УДК 674.08 + 692.53

С. С. Утгоф, аспирант (БГТУ); **Л. В. Игнатович**, кандидат технических наук, доцент (БГТУ)

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ПАРКЕТНЫХ ПОКРЫТИЙ С ЛИЦЕВЫМ СЛОЕМ ИЗ УПЛОТНЕННОЙ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ И ОЛЬХИ

Статья посвящена обоснованию экономической эффективности внедрения в производство многослойных паркетных покрытий уплотненной древесины мягких лиственных пород в качестве лицевого слоя. Материал статьи основан на анализе результатов эксперимента по сокращению расхода клеевых и лакокрасочных материалов для склеивания и отделки многослойных паркетных изделий с лицевым слоем из уплотненной древесины мягких лиственных пород.

The article is devoted to substantiation the economic efficiency of manufacturing a multilayer parquet flooring with densified deciduous wood as a facing layer. The material is based on the analysis of the results of the experiment to reduce the consumption of paints and adhesives for bonding and finishing of multilayer parquet products with densified as a facial layer.

Введение. В настоящее время является актуальным внедрение технологий производства композиционных, столярно-строительных изделий из древесины, обеспечивающих рациональное использование сырьевых, энергетических и трудовых ресурсов.

Паркетные покрытия на основе древесины и древесных материалов используются как в отечественной, так и в зарубежной практике. Они обладают рядом достоинств по сравнению с синтетическими напольными покрытиями. Существенным препятствием для широкого распространения паркетных покрытий является его стоимость. Дороговизна паркетных покрытий обусловлена применением древесины твердолиственных пород. Благодаря своей твердости, прочности и высокой износостойкости древесина дуба и ясеня является традиционным материалом в паркетном производстве. В настоящее время твердолиственные породы составляют 5,1% основных лесообразующих пород в лесопокрытой площади Республики Беларусь [1].

Приоритетной задачей деревообрабатывающей промышленности Республики Беларусь является расширение сырьевой базы путем вовлечения в производство древесины мягких лиственных пород, доля которых составляет 38%. Применение древесины мягких лиственных пород ограничено из-за их низких физико-механических показателей.

Основная часть. В результате опытно-промышленных испытаний было установлено, что альтернативным материалом древесине твердых лиственных пород в производстве столярно-строительных изделий, в частности в производстве многослойных паркетных покрытий, является уплотненная древесина мягких лиственных пород, которая обладает повышенными прочностными и эксплуатационными показателями.

Следует отметить, что при использовании уплотненной древесины мягких лиственных пород в производстве столярно-строительных изделий снижается себестоимость готовой продукции, при этом качество изделий соответствует требованиям, предъявляемым к изделиям из древесины твердых лиственных пород.

Расчет экономической эффективности производства уплотненной древесины мягких лиственных пород выполнен на основе опытно-промышленных испытаний, проведенных на предприятии СООО «Фабрика Дверей «Лоза».

По результатам опытно-промышленной апробации ресурсосберегащей технологии улучшения физико-механических характеристик мягких лиственных пород методом проката на станке ТЛ-140 были проведены расчеты следующих показателей экономической эффективности: прирост (увеличение прибыли), срок окупаемости капитальных вложений, коэффициент экономической эффективности [2, 3, 4].

Годовой экономический эффект (прирост прибыли) определяли из экономии при замещении заготовок твердолиственных пород древесины (дуб, ясень, бук и др.) на заготовки уплотненной древесины мягких лиственных пород (ольха, липа, осина и т. п.), по формуле (1):

$$Э_{год} = (C_1 - C_2) \cdot П_{год}, \qquad (1)$$

где C_1 – себестоимость изготовления 1 м^2 заготовок из древесины твердолиственных пород, тыс. руб.; C_2 – себестоимость изготовления 1 м^2 заготовок из уплотненной древесины мягких лиственных пород, тыс. руб.; $П_{год}$ – годовой объем выработки на участке уплотнения, м^2.

Срок окупаемости капитальных вложений при внедрении участка по уплотнению древесины определяли по формуле (2):

$$T_{ОК} = К_н / (С_1 - С_2) \cdot П_{год} + А_Н, \quad (2)$$

где $К_н$ – капитальные вложения по новому оборудованию, тыс. руб.; $А_н$ – сумма амортизационных отчислений, тыс. руб.

Фактический коэффициент экономической эффективности капитальных вложений определяли по формуле (3):

$$Е_ф = (С_1 - С_2) / К_н. \quad (3)$$

Годовую программу выработки заготовок на участке уплотнения рассчитывали по формуле (4):

$$Q_г = T_{год.\,эф.} \cdot П_ч \cdot К_р, \quad (4)$$

где $Q_г$ – годовая программа выработки заготовок, м^2; $T_{год.эф}$ – эффективный годовой фонд времени, ч; $П_ч$ – часовая производительность прокатного станка, м^2; $К_р$ – коэффициент на неучтенные простои времени.

Часовая производительность участка уплотнения рассчитывается по формуле (5):

$$П_ч = 60 \cdot U \cdot К_Д \cdot К_М, \quad (5)$$

где U – скорость подачи заготовок, м/мин; $К_д$ – коэффициент использования рабочего времени; $К_м$ – коэффициент использования машинного времени.

Часовая производительность участка по уплотнению составляет 204 м п./ч, или 20,4 м^2 (ширина заготовок 100 мм), при скорости подачи заготовок 5 м/мин [5].

Эффективный годовой фонд времени в 2013 году – 3984 ч. Следовательно, годовая программа выработки заготовок уплотненной древесины мягких лиственных пород – 73 000 м^2.

Согласно технологическим расчетам, для выработки 73 000 м^2 заготовок из уплотненной древесины лиственных пород необходимо:

- 1085 м^3 обрезной доски древесины ольхи (березы, липы) стоимостью 2 013 760 тыс. руб.;
- 1354 м^3 обрезной доски древесины осины (тополя) стоимостью 1 884 768 тыс. руб.

Для выработки 73 000 м^2 заготовок из древесины твердолиственных пород (дуб, ясень, бук) потребуется 774 м^3 обрезной доски стоимостью 3 232 224 тыс. руб.

Прирост прибыли (экономия) от внедрения уплотненной древесины мягких лиственных пород в производство столярно-строительных изделий (дверные наличники, поганажные изделия, лицевой слой многослойных паркетных покрытий, стеновых панелей и т. п.) с целью ресурсосбережения древесины твердолиственных пород составляет:

– 785,830 млн. руб. для древесины ольхи, березы, липы;

– 921,318 млн. руб. для древесины осины и тополя.

В табл. 1 приведены технико-экономические показатели участка уплотнения древесины мягких лиственных пород.

Таблица 1

Технико-экономические показатели

Показатель	Единица измерения	Значение показателя
Годовая программа выработки заготовок на участке уплотнения	м^2	73 000
Капитальные вложения	тыс. руб.	110 000
Текущие затраты, всего	тыс. руб.	429 775
Текущие затраты на единицу продукции	тыс. руб.	5,890
Прирост прибыли*	тыс. руб.	785 830 / 921 318
Срок окупаемости*	год	0,12/0,14
Коэффициент экономической эффективности*		7,14/8,38

* Расчеты показателей приведены для двух групп применяемых лиственных пород древесины – ольха, береза, липа и осина, тополь.

Исследование физико-механических свойств полученной уплотненной древесины показывает, что уплотнение древесины приводит к значительному увеличению ее плотности: 36,4–48,9% для древесины ольхи и 22,4–39,8% для древесины березы. Значение тангенциальной твердости древесины ольхи и березы составляет 32,5–59,1 Н/мм^2 и 39,6–54,5 Н/мм^2 соответственно. Твердость уплотненной древесины березы и ольхи для некоторых режимов достигает и даже превышает значения твердости древесины дуба на 12,6–18,6%. Относительно первоначальной твердости значение ее после уплотнения улучшилось максимально на 92–99%. Как для древесины ольхи, так и для древесины березы износостойкость улучшилась в 2 раза.

В процессе уплотнения древесины снижается ее пористость и шероховатость, что оказывает влияние на смачиваемость поверхности и впитывание древесиной клеевых и лакокрасочных материалов. Исследование шероховатости поверхности уплотненной и натуральной древесины свидетельствует о том, что обработка древесины уплотнением значительно улучшает качество поверхности: значение показателей R_z и R_a уменьшились в 2,3–2,5 раза: для натуральной древесины ольхи R_z = 11,05 мкм и R_a = 1,76 мкм, а для уплотненной – 4,83 мкм и 0,71 мкм соответственно; после уплотнения профиль

поверхности древесины становится более упорядоченным и однородным по сравнению с натуральной древесиной, обработанной шлифованием. Следовательно, возможно снижение расхода клеевых и лакокрасочных материалов за счет уменьшения количества материалов, требуемых для заполнения пор и неровностей древесины.

С целью обоснования снижения расхода клеевых и лакокрасочных материалов были проведены исследования влияния расхода клеевых и лакокрасочных материалов на прочность склеивания и адгезию лакокрасочных материалов к уплотненной древесине.

Для проведения исследования были изготовлены образцы уплотненной древесины ольхи со степенью уплотнения 40% (пористость древесины уменьшилась на 40%), шероховатость поверхности образцов составила 5 мкм.

В настоящее время широкое применение получили паркетные изделия с защитно-декоративным покрытием, нанесенным в заводских условиях. Для его получения применяются лакокрасочные материалы УФ-отверждения, которые позволяют получить покрытия высокой твердости и износостойкости. Защитно-декоративные покрытия УФ-отверждения имеют многослойную структуру, состоящую из нескольких слоев грунтов и лаков, каждый из которых выполняет определенную функцию. Первыми на поверхность древесины наносятся грунты для улучшения адгезии, в среднем наносится три слоя данного грунта. Первый слой заполняет неровности поверхности древесины, второй и третий – выравнивают отделываемую поверхность.

Для проведения исследования на образцы из натуральной (шероховатость поверхности 11 мкм) и уплотненной древесины ольхи было нанесено стандартное покрытие, которое используется в производстве паркетных покрытий: 3 слоя адгезионного грунта и остальное покрытие по стандартной технологии. Образцы с покрытием на натуральной древесине принимаем как контрольные. На поверхность уплотненной древесины были нанесены стандартное покрытие (три слоя грунта), покрытие с двумя слоями и с одним слоем грунта.

Адгезия лакокрасочных покрытий к древесине определялась методом равномерного отрыва цилиндров, сущность которого заключается в отрыве участка покрытия от древесной подложки в перпендикулярном к ней направлении и определении необходимого для этого усилия по ГОСТ 27325–87 [6].

Результаты исследования адгезии приведены в табл. 2.

Таблица 2

Зависимость адгезии лакокрасочного покрытия от расхода грунта

№ опыта	Материал подложки	Структура	Среднее значение адгезии, МПа
1	Натуральная древесина ольхи	3 слоя адгезионного гранта	7,76
2	Уплотненная древесина ольхи	3 слоя адгезионного гранта	7,85
3		2 слоя адгезионного гранта	7,48
4		1 слой адгезионного гранта	7,14

Результаты исследования адгезии лакокрасочного покрытия к уплотненной древесине показывают, что покрытие с тремя слоями адгезионного грунта обладает такой же адгезией к подложке из уплотненной древесины, как и к подложке из натуральной древесины. Уменьшение до одного-двух слоев грунта снижает адгезию на 7–8 %, что находится в рамках нормы качества лакокрасочного покрытия.

Для проведения исследования прочности склеивания были склеены по стандартным режимам образцы из уплотненной древесины ольхи. Для склеивания применялся однокомпонентный полиуретановый клей. Расход клея варьировался от 150 г/м^2 до 120 г/м^2. Исследование прочности клеевого шва с древесиной при растяжении перпендикулярно пласти проводилось в соответствии с ГОСТ 10636–90 [7]. Результаты исследования прочности склеивания приведены в табл. 3.

Таблица 3

Зависимость прочности склеивания от расхода клея

№ опыта	Древесина	Расход клея, г/м^2	Среднее значение прочности, МПа
1	Натуральная ольха	150	7,95
2	Уплотненная ольха	150	7,88
3		140	7,64
4		130	7,42
5		120	6,15

Результаты исследования зависимости прочности склеивания уплотненной древесины от расхода клея показывают, что снижение расхода на 13% приводит к незначительному снижению прочности (5,4%), дальнейшее снижение

расхода клея да 120 г/м^2 приводит к снижению прочности на 22,6 %.

Заключение. Результаты проведенных расчетов свидетельствуют о том, что эффективность применения уплотненной древесины мягких лиственных пород обеспечивается доступностью и дешевизной древесины мягких лиственных пород, которая позволяет образовывать прибыль даже при условии применения дополнительных операций по улучшению ее физико-механических свойств. Следует сделать вывод о том, что замена традиционных материалов, применяемых в производстве паркетных изделий, влечет за собой изменение стандартных технологий склеивания и отделки готовой продукции.

Результаты расчета экономической эффективности изготовления уплотненной древесины мягких лиственных пород подтверждают целесообразность ее применения в производстве столярно-строительных изделий, в частности в качестве лицевого слоя многослойных паркетных покрытий.

При создании защитно-декоративных покрытий на поверхности уплотненной древесины ольхи возможно сокращение расхода адгезионного грунта до одного слоя без уменьшения адгезионной прочности защитно-декоративного покрытия. Таким образом, необходимо скорректировать технологию создания лакокрасочных покрытий: сократить количество наносимых слоев грунта и исключить операцию шлифования поверхности перед отделкой.

При уменьшении расхода клея до 130 г/м^2 прочность склеивания уплотненной древесины уменьшилась на 4–7%. При дальнейшем сокращении расхода клея до 120 г/м^2 прочность уменьшается на 23% по сравнению с контрольным образцом. Целесообразно сокращение расхода клея до 130 г/м^2.

Экономический эффект от сокращения расходов клеевых и лакокрасочных материалов зависит от стоимости используемого материала и может быть различным.

В этой связи следует определить направления повышения эффективности производства многослойных паркетных покрытий:

– применение уплотненной древесины мягких лиственных пород в качестве лицевого слоя;

– исключение операции шлифования перед нанесением защитно-декоративного покрытия;

– создание защитно-декоративных покрытий в заводских условиях с применением материалов УФ-отверждения;

– разработка новых или усовершенствование применяемых технологий создания защитно-декоративных покрытий с учетом применения в качестве подложки уплотненной древесины мягких лиственных пород;

– разработка новых или усовершенствование применяемых режимов склеивания лицевого слоя с древесиной основания с учетом применения в качестве лицевого слоя уплотненной древесины мягких лиственных пород;

Реализация предлагаемых преобразований должна привести к снижению стоимости готовой продукции и повышению конкурентоспособности паркетных изделий отечественных производителей.

Литература

1. Сведения о лесном фонде Министерства лесного хоз-ва Республики Беларусь / Министерство лесного хозяйства Респ. Беларусь. Минск: Белгослес, 2011. 27 с.

2. Инструкция по оценке эффективности использования результатов исследований и разработок в промышленности: постановление ГКНТ и НАН Беларуси от 22.12.2004. № 8/3. Минск, 2005. 23 с.

3. Методические рекомендации по оценке эффективности использования в лесном хозяйстве результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ: науч.-техн. информ. в лесном хоз-ве. Минск, 2005. Вып. 6. 49 с.

4. Об установлении нормативных сроков службы основных средств и признании утратившими силу некоторых постановлений Министерства экономики Республики Беларусь: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 30.09.2011 № 161. – Минск, 2011. 73 с.

5. Технология изделий из древесины. В 2 ч. Ч. 2. Нормы расхода сырья и материалов / А. А. Барташевич [и др]. Минск: БГТУ, 2010. 178 с.

6. Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения адгезии лакокрасочных покрытий: ГОСТ 27325–87. Введ. 1989-01-01. М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1989. 7 с.

7. Плиты древесностружечные. Метод определения предела прочности при растяжении перпендикулярно пласти: ГОСТ 10636-90. Введ. 1991-01-01. М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1991. 7 с.

Поступила 27.02.2014