

Научная статья
УДК 674.06

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКОРОБЛЕННОСТИ И ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ПЛИТАХ МДФ

Даниил Васильевич Кислянский¹, Анастасия Александровна Никифорова², Татьяна Ивановна Глотова³

¹⁻³ Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, Россия

¹ kislyanskij05@bk.ru

² nastanikiforova69@gmail.com

³ glotowa-tatjana2016yandex.ru

Аннотация. Проведены исследования покособленности и внутренних напряжений, возникающих в плитах, определены напряжения в плитах возникающие при увлажнении наружных слоев, установлено, что наибольшее влияние на величину коробления оказывает разница в толщине наружных слоев плиты.

Ключевые слова: плиты, покособленность, напряжения, увлажнение

Для цитирования: Кислянский Д. В., Никифорова А. А., Глотова Т. И. Исследования покособленности и внутренних напряжений, возникающих в плитах МДФ // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 442–446.

Original article

RESEARCH OF WARPING AND INTERNAL STRESSES ARISING IN MDF BOARDS

Daniil V. Kislyansky¹, Anastasia A. Nikiforova², Tatiana I. Glotova³

¹⁻³ Bryansk State Technological University of Engineering, Bryansk, Russia

¹ kislyanskij05@bk.ru

² nastanikiforova69@gmail.com

³ glotowa-tatjana2016yandex.ru

Abstract. Research of warping and internal stresses arising in the boards were conducted, stresses in the boards arising from wetting of the outer layers were determined, and it was established that the greatest influence on the

amount of warping is exerted by the difference in the thickness of the outer layers of the board.

Keywords: boards, warping, stress, moisture

For citation: Kislyansky D. V., Nikiforova A. A., Glotova T. I. (2026) *Issledovaniya pokoroblenosti i vnutrennix napryazhenij, vznikayushhix v plitax MDF* [Research of warping and internal stresses arising in MDF boards]. *Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii* [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 442–446. (In Russ).

Одним из способов снижения деформации в плите при прессовании является увлажнение наружных слоев материала.

Целью проводимых исследования является подтверждение отсутствия напряжений, возникающих в материале от воздействия влаги.

При кондиционировании плиты увлажнителем верхние слои будут изменять свои размеры. Поскольку древесные волокна склеены, то деформации между слоями в плите стеснены, в результате чего возникают внутренние напряжения в клеевом слое.

Расчетная схема определения напряжений представляет собой модель, состоящую из двух слоев наружного и внутреннего с клеем (рис. 1).

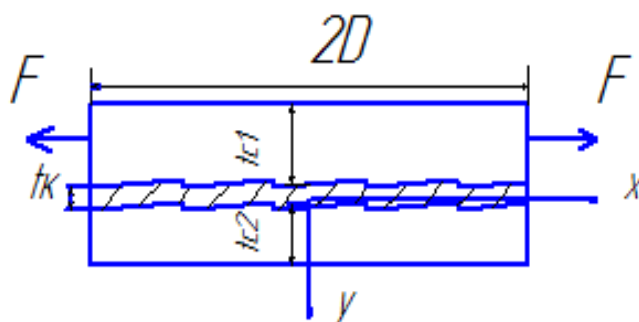


Рис. 1. Модель нагружения клеевого соединения:
 $tc1$, $tc2$ – средняя толщины смежных слоев плиты;
 tk – толщина клеевого слоя; F – растягивающая сила;
 $2D$ – длина материала

Под воздействием агента обработки только наружные слои плиты могут изменять свои геометрические параметры. Изгибающие моменты в слоях равны по знаку, но противоположны по направлению, поэтому их влияние на изменение формы плиты равно нулю. Внутренние напряжения в клеевом слое зависят только от напряжений, вызванных силой F . Под действием этой силы верхний слой плиты растягивается. Приведенная модель является обобщенным случаем рассмотренным в работах [1, 2].

Полагая, что все нагружения будут равны нулю, за исключением напряжений, вызванных силой F . Получаем систему уравнений нормального и касательного напряжения от действия силы F :

$$\begin{aligned} G_0(F) &= 0, \\ \tau_0(F) &= -\frac{\gamma F}{8} \frac{\operatorname{sintc}\gamma X}{\operatorname{costc}\gamma D}, \end{aligned} \quad (1)$$

где γ – деформация сдвига клеевого слоя;
 F – действующая на клеевое соединение сила;
 X – текущая координата;
 D – длина клеевого слоя.

В результате расчета установлено, что касательные напряжения в слоях плиты не возникают, что подтверждается замерами деформации слоев плиты, которые не изменились как до, так и после увлажнения. Поэтому возможно снижения расхода сырья на изготовления плит за счет уменьшения наружных слоев.

Использование многослойной плиты МДФ повышает вероятность коробления ее и снижает качество. С целью обеспечения плоскостности плиты решены задачи:

- выбор переменных факторов и уровней варьирования, установление закона их распределения;
- разработка математической модели коробления;
- установления закона коробления и статистических характеристик;
- оптимизация вероятностей превышения значений коробления плиты, ее допустимой величины.

На основании обзора литературы и поисковых экспериментов было установлено, что на коробление плиты существенным образом влияет разница во влажности и толщине наружных слоев пакета. Поэтому в качестве переменных приняты эти два основных фактора.

Толщина слоя в пакете определялась с помощью микрометрической линейки, влажность в слоях определялась весовым способом. Склеивание плиты форматом 500×500 мм производится по режиму:

- давление плит пресса 5 Мпа;
- температура прессования 160 °С;
- время выдержки под давлением 6 мин.

Для реализации опытов принят план Коно, т. к. он обладает хорошими статистическими характеристиками и позволяет адекватно описать процесс при использовании двух переменных факторов. Предварительными экспериментами было установлено, что коробление плит от переменных факторов изменяется нелинейно, что обусловило выбор предлагаемого плана. Измерение покоробленности производилось по диагонали плиты. Измерялась стрела прогиба, а затем по отношению стрелы прогиба к длине

диагонали вычислялось коробление плиты. Затем значение коробления плиты приводится к истинному значению на длины диагонали в один метр.

В результате реализации опытов по плану Коно получена математическая модель вида

$$C = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_1X_2 + A_4X_1^2 + A_5X_2^2, \quad (2)$$

где A_0, A_1, \dots, A_{12} – коэффициенты;

X_1, X_2 – переменные факторы.

Результаты расчетов коробления плиты сведены в таблице.

Результаты расчета коробления плиты

Коэффициенты уравнения		Значения t -критерия Стьюдента		Значение F -критерия Фишера	
Обозначение	Значения	t_p	t_T	F_p	F_T
A_0	0,0278	–	–	–	–
A_1	0,9166	4,474	2,06	55,37	4,52
A_2	3,0556	2,827	2,06	55,37	4,52
A_{12}	–0,1389	2,694	2,06	55,37	4,52
A_{11}	–0,0185	2,364	2,06	55,37	4,52
A_{22}	16,8980	12,944	2,06	55,37	4,52

По результатам регрессионного анализа видно, что наибольшее влияние на величину коробления оказывает разница в толщине слоя плиты. Разница во влажности оказывает меньшее влияние. Очевидно, что это связано с тем, что в процессе прессования плит значительная часть влаги из наружных слоев пакета удаляется.

На рис. 2 представлен график зависимости коробления плиты от разности во влажности наружных слоев пакета при постоянной величине разности в толщине, закрепленной на среднем уровне.

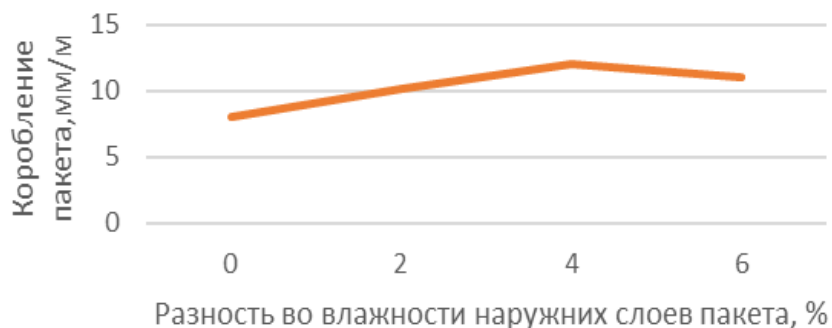


Рис. 2. Зависимость коробления пакета от разности во влажности наружных слоев пакета

На рис. 3 представлен график зависимости коробления плиты от разности в толщине наружных слоев пакета при постоянной величине разности во влажности, закрепленной на среднем уровне.



Рис. 3. Зависимость коробления плиты от разности толщины наружных слоев

Экспериментально установлено, что основными факторами, оказывающими значительное влияние на коробление плиты, являются разность в толщине и влажности наружных слоев пакета.

Доказано, что влажность и толщина волокон в формирующих машинах для наружных слоев подчиняется нормальному закону распределения.

Получены значения на основании закона распределения переменных факторов для регрессионной модели коробления плиты.

По результатам регрессионного анализа установлено, что наибольшее влияние на коробление оказывает разность в толщине наружных слоев пакета.

Список источников

1. Лукаш А. А. Методология применения технологических воздействий для создания новых высококачественных древесных материалов и изделий из древесины. Брянск, 2012. 250 с.

2. Термомодифицирование измельченной древесины в процессе производства древесно-наполненных композитов / В. А. Романов, А. В. Седых, А. М. Начкебия, Е. Д. Никишова // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная : материалы XIII Международной научно-практической конференции (Брянск, 26 апреля 2024 г). Брянск : Изд-во Брян. гос. женер.-техн. ун-та, 2024. С. 169–173.