

Лесопромышленный комплекс

затупления инструмента на точность размеров, в начале каждой смены устанавливался новый заточенный инструмент. Дверки, на которых сверлились отверстия, были изготовлены из ламинированной древесностружечной плиты, массивной древесины (сосны) и плиты МДФ, облицованной пленкой на бумажной основе.

Полученные действительные размеры отверстий сравнивались с установленными номинальными и предельными размерами. Контрольные карты наглядно показали изменение размеров диаметра и глубины отверстий и отклонения их от номинальных размеров в течение периода наблюдений. В большинстве случаев наблюдения рассеивание действительных

размеров находилось в пределах поля допуска и составляло от 34,92 до 35,09 мм.

Анализ контрольных карт показал, что точность сверления отверстий по диаметру и глубине под чашку четырехшарнирной петли в течение рабочей смены снижается на 12%, что связано, скорее всего, с затуплением инструмента, увеличением силы резания и трения, смятием, а не перерезанием отдельных волокон древесины, а затем их восстановлением вследствие упругих деформаций, возникновением микровибраций при сверлении. Поэтому для обеспечения плотной посадки чашки петли в отверстие необходима более частая замена инструмента.

Исследование влияния материала дверки на точность размеров показало, что чем больше плотность, тем точнее размеры отверстия, что связано с упругими свойствами материала.

Результаты проведенной работы свидетельствуют, что на предприятиях необходимо систематически проверять точность и качество выполнения технологических операций и обработки деталей с помощью контрольных карт, применяя статистическую обработку полученных данных измерений. На точность сверления отверстий под чашку четырехшарнирной петли следует обращать особое внимание, так как от этого в значительной степени зависит прочность и долговечность изделия.

Библиографический список

1. Гармаш А. Н., Орлова И. В. Математические методы в управлении // Математические методы в управлении: учеб. пособие. М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2012.
2. Янсон А. И., Янсон Э. Р. Контроль качества на основе статистических методов в производстве мебели. М.: Лесн. пром-сть, 1978. С. 137.

УДК 674.419

И. В. Яцун, С. Б. Шишкина, С. В. Совина
(*I. V. Yatsun, S. B. Shishkina, S. V. Sovina*)

*Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ АРМИРУЮЩЕГО СЛОЯ РЕНТГЕНОЗАЩИТНОГО
КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ
(STUDY OF THE DRYING PROCESS, THE REINFORCING LAYER
OF X-RAY COMPOSITE MATERIAL BASED ON WOOD)**

Настоящее время отличается высокими темпами научно-технического прогресса. Развитие современной техники требует все новых материалов с заранее заданными свойствами. Требуются материалы со сверхвысокой прочностью, твердостью, жаростойкостью, коррозионной стойко-

стью, другими характеристиками и совместным сочетанием этих свойств. Вместе с тем в настоящее время известны сотни тысяч различных некомпозиционных природных и искусственных материалов, которые уже не отвечают возрастающим требованиям. При этом открытие принципиально

новых материалов происходит крайне редко. Это свидетельствует о том, что подавляющее большинство «простых» (некомпозиционных) материалов уже открыто, и ждать в этом направлении больших достижений не приходится. Но научно-технический прогресс не останавливается. Поэтому

Лесопромышленный комплекс

основное и долгосрочное направление в разработке новых материалов состоит в их создании путем соединения различных уже известных материалов, т.е. в получении композиционных материалов.

Одним из них является композиционный рентгенозащитный материал, в состав которого не входит токсичный свинец, требующий особой утилизации при эксплуатации [1].

Композиционный материал состоит из слоев лущеного шпона, чередующихся с армирующими слоями. Армирующий слой выполняет основную рентгенозащитную функцию. В основе него лежит волокнистый материал, наполненный пропиточным составом, состоящим из минерального наполнителя, связующего и воды. Пропитанный рентгенозащитной композицией армирующий слой подвергается процессу сушки, а затем высохший материал собирается в слоистый пакет и запрессовывается по определенному технологическому режиму [1].

Правильно выбранные параметры, в частности продолжительность сушки армирующего слоя, пропитанного разработанной пропиточной композицией, позволяют получить более высокие показатели защитно-эксплуатационных свойств композиционного слоистого материала и рационально организовать технологию его производства, а также эффективно использовать производственные площади. Процесс сушки является результатом «физического высыхания» пропиточной композиции в волокнистом материале, т.е. испарения летучих веществ – в данном случае воды.

Под полным высыханием подразумевается процесс прекращения потери массы армирующего

слоя в результате его сушки. Время высыхания зависит от ряда факторов, таких как температура сушки, относительная влажность воздуха, количество летучих веществ, содержащихся в пропиточной композиции, и др.

Скорость сушки армирующего слоя за счет испарения воды можно представить в виде кривой сушки (рис. 1) и описать уравнением [1]:

$$W = -\frac{Ldx}{Ad\tau}, \quad (1)$$

где W – скорость сушки, кг летучих веществ / (м² поверхности твердой массы ∙ ч);

L – вес твердого покрытия (массы), рассчитанный на сухой остаток, кг;

x – содержание летучих веществ в твердой массе, кг/кг сухого остатка;

A – площадь сушки, м²;

τ – время, ч.

Интегрируя соотношение (1) в пределах X_1 и X_2 , получаем:

$$\tau = \int_0^{\tau} d\tau = \frac{L}{A} \int_{X_1}^{X_2} \frac{dX}{W}. \quad (2)$$

Для периода сушки с постоянной скоростью, когда X_1 и $X_2 > X_{крит}$ и $W = W_{пост}$, уравнение (2) принимает вид:

$$\tau = \frac{L(X_1 - X_2)}{AW_{пост}}. \quad (3)$$

Для периода сушки с убывающей скоростью, когда X_1 и $X_2 < X_{крит}$, имеем два случая:

а) общий случай. Для любого вида кривой сушки уравнение (2) может быть проинтегрировано графически с получением соответствующего значения τ ;

б) специальный случай. Величина W линейна относительно X , как, например, в области CD (см. рис. 1). В этом случае:

$$W = mX + b, \quad (4)$$

где m – значение тангенса угла наклона прямолинейной части кривой;

b – постоянная.

Подставив W в (2), имеем:

$$\tau = \frac{L}{A} \int_{X_1}^{X_2} \frac{dX}{mX + b} = \frac{L}{mA} \ln \frac{mX_1 + b}{mX_2 + b}. \quad (5)$$

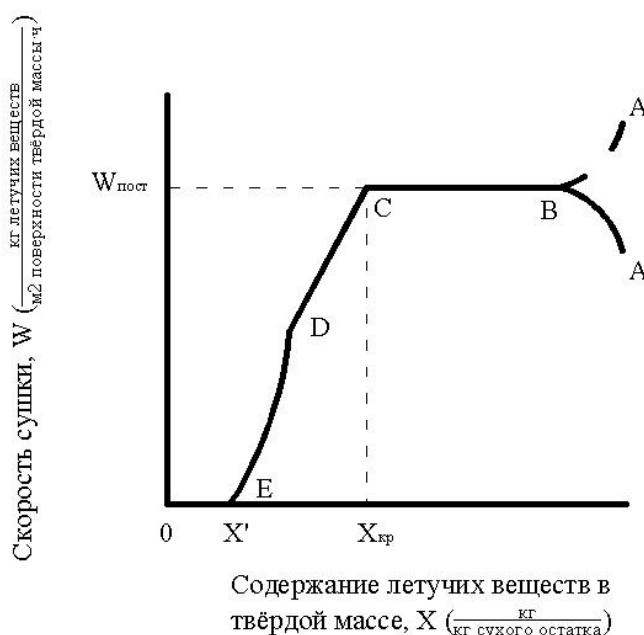


Рис. 1 Кривая процесса сушки армирующего материала, протекающего за счет испарения летучих веществ

Лесопромышленный комплекс

Преобразовав уравнение (5), получаем:

$$\tau = \frac{L(X_1 - X_2)}{A(W_1 - W_2)} \ln \frac{W_1}{W_2} = \frac{L(X_1 - X_2)}{AW_{cp}}, \quad (6)$$

где W_{cp} – средняя логарифмическая разность между W_1 при X_1 и W_2 при X_2 .

За неимением соответствующих данных часто кривая сушки может быть принята прямолинейной между точками С и Е (см. рис. 1).

Тогда

$$W = m(X - X') = \frac{W_{пост}(X - X')}{X_{крит} - X}, \quad (7)$$

где X – равновесное содержание летучих веществ, кг/кг сухого остатка;

$X_{крит}$ – критическое содержание летучих веществ, кг/кг сухого остатка;

$W_{пост}$ – постоянная скорость сушки, кг/(м²·ч).

Таким образом, формула (6) имеет вид

$$\tau = \frac{L(X_{крит} - X')}{W_{пост}A} \ln \frac{X_{крит} - X'}{X_2 - X'}. \quad (8)$$

При проведении экспериментов процесс сушки армирующего слоя проводился при комнатной температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности 60%. Пропитанные образцы в среднем высыхали за 44–48 ч. Такой длительный процесс сушки вызывает определенные неудобства, если производить его в производственных условиях. Во-первых, ведет к увеличению производственных площадей для организации мест технологической выдержки, а во-вторых, уменьшает производительность выпуска продукции в целом, так как является «узким местом» всего технологического процесса [2].

Для интенсификации процесса сушки армирующего материала,

входящего в конструкцию рентгенозащитного композиционного материала на основе древесины, на кафедре МОД УГЛТУ был проведен эксперимент. Исследовались 10 вариантов рентгенозащитного пропитывающего состава, которым наполнялся волокнистый материал. Пропитанные образцы размером 20×20 мм укладывались на стеклянную подложку (предварительно взвешенную) и взвешивались на весах марки ВЛТ-510-П. Затем полученные образцы укладывались в автоклав, разогретый до $100 \pm 5^\circ\text{C}$. Взвешивание образцов осуществлялось через каждые 20 мин до тех пор, пока не установится постоянная масса образцов (для трех последних измерений). Когда это условие выполнится, будем считать, что армирующий материал высох. Результаты испытаний представлены в таблице и на рис. 2.

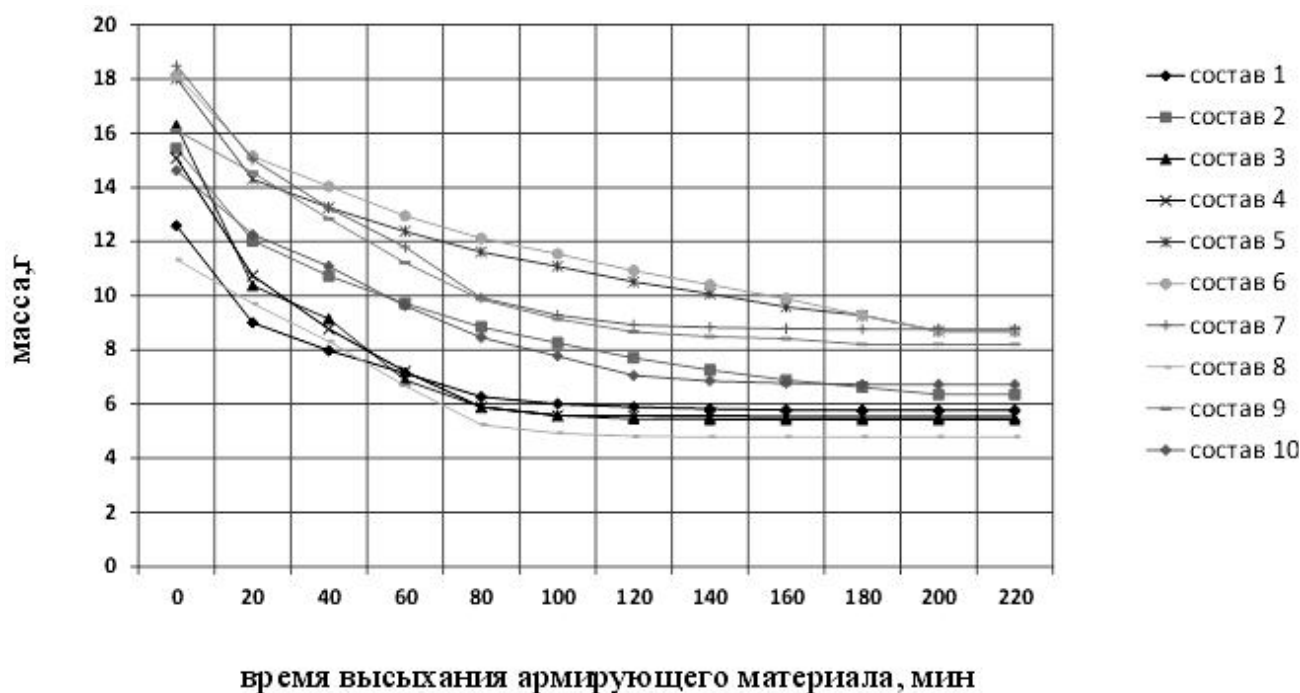


Рис. 2. Изменение массы армирующего слоя в зависимости от продолжительности его высыхания

Лесопромышленный комплекс

Выводы

Разработанный армирующий слой, входящий в состав рентгенозащитного композиционного материала изготовлен из экологически безопасных, доступных и недорогих материалов.

Результаты проведенного эксперимента позволяют сделать вывод, что при увеличении температуры сушки от 20 ± 2 до 100 ± 5 °С

продолжительность сушки можно сократить от 44–48 до 3,5–4 ч.

Анализируя приведенный на рис. 2 график, можно сделать вывод, что интенсивная потеря массы происходит в течение первых 80 мин, т.е. имеет более высокую скорость сушки. Далее процесс высыхания происходит более медленно из-за уменьшения скорости сушки.

Сокращение продолжительности сушки позволит сократить производственные площади, используемые для сушки, и повысить производительность труда при производстве рентгенозащитного композиционного материала в условиях промышленного производства.

Определение продолжительности высыхания армирующего слоя

№ п/п	Масса образцов, г, при времени сушки, мин												
	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
1.	12,58	9,0	7,97	7,14	6,56	6,26	6,0	5,89	5,82	5,78	5,77	5,77	5,77
2.	15,43	12,03	10,72	9,71	8,84	8,25	7,7	7,25	6,88	6,62	6,35	6,35	6,35
3.	16,28	10,37	9,14	6,88	5,88	5,57	5,45	5,43	5,42	5,42	5,42	–	–
4.	15,07	10,74	8,76	7,2	5,88	5,57	5,56	5,55	5,54	5,54	5,54	–	–
5.	18,01	14,3	13,25	12,37	11,61	11,08	10,51	10,07	9,58	9,27	8,69	8,69	8,69
6.	18,13	15,14	14,03	12,94	12,11	11,54	10,92	10,4	9,89	9,48	9,15	9,15	9,15
7.	18,49	15,02	13,24	11,79	9,92	9,28	8,92	8,83	8,78	8,76	8,76	8,76	–
8.	11,33	9,71	8,31	6,67	5,23	4,82	4,8	4,79	4,78	4,78	4,78	–	–
9.	16,1	14,54	12,84	11,21	9,86	9,14	8,66	8,48	8,41	8,4	8,2	8,2	8,2
10.	14,62	12,25	11,08	9,63	8,45	7,77	7,05	6,85	6,77	6,75	6,72	6,72	6,72

Библиографический список

1. Ветошкин Ю.И., Яцун И.В., Чернышев О.Н. Конструкции и эксплуатационно-технологические особенности композиционных рентгенозащитных материалов на основе древесины: моногр. / Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2009. С. 70–75.
2. Ветошкин Ю.И., Шишкина С.Б., Яцун И.В. Совершенствование технологии создания рентгенозащитных лакокрасочных покрытий // Деревообработ. пром-сть. 2007. №5. С. 23–25.

УДК 628.34:547.56

*А.М. Халемский, С.В. Смирнов, Г.В. Киселева
(А.М. Khalemskiy, S.V. Smirnov, G.V. Kiseleva)
ООО «Урал Процесс инжиниринг компания (УПЕК),
Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург*

**ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ФЕНОЛ И ФОРМАЛЬДЕГИД,
СОЕДИНЕНИЯМИ ХРОМА(VI) И ЖЕЛЕЗА(VI)
(THE SEWAGE TREATMENT, CONTAINING PHENOL AND FORMALDEHYDE,
COMPOUNDS OF CHROME(VI) AND IRON(VI))**

Для очистки водных растворов от формальдегида и фенола использованы хроматы(VI) и ферраты(VI) натрия и калия. Показаны преимущества использования железосодержащих реагентов в технологиях обезвреживания и очистки сточных вод.

For purification of water solutions of formaldehyde and phenol chromates(VI) and ferrate(VI) sodium and potassium are used. Advantages of use of ferriferous reagents in technologies of neutralization and sewage treatment are shown.

Фенолформальдегидные смолы используются в технологии фанеры, древесностружечных и древесноволокнистых плит, и сточные воды, содержащие формальдегид и фенол (систематические названия метаналь и гидроксibenзол), образуются на деревообрабатывающих предприятиях. Большие объемы «надсмольных вод» сбрасываются коксохимическими заводами. Источником образования стоков с формальдегидом и фенолом является также нефтехимическая промышленность. Для очистки сточных вод от формальдегида и фенола используются химические, физико-химические и биохимические методы [1–4]. Физико-химические методы обеспечивают высокую степень очистки, но вследствие высокой стоимости оборудования и сложностей очистки растворов с высокими концентрациями примесей их применение ограничено. Биохимические методы нашли широкое применение, но низкие скорости процессов требуют выделения значительных площадей, а в условиях холодного климата

ещё и поддержания температурного режима.

В данной работе исследованы реагентные методы очистки, в основе которых лежат реакции окисления формальдегида и фенола соединениями хрома(VI) и железа(VI). Ранее была показана возможность утилизации растворов, содержащих муравьиную кислоту, путем обработки их раствором оксида хрома(VI). Для очистки модельных растворов от примесей фенола и формальдегида использовались хромат(VI) натрия

(ТУ 6-09-91-84) или дихромат калия (ГОСТ 2652-78) и реагент-окислитель «Фернел» категории «Б» (ТУ 214000-001-56974547-2009), в составе которого имеются феррат(VI) и гидроксид калия (табл. 1). Полнота протекания реакций оценивалась по данным объёмного химического анализа.

Окисление формальдегида до солей угольной кислоты, как показывают данные табл. 2, происходит в кислых растворах при действии дихромат(VI)-, хромат(VI)- и феррат(VI)-ионов. Установлено,

Таблица 1

Интервалы содержания компонентов реагента «Фернел» категории «Б»

Наименование	Эмпирическая формула	Массовая доля компонента, %
Окисляющие соединения железа в пересчете на феррат(VI) калия	K_2FeO_4	25,2–40,3
в том числе:		
соединения железа(IV)	K_2FeO_3	0,1–12,6
соединения железа(VI)	K_2FeO_4	21,0–39,5
Гидроксид калия	KOH	47,2–68,1
Сульфаты натрия и калия в пересчете на сульфат-ион	SO_4^{2-}	3,1–5,8
Оксидные соединения железа(III) в пересчете на оксид железа(III)	Fe_2O_3	2,1–2,6