микрометра

Результаты исследований сравнивают с требованиями ОСТа 13-27-82. Толщина тонкослойных покрытий 60-80 мкм, толщина толстослойных покрытий 160-250 мкм за одно нанесение.

Форма отчетности:

Формой отчетности по лабораторной работе является Отчет, который должен содержать цель работы, оборудование и материалы, порядок выполнения, расчеты, результаты, выводы.

Задания для самостоятельной работы:

1. Подготовить образцы лакокрасочных материалов для определения характеристик

Основная литература

1. Плотникова, Г. П. Современные методы склеивания и облицовывания древесины и древесных материалов : учебно-методическое пособие / Г. П. Плотникова, Н. П. Плотников. - Братск : БрГУ, 2015. - 127 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Методы определения качества отделочного покрытия
2. Ламинаты. Состав. Технология. Оборудование. Режимы
3. Рулонные пленки на основе бумаг. Состав. Технология. Оборудование. Режимы
4. ДБСП. Состав. Технология. Оборудование. Режимы
5. ДСП. Состав. Технология. Оборудование. Режимы

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>№ ЛР</i>
<i>1</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Лк	2421	Интерактивная доска, ноутбук, проектор	-
ЛР	2421	Весы с точностью взвешивания 0,1 г рефрактометр, устройство для определения толщины, вискозиметр, весы, сушильный шкаф, установка определения адгезии.	1-4
СР	Ч31	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
ОПК-1	способность понимать научные основы технологических процессов в области лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств	1. Физико-химические основы получения древесно-полимерных материалов	1.1. Теоретические основы адгезионного взаимодействия полимеров с древесной подложкой. Основные положения.	Вопросы к зачету №1 Тест. Вопросы №1,2,9
			1.2. Основные характеристики древесно-полимерных материалов (матрицы, наполнители) основные определения.	Вопросы к зачету №2 Тест. Вопросы №3-8, 10-22
			1.3. Технология модифицирования древесины и ее применение	Вопросы к зачету №3
		3. Отделочные пленки и пластики	3.1 Классификация пленок (пленки на основе бумаг, пропитанных смолами – ламинаты, декоративный шпон; листовые, рулонные, методы нанесения)	Вопросы к зачету №4,5
			3.2 Древесно-слоистые пластики: производство, свойства, применение.	Вопросы к зачету №6 Тест. Вопросы №30-33
			3.3 Декоративно-бумажные слоистые пластики: производство, свойства, применение.	Вопросы к зачету №7
ОПК-4	способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз	2. Технология получения древесно-полимерных материалов.	2.1. Классификация древесно-полимерных материалов (виду наполнителя, матрицы, плотности, способу получения, организации процесса формирования)	Вопросы к зачету №8 Тест. Вопросы №23-29,34-38

	данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий		2.2. Технология производства клееного мебельного щита, деревянных окон	Вопросы к зачету №9,10
			2.3. Технология производства клееного профилированного бруса, CLT, X-lam, BSP	Вопросы к зачету №11,12
			2.4. Технология производства MDF, OSB, LVL	Вопросы к зачету №13-15
			2.5. Использование отходов производства древесных композиционных материалов (изготовление брикетов, гранул).	Вопросы к зачету №16,17
			3. Отделочные пленки и пластики	3.1 Классификация пленок (пленки на основе бумаг, пропитанных смолами – ламинаты, декоративный шпон; листовые, рулонные, методы нанесения)
ПК-3	способность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации изделий из древесины и древесных материалов, элементы экономического анализа в практической деятельности	2. Технология получения древесно-полимерных материалов.	2. Технология получения древесно-полимерных материалов.	Вопросы к зачету №21-26

2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-	способность	1.Теории адгезии	1. Физико-

1	1	понимать научные основы технологических процессов в области лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств	2 Основные характеристики древесно-полимерных материалов	химические основы получения древесно-полимерных материалов	
			3. Виды модифицирования древесины		
			4. Ламинаты. Структура пленки. Технология ламинирования. Оборудование. Режимы		3. Отделочные пленки и пластики
			5. Каширование. Оборудование. Режимы		
			6. Древесно-слоистые пластики: производство, свойства, применение.		
			7. Декоративно-бумажные слоистые пластики: производство, свойства, применение.		
			8. Классификация древесно-полимерных материалов.		
2.	ОПК-4	способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	9. Технология производства деревянных окон		
			10. Технология производства клееного мебельного щита		
			11. Технология производства клееного профилированного бруса		
			12. Технология производства CLT, X-lam, BSP		
			13. Технология производства MDF		
			14. Технология производства OSB		
			15. Технология производства LVL		
			16. Изготовление топливных брикетов		
			17. Изготовление топливных гранул		
			18. Синтетический шпон. Структура пленки. Технология облицовывания. Оборудование. Режимы	3. Отделочные пленки и пластики	
			19. Рулонные пленки на основе бумаг. Структура пленки. Технология облицовывания Оборудование. Режимы		
			20. Листовые пленки на основе бумаг. Структура пленки. Технология облицовывания. Оборудование. Режимы		
			21. Стандарт на клееные панели		2. Технология получения древесно-полимерных материалов.
3.	ПК-3	способность использовать нормативные документы по качеству,	22. Стандарт на LVL		
			23. Стандарт на MDF		
			24. Стандарт на OSB		
			25. ГОСТ на шпон		

	стандартизации и сертификации изделий древесины и древесных материалов, элементы экономического анализа практической деятельности	и из и в	26. Стандарты на смолы синтетические	
--	---	----------	--------------------------------------	--

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ОПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические процессы производства древесно-полимерных материалов, отделочных пленок и пластиков; - содержание и режимы выполнения основных технологических операций; <p>(ОПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы подготовки информационного обзора и технического отчета о результатах исследований; - методику проведения элементарных научных исследований; <p>(ПК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы поиска и анализа необходимой научно-технической информации; <p>Уметь (ОПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - составлять схемы и назначать режимы технологических процессов производства древесно-полимерных материалов; - подбирать материалы для получения древесно-полимерных материалов с заданными качественными показателями; <p>(ОПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - подготавливать информационный обзор и технический отчет о результатах исследований; - проводить испытания физико-механических характеристик древесно-полимерных материалов; <p>(ПК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять поиск и анализ 	зачтено	<p>Знает технологические процессы производства древесно-полимерных материалов, отделочных пленок и пластиков; содержание и режимы выполнения основных технологических операций; принципы подготовки информационного обзора и технического отчета о результатах исследований; методику проведения элементарных научных исследований; принципы поиска и анализа необходимой научно-технической информации;</p> <p>Умеет составлять схемы и назначать режимы технологических процессов производства древесно-полимерных материалов; подбирать материалы для получения древесно-полимерных материалов с заданными качественными показателями; подготавливать информационный обзор и технический отчет о результатах исследований; проводить испытания физико-механических характеристик древесно-полимерных материалов; выполнять поиск и анализ необходимой научно-технической информации; анализировать качественные характеристики древесно-полимерных материалов в зависимости от сырьевых и клеевых материалов, режимов производства;</p> <p>Владеет знаниями о технологии производства, особенностях нанесения на древесные подложки отделочных материалов, схемах получения древесно-полимерных материалов; навыками определения</p>

необходимой научно-технической информации; - анализировать качественные характеристики древесно-полимерных материалов в зависимости от сырьевых и клеевых материалов, режимов производства; Владеть <i>(ОПК-1)</i> :		физико-механических показателей древесно-полимерных материалов; методами поиска и анализа необходимой научно-технической информации; навыками работы с государственными стандартами.
знаниями о технологии производства, особенностях нанесения на древесные подложки отделочных материалов, схемах получения древесно-полимерных материалов; - навыками определения физико-механических показателей древесно-полимерных материалов; <i>(ОПК-4)</i> : - методами поиска и анализа необходимой научно-технической информации; <i>(ПК-3)</i> : - навыками работы с государственными стандартами.	не зачтено	Не освоил содержание дисциплины; принципы подготовки информационного обзора и технического отчета о результатах исследований; методику проведения элементарных научных исследований.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина технология древесно-полимерных и отделочных материалов в деревообработке направлена на ознакомление с физико-химическими основами получения древесно-полимерных материалов, технологией получения древесно-полимерных материалов, отделочными пленками и пластиками, получение теоретических знаний и практических навыков определения физико-химических характеристик полимерных материалов и отделочных пленок, а также физико-механических характеристик древесно-полимерных материалов для дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины технология древесно-полимерных и отделочных материалов в деревообработке предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы;
- самостоятельную работу обучающихся – зачет.

В ходе освоения раздела 1 Физико-химические основы получения древесно-полимерных материалов студенты должны уяснить теоретические основы адгезионного взаимодействия полимеров с древесной подложкой, основные характеристики древесно-полимерных материалов (матрицы, наполнители), технологии модифицирования древесины.

В ходе освоения раздела 2 Технология получения древесно-полимерных материалов студенты должны уяснить технологию производства клееного мебельного щита, деревянных окон, клееного профилированного бруса, CLT, X-lam, BSP, MDF, OSB, LVL, способы использования отходов производства древесных композиционных материалов (изготовление брикетов, гранул).

В ходе освоения раздела 3 Отделочные пленки и пластики студенты должны уяснить классификацию пленок (пленки на основе бумаг, пропитанных смолами – ламинаты, декоративный шпон; листовые, рулонные), методы их нанесения, технологию изготовления древесно-слоистых пластиков, декоративно-бумажных слоистых пластиков.

Необходимо овладеть навыками и умениями определения физико-химических характеристик полимерных материалов и отделочных пленок, а также физико-механических характеристик древесно-полимерных материалов.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется на первом этапе обратить внимание на различия в сырьевых источниках древесно-полимерных материалов, затем на различия в технологическом процессе их изготовления, оборудование для производства, режимы изготовления.

Овладение ключевыми понятиями является определяющим в освоении дисциплины.

При подготовке к зачету рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: 1. Теории адгезии; 2. Виды модифицирования древесины; 3. Технология производства древесно-полимерных материалов; 4. Виды отделочных пленок

В процессе проведения лабораторных работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления о физико-химических и физико-механических характеристиках древесно-полимерных материалов.

Самостоятельную работу необходимо начинать с повторения лекционного курса, методических рекомендаций лабораторных работ.

В процессе консультации с преподавателем необходимо подготовить максимальное количество вопросов, возникающих в процессе освоения дисциплины.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде лекционных занятий и лабораторных работ) в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Технология древесно-полимерных и отделочных материалов в
деревообработке

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: приобретение у обучающихся теоретических знаний о древесно-полимерных материалах, технологиях их получения, особенностях применения в деревообработке.

Задачами изучения дисциплины являются:

- изучить виды древесно-полимерных материалов, их физико-механические характеристики и сферы применения;
- усвоить технологические процессы производства древесно-полимерных материалов;
- ознакомиться с основными режимами технологического процесса производства древесно-полимерных материалов;
- получить навыки определения физико-механических характеристик древесно-полимерных материалов.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк-17 час.; ЛР – 17 час.; СР-74 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единиц

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Физико-химические основы получения древесно-полимерных материалов
- 2 – Технология получения древесно-полимерных материалов
- 3 – Отделочные пленки и пластики

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - способность понимать научные основы технологических процессов в области лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств;

ОПК-4 - способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

ПК-3 - способность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации изделий из древесины и древесных материалов, элементы экономического анализа в практической деятельности.

4. Вид промежуточной аттестации: зачет

*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
ОПК-1	способность понимать научные основы технологических процессов в области лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств	1. Физико-химические основы получения древесно-полимерных материалов	1.1. Теоретические основы адгезионного взаимодействия полимеров с древесной подложкой. Основные положения.	Отчет по лабораторной работе
		3. Отделочные пленки и пластики	3.1. Классификация пленок (пленки на основе бумаг, пропитанных смолами – ламинаты, декоративный шпон; листовые, рулонные, методы нанесения)	Отчет по лабораторной работе
ОПК-4	способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	2. Технология получения древесно-полимерных материалов.	2.2. Технология производства клееного мебельного щита, деревянных окон	Отчет по лабораторной работе
			2.4. Технология производства MDF, OSB, LVL	Отчет по лабораторной работе

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ОПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические процессы производства древесно-полимерных материалов, отделочных пленок и пластиков; - содержание и режимы выполнения основных технологических операций; <p>(ОПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы поиска и анализа необходимой научно-технической информации; - принципы подготовки информационного обзора и технического отчета о результатах исследований; - методику проведения элементарных научных исследований; <p>Уметь (ОПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять поиск и анализ необходимой научно-технической информации; - подготавливать информационный обзор и технический отчет о результатах исследований; - проводить испытания физико-механических характеристик древесно-полимерных материалов; - анализировать качественные характеристики древесно-полимерных материалов в зависимости от сырьевых и клеевых материалов, режимов производства; 	<p>зачтено</p>	<p>Знает технологические процессы производства древесно-полимерных материалов, отделочных пленок и пластиков;</p> <p>содержание и режимы выполнения основных технологических операций;</p> <p>принципы поиска и анализа необходимой научно-технической информации;</p> <p>принципы подготовки информационного обзора и технического отчета о результатах исследований;</p> <p>методику проведения элементарных научных исследований;</p> <p>умеет выполнять поиск и анализ необходимой научно-технической информации;</p> <p>подготавливать информационный обзор и технический отчет о результатах исследований;</p> <p>проводит испытания физико-механических характеристик древесно-полимерных материалов;</p> <p>анализировать качественные характеристики древесно-полимерных материалов в зависимости от сырьевых и клеевых материалов, режимов производства;</p> <p>владеет навыками определения физико-механических показателей древесно-полимерных материалов;</p> <p>методами поиска и анализа необходимой научно-технической информации;</p> <p>навыками работы с государственными стандартами.</p>
<p>Владеть (ОПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками определения физико-механических показателей древесно-полимерных материалов; <p>(ОПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами поиска и анализа необходимой научно-технической информации; - навыками работы с государственными стандартами. 	<p>не зачтено</p>	<p>Не освоил содержание дисциплины;</p> <p>принципы подготовки информационного обзора и технического отчета о результатах исследований;</p> <p>методику проведения элементарных научных исследований.</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

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:

Плотникова Г.П., доцент, к.т.н. _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ВиПЛР

от « ____ » _____ 201__ г., протокол № ____

Заведующий кафедрой
ВиПЛР _____

В.А. Иванов

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой _____

В.А. Иванов

Директор библиотеки _____

Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией лесопромышленного факультета

от « ____ » _____ 201__ г., протокол № ____

Председатель методической комиссии факультета _____

С.М. Сыромаха

Начальник

учебно-методического управления _____

Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____