

УДК 674.815-41.02.049.2

Н. В. Малыгин, А. М. Завражнов,
Е. П. Гнутова
(Всесоюзный научно-исследовательский институт древесины)

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО СПОСОБА ПОДПРЕССОВКИ ВОЛОКНИСТОСТРУЖЕЧНОГО КОВРА

В производстве древесных плит одной из основных технологических операций является подпрессовка формируемого ковра.

Исследованиями [1] установлена зависимость физико-механических свойств брикетов от технологических факторов в производстве древесностружечных плит, а также определены некоторые режимные параметры и конструктивные размеры двухбарабанного пресса [2]. Однако эти исследования не могут быть использованы для разработки технологии и оборудования в производстве древесностружечных плит с наружными слоями из волокна.

Во ВНИИдреве проведены исследования непрерывного способа подпрессовки волокнистостружечного ковра в ленточно-валковом прессе.

Одной из задач являлось установление зависимости физико-механических свойств получаемых брикетов от режимов подпрессовки. Были определены и исследованы сопротивления сжатию и растяжению вдоль направления движения брикета, а также предельный угол поворота сечения брикета при переходе его на другой уровень.

Напряжения сжатия брикет подвергается при поступлении с формирующего транспортера после подпрессовщика на переходную площадку к следующему транспортеру. Напряжения и растяжения возникают при переключении ускорительного транспортера главного конвейера на большую скорость, в результате чего наряду с силами трения брикета на переходной площадке возникают силы инерции.

Электронный архив УГЛТУ

Напряжения изгиба брикет подвергается при загрузке в горячий пресс методом выкладывания. Поскольку при этом брикет изгибается под воздействием собственного веса без влияния внешних нагрузок, для характеристики его сопротивления изгибу принят угол поворота сечения брикета при переходе на другой уровень.

Предусмотренные методикой эксперименты по брикетированию трехслойного волокнистостружечного ковра проводились на лабораторном ленточно-валковом прессе, входящем в состав лабораторной формирующей установки, спроектированной и изготовленной для исследования процесса формирования и подпрессовки трехслойного ковра.

Пресс снабжен пятью парами прессующих валов (рис. 1).

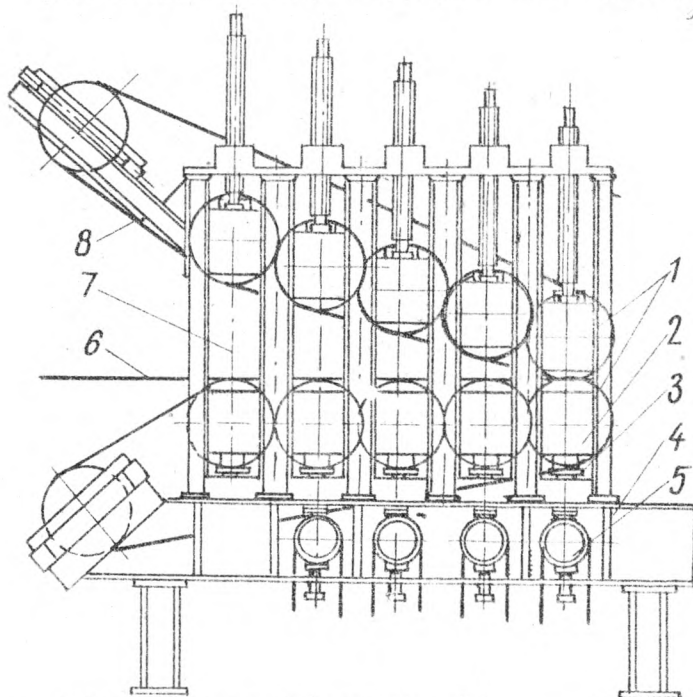


рис. 1. Ленточно-валковый подпрессовщик:

- 1- прессующие валы; 2- корпуса подшипников;
- 3- шток; 4- рама пресса; 5- тензодатчики; 6- нижняя сетка; 7- сменные борты; 8- верхняя сетка.

Верхние валы имеют независимую высотную регулировку относительно нижних валов в пределах 0-300 мм. Все десять валов имеют привод от двигателя ПМУ через редуктор, который также приводит в движение сетку формирующего транспортера с бесступенчатым регулированием скорости до 5 м/мин. Сетка проходит через пресс по нижним прессующим валам и имеет автоматическое грузое натяжение.

Верхние прессующие валы обтянуты сеткой, также имеющей автоматическое грузое натяжение. Между верхними и нижними прессующими валами устанавливаются сменные продольные борты, предназначенные для предупреждения поперечного увеличения линейных размеров ковра в процессе прессования. Корпуса подшипников нижних валов опираются на раму пресса, при установке подштоки корпусов подшипников специальных чувствительных элементов тензодатчиков нижние прессующие валы вывешиваются над рамой пресса на величину, не превышающую допустимой деформации тензодатчиков.

На основании предварительного анализа в качестве переменных факторов исследований были приняты зазор между калибрующей парой прессующих валов и скорость прессования (прокатки) ковра.

Исследованиями [1] установлена зависимость прочностных характеристик брикетов от удельного давления прессования и относительной деформации ковра. Последние также связаны между собой определенной зависимостью. Поскольку при прессовании в валковом прессе прямое измерение удельного давления затруднительно, производилось измерение полного усилия прессования на паре валов. Относительная деформация ковра определялась в зависимости от исходной высоты ковра и зазора между прессующими валами. На основании экспериментов зазоры между калибрующими валами были приняты: 17,5; 19,5; 21,5; 24,5 мм.

Относительная деформация ковра в процессе подпрессовки определяется по формуле

$$\epsilon_0 = 1 - \frac{h \gamma_{стр} \delta_6}{M_{стр} \delta_6 + M_6 \delta_{стр}}, \quad (1)$$

где h – высота деформированного ковра (зазор между прессующими валами), мм;

$\gamma_{стр}$ – насыпной вес стружки, кг/м³;

Электронный архив УГЛТУ

U_0^* — насыпной вес волокна, кг/м³;

M_6 — мощность настила волокнистых слоев, кг/м²;

$M_{стр}$ — мощность настила стружечного слоя, кг/м².

Для условий проводимых экспериментов при известных контролируемых значениях (см. ниже) относительная деформация ковра определялась по формуле

$$\epsilon_0 = 1 - 0,00352 \quad (2)$$

При определенных методикой схеме настройки пресса и калибрующих зазорах прессования по формуле (2) найдены параметры, приведенные в таблице.

Относительная деформация ковра
в процессе подпрессовки

Номер пары валов	Зазор между прессующими валами, мм	Относительная деформация ковра
3	62,0	0,783
4	36,5	0,873
5	24,5	0,912
5	21,5	0,923
5	19,5	0,930
5	17,5	0,937

Скорость прессования (прокатки) ковра в ленточно-валковом прессе с учетом возможностей экспериментальной установки составляла 1,0; 1,5; 2,5; 4,0 м/мин.

Для формирования трехслойного ковра применялось волокну степень помола 200–400 ед. по прибору ВНИИдрева, проклеенное фенолоформальдегидной смолой марки "А" и высушенное на линии ДВП сухим способом. Содержание смолы по сухому остатку составляло 6%, конечная влажность волокна 6–8%. Таким образом, волокну перед формированием на лабораторной линии не проклеивалось и дополнительно не высушивалось. Для среднего слоя при-

Электронный архив УГЛТУ

менялась игольчатая стружка, полученная из щепы на станке ДС-8 с выставкой ножей 0,6 мм и высушенная на лабораторной сушилке.

Смешивание со смолой производилось в лабораторном смесителе при расходе смолы 8-10%.

До загрузки в дозатор проклеенная стружка хранилась в открытой таре. Перед началом эксперимента производилась настройка дозаторов волокна и стружки на требуемую производительность, настройка прессующих валов пресса, тарировка тензодатчиков, регулировка калибрующих валков волокнистых слоев, определение влажности и насыпного веса волокна и стружки.

В качестве контролируемых параметров определялись толщина и плотность брикетов, вес слоев волокна и стружки, предел прочности брикетов при растяжении и сжатии, угол поворота сечения брикета при изгибе.

Толщина полученных брикетов (δ) измерялась не менее, чем через 1 ч после выхода их из ленточно-валкового пресса при помощи линейки с точностью 1 мм в четырех точках по периметру. Измерение производилось до испытания брикетов.

Плотность брикетов (ρ) определялась расчетным путем после измерения линейных размеров линейкой с точностью до 1 мм и взвешивания с точностью $\pm 1\%$ (от веса). Взвешивание производилось после испытания брикетов, измерение - до испытания.

Вес слоев волокна и стружки в брикетах определялся взвешиванием на весах с точностью $\pm 2\%$ при послойной препарации (разделении по слоям) брикетов. Одновременно с послойной препарацией определялась влажность волокна и стружки при помощи влагомера ДИ-2М.

Предел прочности брикетов при растяжении (σ_p) вдоль продольной оси (по направлению прессования) определялся на испытательном стенде известной конструкции [1] при помощи динамометра с пределом измерений 981 Н. Ширина образцов брикетов для испытаний составляла 540 мм, длина 300 мм.

Результаты испытаний подсчитывались по формулам

$$\sigma_{pc} = \frac{P}{S} \quad \text{Па}; \quad (3)$$

$$\sigma_{pm} = \frac{P}{S} \quad \text{Н/см},$$

где P - разрушающая нагрузка, H (разница усилий холостого и рабочего ходов станда);
 B - ширина образца, см;
 S - толщина образца, см.

Предел прочности при сжатии (σ_c) вдоль продольной оси брикета (по направлению прессования) определялся на испытательном стенде при помощи динамометра. Ширина образцов брикетов составляла 540 мм, длина 800 мм.

Результаты испытаний подсчитывались по формулам

$$\sigma_{ce} = \frac{P}{S \cdot B} \quad \text{Па}; \quad (4)$$

$$\sigma_{cm} = \frac{P}{S} \quad \text{Н/см}. \quad (5)$$

Угол поворота сечения брикета при изгибе (α) поперек продольной оси определялся на испытательном стенде путем измерения пролета и вылета свисающего конца брикета в момент его разрушения. Ширина образцов брикетов составляла 540 мм, длина 800 мм.

Величина угла определялась по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{f}{l}, \quad (6)$$

где α - угол поворота сечения брикета, град;
 f - пролет (прогиб) свисающего конца брикета, мм;
 l - вылет свисающего конца брикета, мм.

Результаты экспериментов и испытаний обрабатывались на вычислительной машине "Наири-2", что позволило определить зависимости предела прочности при растяжении и сжатии и предельного угла поворота сечения при изгибе от плотности брикетов (рис.2) и плотности брикетов от относительной деформации (рис.3).

Анализ графиков на рис.2 и 3 показывает следующее.

1. Угол поворота сечения брикета при изгибе незначительно зависит от плотности брикета. В исследованном диапазоне при изменении плотности со 110 до 250 кг/м³ угол поворота сечения увеличивается с 14 до 18°. Это означает, что с учетом возможных колебаний плотности брикета угол переходной площадки при выкладывании брикета на нагревательную плиту горячего пресса должен быть не более 14°.

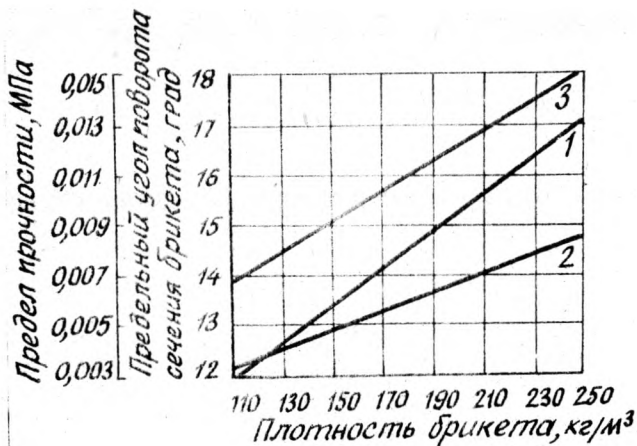


Рис. 2. Зависимость механических свойств брикетов (у) от плотности (х):

- 1- предел прочности при сжатии $y = -0,09 + 0,381 X$;
- 2 - предел прочности при растяжении $y = -0,056 + 0,254 X$;
- 3- предельный угол поворота сечения при изгибе $y = 10,661 + 29,714 X$.

2. Предел прочности при растяжении и сжатии с увеличением плотности брикета повышается.

3. Наибольшее влияние на плотность брикета имеет степень относительной деформации на калибрующей паре прессующих валов. При относительной деформации более 0,950 плотность брикета резко возрастает и достигает 200 кг/м³. В аналогичной зависимости плотность брикета находится от мощности настила.

Для получения общего представления о порядке нагрузок при непрерывной подпрессовке при исследованиях измерялись полные усилия прессования на прессующих валах. В связи с этим более сложное измерение давлений на дуге прессования не производилось.

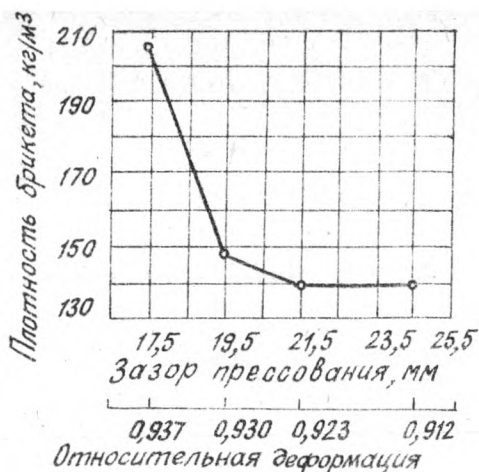


Рис.3. Зависимость плотности брикетов от зазора прессования (относительной деформации) при мощности настила $15,3 \text{ кг/м}^2$ и скорости прессования 4 м/мин .

Для измерения усилий прессования была создана измерительная установка, включающая датчики усилий прессования, тензометрические усилители ТА-5, осциллограф Н-107 и блок питания.

Датчики усилий прессования представляют собой кольцевые и стержневые чувствительные элементы с наклеенными на них тензомерами сопротивления типа ЗПКБ-200. Тензомеры соединялись по полумостовой схеме. Расчет чувствительных элементов производился по известным зависимостям [8].

Чувствительные элементы с тензомерами устанавливались под корпуса подшипников нижних прессующих валов (рис.1).

Последние через чувствительные элементы при помощи специальных винтов вывешивались над рамой на расстояние, не превышающее величины деформации чувствительных элементов от максимально возможной нагрузки.

Усилия прессования измерялись путем регистрации сигналов тензомеров, деформируемых усилиями прессования. Сигналы усиливались тензостанцией и непрерывно записывались на ленте 12-канального осциллографа Н-107. Тарировка тензодатчиков (чувствительных элементов с наклеенными на них тензомерами)

производилась непосредственно на ленточно-валковом прессе при помощи динамометров ДДСМЗ-М и ДДСМЗ-1. Нагрузка при тарировке создавалась регулировочными винтами верхних прессующих валов пресса. По смоту при этом тарировочному графику производилась расшифровка сигналов, записанных на осциллограмме. В процессе эксперимента производилась взаимная привязка осциллограммы усилий и непрерывно прессуемого ковра, что позволяло устанавливать точную зависимость усилий прессования от характеристики прессуемого ковра.

Результаты измерений позволили установить зависимости плотности брикетов от усилий прессования (рис.4), усилий прессования - от относительной деформации на калибрующей паре прессующих валов (рис.5) и от отношения веса слоев стружки и волокна (рис.6).

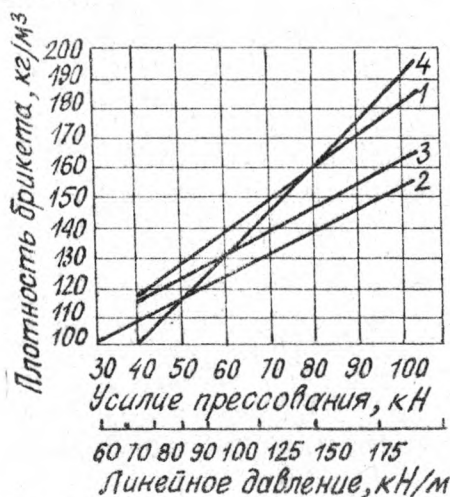


Рис. 4. Зависимость плотности брикетов (Y) от усилия прессования (X) при скорости прессования:

- 1 - 1,0 м/мин ($Y = 0,0727 + 0,011X$) ;
- 2 - 1,5 м/мин ($Y = 0,0812 + 0,0071X$) ;
- 3 - 2,5 м/мин ($Y = 0,0815 + 0,008X$) ;
- 4 - 4,0 м/мин ($Y = 0,0413 + 0,015X$) .

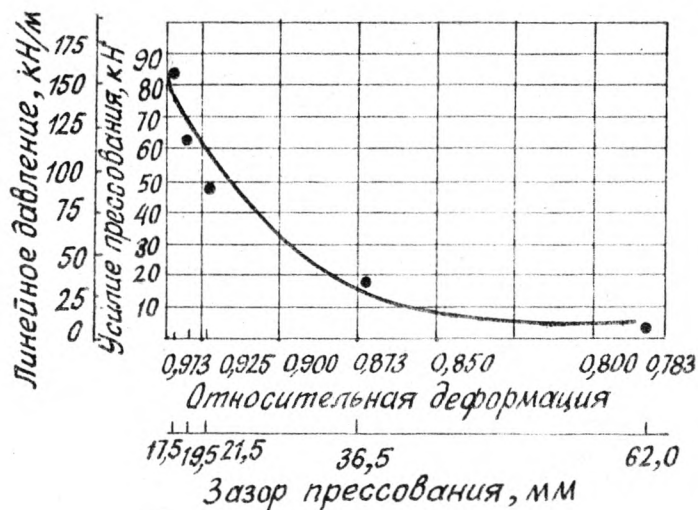


Рис. 5. Зависимость усилий (Y) от относительной деформации (X) при мощности настила 13 кг/м^2 и скорости прессования $1,5 \text{ м/мин}$ ($Y = 743,74 X^3 - 1299,9X^2 + 628 X - 51,7$).

Анализ результатов экспериментов показывает, что плотность брикетов повышается с увеличением усилия прессования, однако имеет сложную зависимость от скорости прессования.

При одинаковых усилиях прессования наибольшую плотность брикетов обеспечивают скорости 1 и 4 м/мин. Видимо, при скорости 1 м/мин увеличение плотности связано с длительной выдержкой ковра под давлением. Повышенная плотность при скорости 4 м/мин может объясняться фактором динамического воздействия прессующих валов и ломкой древесных частиц при этом.

При скорости менее 4 м/мин и более 1 м/мин подпрессовка менее эффективна, усилие прессования и линейное давление возрастает с увеличением относительной деформации ковра и отношения веса стружки к весу волокна в ковре и со снижением скорости прессования. Суммарное линейное давление на третьей, четвертой и пятой парях валов (на первой и второй парях не учитывались ввиду их незначительности) составляет

при

$$\begin{aligned} \varepsilon_0 &= 0,937 - 219,8 \text{ Н/м}, & \varepsilon_0 &= 0,930 - 165,3 \text{ Н/м}, \\ \varepsilon_0 &= 0,923 - 137,4 \text{ Н/м} & \text{и } \varepsilon_0 &= 0,912 - 116,9 \text{ Н/м}. \end{aligned}$$

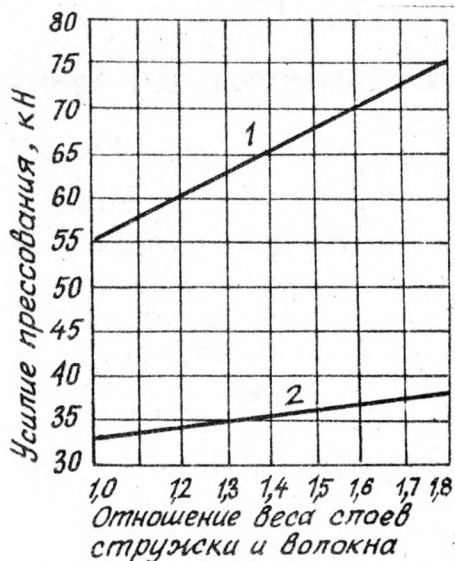


Рис. 6. Зависимость усилий прессования (Y) от отношения веса слоев стружки и волокна ($\frac{X_1}{X_2}$) при вазоре прессования 24,5 мм и мощности \bar{X}_2 настиле 13,3 кг/м²:

- 1 - при скорости прессования 1,5 м/мин
 $(Y_1 = 3,241 + 2,454 \frac{X_1}{X_2})$;
- 2 - при скорости прессования 2,5 м/мин
 $(Y_2 = 2,730 + 0,596 \frac{X_1}{X_2})$.

Выводы

1. Установлена эффективность применения непрерывного способа подпрессовки в компактном ленточно-валковом прессе для получения транспортабельного волокнистостружечного брикета.
2. Для получения транспортабельного волокнистостружечного брикета при загрузке его в горячий пресс методом

выкладывания необходим ленточно-валяковый подпрессовщик без зоны выдержки, обеспечивающий линейное давление 170-220 Н/м ширины ковра. Выбор оптимальной схемы подпрессовщика и режимов подпрессовки при скоростях более 4 м/мин для линий большой мощности с иными способами загрузки в горячий пресс возможен при выполнении исследований на подпрессовщике ленточно-валякового типа с зоной выдержки.

3. С целью получения более полных научно достоверных данных о подпрессовке в ленточно-валяковом прессе необходимо проведение исследований с измерением удельных давлений на дуге прессования.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Демидов Ю.М., Мифтяхотдинова А.Ж. Оптимальные параметры брикетирования стружечного ковра при бесподдонном способе прессования плит. М., изд. ЦНИИТЭИЛеспром, 1968.
2. Новиков Д.З., Аврусин А.А., Камаолов М.И. Вальцовый пресс для подпрессовки стружечных ковров. - "Фанера и плиты", 1978, № 2.
3. Руководство по тензометрированию конструкций и материалов. М., изд. НИИЖБ, 1971.
4. Шиманкевич Н., Новак А. Контроль процесса прессования при изготовлении волокнистых плит сухим способом. - "Технология древесины", 1970, № 1.