

ПИТАТЕЛЬ ДЛЯ ЛИНИИ СБОРКИ СЛОИСТЫХ ПАКЕТОВ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.Р. Бирман, С.А. Угрюмов✉, К.А. Козловская

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (СПбГЛТУ), Россия, 194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5, литера У

ugr-s@yandex.ru

Объектом исследования являются столярные плиты с реечным внутренним слоем, облицованным лущеным шпоном или тонкой фанерой. Установлено, что эксплуатационная прочность таких плит определяется совокупностью конструктивных параметров — геометрическими размерами и породой древесины несущих реек, типом клевого состава и режимами склеивания, а также ориентацией направления волокон реек во внутреннем слое. Рассмотрены способы повышения несущей способности столярных плит при условии снижения материалоемкости производства путем использования вторичных древесных отходов. Предложена конструкция столярной плиты с внутренним слоем из реек, выполненных из пиломатериалов, или реек, образовавшихся при форматной обрезке фанеры, обеспечивающих высокую несущую способность. Представлено разработанное аппаратное оформление процесса производства столярных плит с внутренним слоем из реек. Указаны принципы формирования внутреннего слоя столярных плит. Предлагается формирование их внутреннего слоя из сплошного ряда параллельных калиброванных реек, развернутых относительно направления вектора перемещения пакета при его сборке на угол до 45°. Выполнен проект линии сборки пакетов плит со встроенным вертикальным магазинным питателем, который позволяет упростить ее, учитывая неограниченное число внутренних реечных слоев, где рейки смежных слоев смещены одна относительно другой, а также упростить механизм подачи реек и технологию сборки пакетов столярных плит как с одним внутренним слоем, так и с неограниченным числом внутренних слоев из реек. Рекомендуется использовать результаты исследований при реконструкции действующих цехов и проектировании новых линий по производству столярных плит, а также в практике управления отходами лесопиления и фанерного производства.

Ключевые слова: столярная плита, деревянные рейки, рейки от форматной обрезки фанеры, питатель, линия сборки пакетов

Ссылка для цитирования: Бирман А.Р., Угрюмов С.А., Козловская К.А. Питатель для линии сборки слоистых пакетов из древесных материалов // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2026. Т. 30. № 5. С. 83–93. DOI: 10.17816/2542-1468-2026-5-83-93

Одним из видов широко используемой продукции деревообрабатывающих предприятий являются столярные плиты [1, 2], выпускаемые в соответствии с ГОСТ 13715–78 Плиты столярные. Технические условия. Столярные плиты используются для перегородок, багажных полок, настила полов, изготовления встроенной мебели [3, 4]. Механические свойства столярных плит характеризуются эксплуатационной прочностью, которая зависит от их конструкции, размеров и породы древесины несущих реек, типа клея и режима склеивания сборочных единиц. Для склеивания столярных плит в основном используются виды клея на основе карбамидоформальдегидных смол по ГОСТ 14231–88, фенолоформальдегидных смол по ГОСТ 20907–2016 и др.

Наибольшее применение имеют столярные плиты с реечным средним слоем, оклеенным с двух сторон лущеным шпоном или тонкой фанерой. При изготовлении таких плит применяются рейки хвойных и лиственных пород из пиломатериалов 3-го и 4-го сортов по ГОСТ 8486–86 Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия, ГОСТ 2695–83 Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия. Конструкция таких столярных плит наиболее технологичная. Пакет можно собирать в виде непрерывной ленты на прессах проходного типа с последующим его делением на плиты требуемого формата [5, 6]. Используют такие плиты при изготовлении щитового паркета по ГОСТ 862.4–2020 Изделия паркетные. Щиты паркетные. Технические условия. Эти щиты марки ПЩ-2 имеют реечное основание, обклеенное с обеих сторон лущеным шпоном из древесины лиственных пород.

Кроме реек из пиломатериалов в конструкции внутреннего слоя подобных плит можно использовать рейки, полученные при обрезке или раскросе различных древесных материалов [7, 8]. Так, при производстве фанеры общего назначения неизбежно образуются различные древесные отходы, в том числе рейки от форматной обрезки, ширина которых составляет от 2 до 3,5 см в зависимости от формата выпускаемой продукции. Доля данных отходов составляет от 7 до 10 % объема необрезной фанеры [9, 10]. При наличии фанерных предприятий вблизи плитного производства, данные отходы измельчаются в щепу или стружку и используются в качестве добавки к наполнителю древесно-стружечных плит. При отсутствии плитных производств в транспортной доступности данные отходы сжигаются в топках котельных для производства теплоэнергии с ее последующим использованием для производственных нужд, например производства пара или в качестве агента сушки шпона и т. д. Зачастую неотребоваанные отходы скапливаются на территориях фанерных предприятий и хранятся там в течение нескольких лет до переработки или утилизации.

Использование реек, полученных при форматной обрезке фанеры в процессе формирования внутренних слоев столярных плит, позволяет эффективно перерабатывать образующиеся отходы с выпуском облегченного материала, уменьшить материалоемкость производства столярных плит за счет сокращения расходов лущеного шпона и клеевых материалов, снизить себестоимость выпускаемой продукции.

Кроме того, вторично используют рейки, полученные при форматной обрезке фанеры в процессе формирования внутренних слоев фанерных панелей. Это позволяет эффективно перерабатывать образующиеся отходы и выпускать альтернативные фанерные материалы с высокими физико-механическими показателями [11–14], в частности клееный материал по полезной модели RU 95701 [15], выполненный из фанерных обрезков, соединенных между собой кромками с неровной и ровной поверхностью. К преимуществам данной полезной модели можно отнести рациональное использование фанерных отходов и снижение себестоимости продукции за счет дешевого сырья. Многослойная структура материала обеспечивает его прочность, устойчивость к деформациям и растрескиванию, а неровные кромки улучшают сцепление элементов, повышая надежность конструкции.

Из отходов фанерного производства, согласно патенту [16], изготавливают конструкционный

материал, в частности, из реек, полученных при форматной обрезке фанеры. Конструкционный материал многослойный: наружные слои формируются из реек, уложенных вплотную вдоль продольной оси, внутренние нечетные слои реек укладывают с интервалами вдоль той же оси — в результате образуются продольные полости. Четные внутренние слои располагают также с интервалами, но под углом 35...55° к продольной оси и с зеркальным чередованием. Клей наносится исключительно на четные слои. Благодаря включению полостей в структуру материала удается снизить его удельный вес и материалоемкость, при этом улучшив теплотехнические свойства за счет воздушных прослоек. Применение клея только на четных слоях уменьшает расход материала и себестоимость продукции, а особенности укладки, в том числе зеркальное расположение реек, повышают прочность конструкции.

Эффективна конструкция фанерной панели, согласно патенту [17], в которой сочетаются наружные слои из форматного лущеного шпона и внутренние слои из параллельно с интервалами уложенных реек, в каждом слое ориентированных перпендикулярно к предыдущему слою. Применение такой конструкции позволяет рационально использовать отходы фанерного производства, снизить потребление первичного сырья и уменьшить объем древесных отходов. Кроме того, конструкция с внутренними полостями улучшает теплотехнические свойства панели. Благодаря чередованию ориентации реек снижается расход шпона и клея, что положительно влияет на себестоимость продукции. Вместе с тем изготовление такой панели требует высокой точности при укладке и склеивании слоев, особенно при соблюдении перпендикулярной ориентации реек и равномерности интервалов, что усложняет производственный процесс.

Производство подобных плит с использованием во внутреннем слое реек, полученных при форматной обрезке фанеры, можно организовать непосредственно в условиях основного фанерного производства [18, 19].

Однако при монтаже несущих плит на лагах, параллельных рейкам внутреннего слоя, вертикальная (например, весовая) нагрузка может разрушить пакет при совпадении вертикальных плоскостей стыков боковых кромок реек с плоскостью силовой нагрузки, поскольку между боковыми кромками реек нет клеевой связи, обеспечивающей их неразъемность [20, 21]. Указанный недостаток проявляется преимущественно при использовании в качестве внутренних слоев плитных конструкций реек, по-

лученных в результате торцовки отходов от форматной обрезки фанеры и иной фанерной продукции. Ширина просветов в плане при укладке таких реек может достигать 5...8 мм, поскольку наружная кромка реек, полученных в результате торцовки отходов форматной обрезки фанеры и иной фанерной продукции, зависит от точности укладки листов шпона при их склеивании в фанеру. Следует учитывать, что боковые смещения отдельных листов шпона при сборке в склеиваемый пакет на практике не регламентированы.

Вероятность совпадения горизонтальных координат вертикальных плоскостей боковых кромок реек является случайной величиной и наблюдается в процессе формирования пакета плиты [22–24]. Для укладки несущих многослойных плит необходимо ровное жесткое сплошное основание, для того чтобы плиты могли беспрепятственно подвергаться как распределенным, так и сосредоточенным нагрузкам, в частности от мебели и оборудования. Это обусловит значительное удорожание устройства, например напольных деревянных покрытий.

Цель работы

Цель работы — разработка конструкции столярной плиты с внутренним слоем на основе различных реек (реек из пиломатериалов, реек, полученных от форматной обрезки фанеры), обеспечивающей высокую несущую способность, а также аппаратного оформления процесса формирования столярной плиты с внутренним слоем из реек.

Материалы и методы

Исследована конструкция питателя для линии сборки слоистых пакетов (столярных плит), наружные слои которых состоят из двух листов лущеного шпона и более, а внутри заполнены древесными рейками или рейками, полученными при форматной обрезке фанеры. Проектирование питателя выполнено с учетом технологических, организационных и экономических аспектов [25–28].

Результаты и обсуждение

Для повышения несущей способности столярных плит их внутренний слой предлагается сформировать из сплошного ряда параллельных калиброванных реек, развернутых на угол α относительно направления вектора перемещения пакета в процессе его сборки. Минимальное

значение угла α ограничено и определяется соотношением

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{l},$$

где b — ширина реек;

l — длина реек, а максимальное значение угла α составляет 45° .

Параметрами, определяющими минимальное значение угла α , являются геометрические размеры плоскости реек, склеиваемых с листами шпона облицовочного покрытия (таблица) [29].

Значение минимального угла α , град. в зависимости от размеров реек

The value of the minimum angle α , degree, depending on the dimensions of the slats

Длина рейки l , мм	Ширина рейки b , мм		
	20	40	50
400	2,83°	5,75°	7,10°
600	1,92°	3,75°	4,75°
800	1,42°	2,92°	3,35°
1200	0,92°	1,92°	2,42°

Поворот реек основания на угол, превышающий расчетные значения, приведенные в таблице, увеличивает монтажную прочность столярной плиты с достижением ее максимального значения при $\alpha = 45^\circ$. Однако поворот реек достаточно сложная техническая задача. Кроме того, следует учитывать, что при установке столярных плит не на сплошной подложке, а на лагах, превышение углом α определенного значения снизит их эксплуатационную прочность, так как в этом случае часть реек не получит опору по двум лагам. Проведенные ранее расчеты позволяют на практике выполнять поворот реек основания на больший угол ($\alpha + 5...7^\circ$) [30].

В деревообрабатывающей промышленности на линиях изготовления столярных плит подача реек, формирующих их внутренние несущие слои, осуществляется с помощью питателей при размещении запаса реек в вертикальных магазинах. При этом наиболее часто используются магазинные питатели с цепными механизмами подачи реек в ряд с помощью упоров, установленных на цепях конвейеров [3] (рис. 1).

В таких питателях нижняя в вертикальном запасе рейка лежит на направляющих 2, упоры 1 установлены на звеньях цепей 4. Размеры выходного окна питателя регулируются вертикальным перемещением шторки 3. Шаг A между упорами должен быть несколько больше, чем ширина B рейки, поскольку последую-

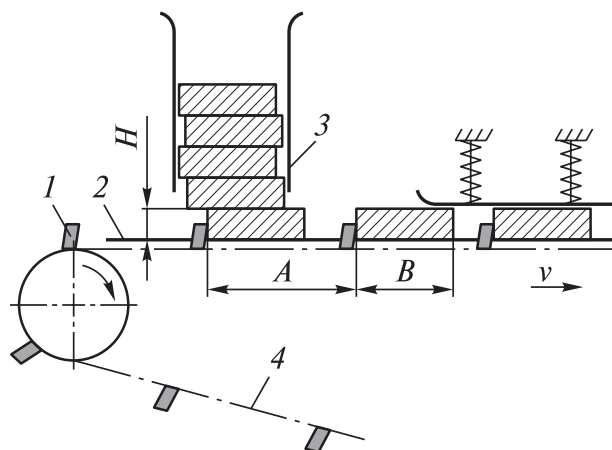


Рис. 1. Магази́нный пита́тель с упора́ми на цепя́х: 1 — упоры; 2 — напра́вляющие; 3 — шторка; 4 — цепи
Fig. 1. Nutrient magazine with stops on chains: 1 — stops; 2 — guides; 3 — shutter; 4 — chain

щая рейка выпадает на направляющие через период времени t после предыдущей. Тогда расстояние AB должно быть больше или равно $AB \geq vt$, где v — скорость движения цепей, t — продолжительность падения рейки из магазина на направляющие.

Время t можно определить из соотношения [31]

$$t = \sqrt{2 \frac{H}{g}}, \quad (1)$$

где H — толщина рейки;

g — ускорение свободного падения.

Однако в линиях по производству облицованных шпоном реечных столярных плит описанные выше питатели нельзя использовать, так как перемещение упоров, расположенных на тяговых органах конвейеров, перемещающихся в вертикальной плоскости, приведет к тому, что упоры будут «резать» нижний облицовочный лист шпона, имеющий ширину, равную длине используемых реек [32].

В связи с изложенным выше, техническая задача при проектировании линии сборки пакетов из древесных материалов со встроенным вертикальным магази́нным пита́телем заключается в создании устройства, которое позволит использовать в конструкции пакетов облицовочные листы шпона, равные по ширине длине реек, формирующих внутренние слои пакета, а также организовать процесс подачи реек под углом к направлению движения конвейеров и упростить сборку пакетов с неограниченным числом внутренних реечных слоев, в которых рейки смежных слоев повернуты одна относительно другой.

Новая линия должна включать в себя ранее известные элементы, а именно: механизмы подачи облицовочных листов шпона (нижнего и верхнего), механизмы нанесения клея, а также модернизированный питатель с механизмом подачи реек с их поворотом на заданный угол α по отношению к вектору скорости перемещения технологического потока сборки пакета [33–35]. Это осуществляется при оснащении питателя плоским днищем, верхняя поверхность которого является опорой для уложенных в питатель реек. Между нижней поверхностью днища и цепями конвейеров должен быть просвет, в котором перемещаются цепи конвейеров, расположенные в одной горизонтальной плоскости. Центры ведущих звездочек конвейеров следует располагать на линии, повернутой на заданный угол α относительно положения питателя.

Контактные с рейками точки упоров на цепях противоположных конвейерах должны быть смещены относительно друг друга на величину S , равную

$$S = Ktg\alpha, \quad (2)$$

где K — расстояние между параллельными векторами перемещения контактных с рейками точек упоров, расположенных на противоположных конвейерах;

α — заданный угол наклона реек.

Конвейеры должны быть выполнены так, чтобы была обеспечена возможность их относительного смещения в направлении, параллельном направлению движения технологического потока сборки пакета. При сборке пакета с несколькими внутренними слоями реек производственная линия может быть оснащена несколькими магази́нными пита́телями с двумя механизмами подачи реек. При этом последующие питатели следует устанавливать выше предыдущих пита́телей с учетом толщины используемых реек (рис. 2).

Выполнение пита́теля с горизонтальным днищем позволяет разместить в просвете (высотой H) между его нижней плоскостью и нижним облицовочным листом шпона конвейеры подачи реек из пита́теля. При этом горизонтальное расположение цепей конвейеров обеспечивает их свободное перемещение над листом шпона.

Расположение центров ведущих звездочек пары конвейеров на линии, повернутой на угол α относительно положения пита́теля обусловлено тем, что противолежащие упоры конвейеров, одновременно выходя из контакта с выдвинутой из пита́теля и повернутой на угол α рейки, огибают ведущие звездочки, не изменяя заданный угол наклона рейки.

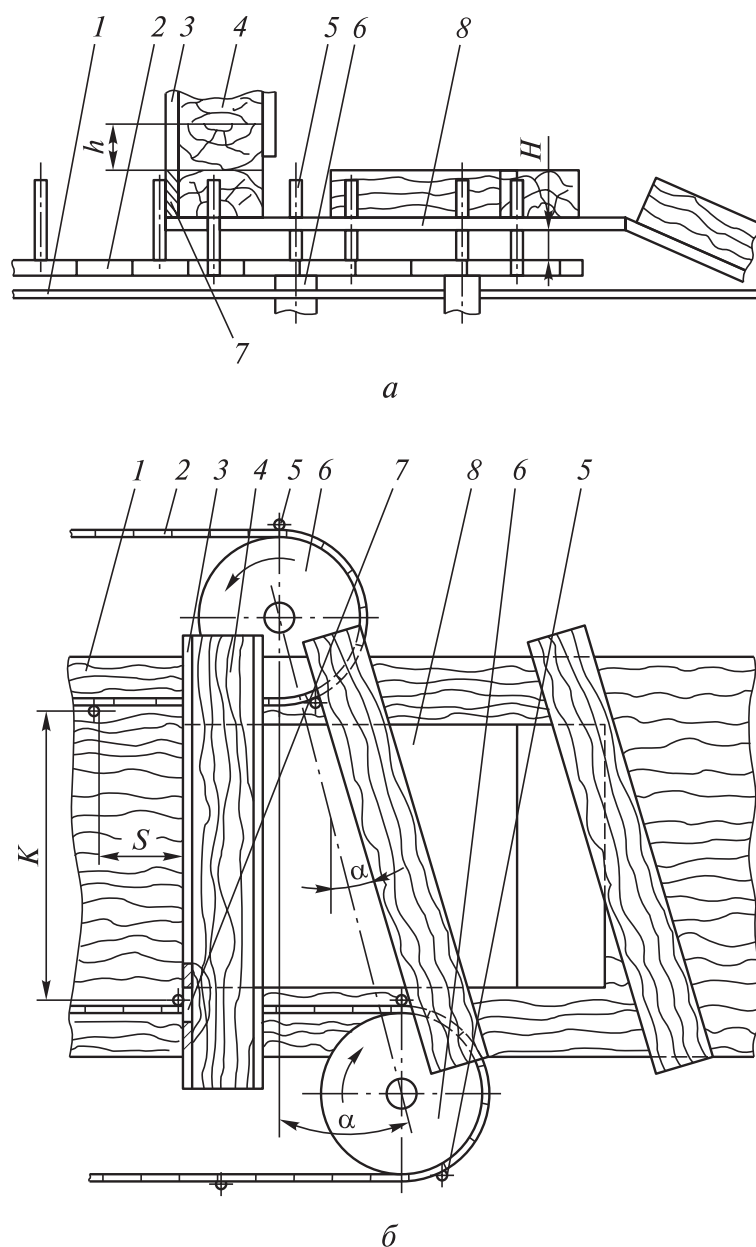


Рис. 2. Схема устройства сборки пакетов столярной плиты с наклонным расположением реек во внутренних слоях (*а* — вид спереди; *б* — вид сверху): 1 — лист шпона; 2 — пластинчатые цепи; 3 — вертикальный питатель; 4 — рейки; 5 — упоры; 6 — ведущие звездочки; 7 — вертикальные прорези; 8 — горизонтальное днище

Fig. 2. Assembly unit for lumber-core boards with inclined slats in the inner layers (*a* — front view; *b* — top view): 1 — ply; 2 — slat chains; 3 — vertical infeed mechanism; 4 — slats; 5 — stops; 6 — driving sprockets; 7 — vertical slots; 8 — horizontal bottom

Смещение упоров на противоположащих конвейерах на величину S определяется приведенной в формуле (2) зависимостью. Ее легко вычислить путем умножения значения $\tan \alpha$ на величину расстояния между контактными с рейкой точками упоров (величина K), располо-

женных на противоположащих конвейерах. Связь величин S и K при заданном угле α определяет геометрические параметры как при установке упоров на цепях конвейеров, так и при их взаимном расположении в механизме подачи реек из питателя.

Выполнение конвейеров с возможностью их относительного продольного перемещения осуществляется с помощью любых известных механизмов. Продольное перемещение конвейеров необходимо при переналадке работы производственной линии в случае изменения угла поворота реек в слое формируемого пакета. Предлагаемое техническое решение обеспечивает разворот реек на угол $0 \dots 45^\circ$.

При сборке пакетов с несколькими внутренними слоями реек можно встраивать в производственную линию два унифицированных питателя с механизмами подачи и более, что обеспечит их последовательное вертикальное смещение вверх на величину, равную толщине h используемых реек.

Следует отметить, что при внедрении предлагаемой модернизации возможно осуществление перекрестного расположения реек в смежных внутренних слоях пакета путем изменения относительного расположения центров ведущих звездочек противоположащих конвейеров.

Механизм подачи (см. рис. 2) облицовочных листов шпона 1 и механизм нанесения клея на листы шпона и рейки 4 условно не представлены. Вертикальные прорезы 7 в корпусе питателя 3 обеспечивают свободное движение упоров 5 в направлении движения технологического процесса сборки пакета.

Работа производственной линии с модернизированным питателем осуществляется следующим образом.

На производственную линию в качестве нижнего облицовочного слоя пакета с помощью какого-либо известного механизма подается намазанный сверху клеем лист шпона 1 . Из питателя 3 с помощью упоров 5 , укрепленных на цепях 2 двух противоположных конвейеров, рейки 4 , развернутые на заданный угол α , передвигаются по днищу 8 питателя, а затем укладываются на лист шпона 1 .

Наклон на угол α по отношению к положению питателя расположения реек обеспечивается тем, что контактные точки упоров 5 на противоположных цепях сдвинуты одна относительно другой на величину S , которая определяется зависимостью $S = K \tan \alpha$. Очевидно, что при изменении угла α будет изменяться и величина S .

Величина K постоянная для данной производственной линии, однако может изменяться в аналогичной линии в случае изменения длины реек 4 .

Расположение центров ведущих звездочек конвейеров на одной линии, отклоненной от положения питателя на угол α , позволяет упорам 5 в период огибания цепями 2 зубьев ведущих

звездочек 6 следовать по траекториям, движение по которым не изменяет приобретенный рейками за счет контакта с упорами заданный угол α . Значение шага реек внутреннего слоя пакета регулируется путем установки на цепях конвейеров упоров на требуемом расстоянии одного от другого.

При дальнейшем движении технологического потока линии слой реек накрывается намазанным клеем верхним облицовочным листом шпона с помощью любых известных механизмов.

При сборке пакетов с несколькими внутренними слоями реек нанесение клея последовательно проводится на верхнюю поверхность каждого внутреннего слоя реек, за исключением поверхности последнего их слоя, а затем последний слой реек накрывается намазанным клеем верхним облицовочным листом шпона [36].

Резка полученного слоистого полотна в поперечном направлении на пакеты может осуществляться с помощью каких-либо известных механизмов [37, 38].

Выводы

Конструкция столярной плиты с наружными слоями из лущеного шпона и изнутри заполненной рейками из пиломатериалов или рейками, полученными от форматной обрезки фанеры, является высокопрочной и имеет повышенную несущую способность. Применение указанных реек расширяет использование древесного сырья, способствует эффективной переработке образующихся в ходе его обработки отходов и обуславливает выпуск конкурентоспособного конструкционного материала, уменьшая материалоемкость производства фанерной продукции за счет сокращения расходов лущеного шпона и клеевых материалов и снижая себестоимость выпускаемой продукции.

Питатель в линии сборки пакетов из шпона и древесных материалов позволяет организовывать подачу реек под различным углом к направлению движения конвейеров, упростить конструкцию механизма подачи реек и технологию сборки пакетов столярных плит как с одним, так и с неограниченным числом внутренних слоев из реек.

Измененная конструкция питателя упрощает формирование слоистых плитных материалов.

Список литературы

- [1] Лукаш А.А., Романов В.А., Войнаш С.А. Технология клеевых материалов. СПб.: Лань, 2025. 148 с.
- [2] Меньшикова В.К. Ассортимент и качество строительных материалов и изделий. Красноярск: Изд-во Сибирского федерального ун-та, 2020. 216 с.

- [3] Буглай Б.М., Гончаров Н.А. Технология изделий из древесины. М.: Лесная пром-сть, 1985. 408 с.
- [4] Балакин М.И., Крюков Н.И., Поповкин В.С. Производство клееных древесных материалов. М.: МГУЛ, 2010. 10 с.
- [5] Бобиков П.Д. Конструирование столярно-мебельных изделий. М.: Высшая школа, 1989. 176 с.
- [6] Бирман А.Р. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологии и параметров оборудования для производства облицовочных деревянных покрытий. СПб.: Изд-во СПбЛТА, 2001. 156 с.
- [7] Астаркин В.В., Воякин А.С. Столярные плиты из производственных отходов // Взгляд молодых исследователей: лесной комплекс, экономика и управление: Сб. матер. Общерос. науч.-практ. конф. Красноярск: Изд-во Научно-инновационного центра, 2018. С. 9–12.
- [8] Чубинский А.Н., Щербаков В.М. Обоснование конструкции и технологии изготовления трудногорючих столярных плит // ИзВУЗ Лесной журнал, 2006. № 5. С. 61–66.
- [9] Волков А.В. Справочник фанерщика. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского Политехнического ун-та Петра Великого, 2010. 486 с.
- [10] Волинский В.Н. Технология клееных древесных материалов. Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. Т. 1. 388 с.
- [11] Митрофанов В.Е. Возвратное использование отходов от форматной обрезки в производстве фанерной продукции // Инженерные кадры — будущее инновационной экономики России. Йошкар-Ола: Изд-во ПГТУ, 2017. № 2. С. 97–100.
- [12] Митрофанов В.Е. Свойства конструкционной фанеры с внутренними слоями на основе отходов от форматной обрезки // Материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова: сб. науч. тр. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017. С. 1674–1677.
- [13] Митрофанов В.Е. Конструкции фанерных панелей с внутренним заполнением из отходов от форматной обрезки фанеры // Научному прогрессу — творчество молодых. Йошкар-Ола: Изд-во ПГТУ, 2018. № 3. С. 139–141.
- [14] Угрюмов С.А., Бирман А.Р. Использование отходов от форматной обрезки фанеры при производстве облегченных панелей // Древесные плиты и фанера: теория и практика: Материалы XXIV Всерос. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 17–18 марта 2021 г. СПб.: Изд-во СПбЛГТУ, 2021. С. 124–127.
- [15] Патент № 95701 Российская Федерация, МПК E04C 3/14 (2006.01). Клееный брус: № 2009110575/22: заявл. 23.03.2009; опубл. 10.07.2010 / Р.В. Дерягин, А.А. Плеханов, А.В. Коняхин; заявитель Вологодский государственный технический университет. Бюл. № 19, 4 с.
- [16] Патент № 2760899 Российская Федерация, МПК E04C 2/24 (2006.01), E04C 3/12 (2006.01). Способ изготовления конструкционного материала: № 2021113537: заявл. 13.05.2021; опубл. 01.12.2021 / Е.В. Микрюкова, В.Е. Митрофанов, С.А. Угрюмов, Е.С. Шарапов; заявитель Поволжский государственный технологический университет. Бюл. № 34, 5 с.
- [17] Патент № 197234 Российская Федерация, МПК B27D 1/06 (2006.01), E04C 2/10 (2006.01). Фанерная панель: № 2017144270: заявл. 18.12.2017; опубл. 07.05.2018 / С.А. Угрюмов, В.Е. Митрофанов; заявитель Поволжский государственный технологический университет. Бюл. № 13, 4 с.
- [18] Митрофанов В.Е. Технологический процесс изготовления фанерных панелей с внутренним заполнением на основе отходов от форматной обрезки // Инженерные кадры — будущее инновационной экономики России. Йошкар-Ола: Изд-во ПГТУ, 2018. № 2. С. 77–80.
- [19] Угрюмов С.А., Митрофанов В.Е. Свойства и технологические особенности производства фанерных плит сниженной плотности с внутренним заполнением из отходов от форматной обрезки // Современные технологии деревообрабатывающей промышленности: Материалы Междунар. науч.-практ. онлайн-конф., Белгород, 15–16 февраля 2018 г. Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2018. С. 156–161.
- [20] Шеина Т.В. Строительные материалы и конструкции. Самара: Изд-во СГАСУ, 2014. 366 с.
- [21] Миронов В.Г. Деревянные конструкции в вопросах и ответах. Расчет элементов цельного, составного и клееного сечений. Нижний Новгород: Изд-во ННГАСУ, 2017. 95 с.
- [22] Бирман А.Р., Угрюмов С.А., Белоногова Н.А. Механизация технологического процесса формирования лицевого покрытия паркетных изделий // Системы. Методы. Технологии, 2019. № 1. С. 120–124.
- [23] Газизов А.М. Расчет строительных конструкций из фанеры. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2017. 12 с.
- [24] Асадулина Е. Ю. Сопротивление материалов. М.: Юрайт, 2025. 279 с.
- [25] Раповец В.В. Проектирование и производство деревообрабатывающего инструмента. Минск: Изд-во БГТУ, 2015. 74 с.
- [26] Уласовец В.Г., Чернышев О.Н. Проектирование деревообрабатывающих предприятий. СПб.: Лань, 2021. 376 с.
- [27] Глебов И.Т. Проектирование деревообрабатывающего оборудования. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2004. 215 с.
- [28] Попиков П.И., Юдин Р.В. Проектирование деревообрабатывающего оборудования. Воронеж: Изд-во ВГЛТУ, 2004. 166 с.
- [29] Патент № 2769690 Российская Федерация, МПК E04F15/04 (2006.01). Паркетный щит: № 2021115480: заявл. 28.05.2021; опубл. 05.04.2022 / Н.А. Белоногова, А.Р. Бирман, А.А. Тамби, С.А. Угрюмов; заявитель Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова. Бюл. № 10, 8 с.
- [30] Белоногова Н.А., Бирман А.Р., Козлова И.К., Фролов И.С. Определение прочности двухслойных паркетных щитов с наклонным расположением реек подложки // Сборник статей по материалам научно-технической конференции института технологических машин и транспорта леса по итогам научно-исследовательских работ 2022 г., Санкт-Петербург, 06–10 февраля 2023 г. СПб.: СПбЛГТУ, 2023. С. 256–261.
- [31] Любченко В.И., Дружков Г.Ф. Станки и инструменты мебельного производства. М.: Лесная пром-сть, 1990. 360 с.
- [32] Бирман А.Р., Тамби А.А., Угрюмов С.А., Белоногова Н.А. Совершенствование конструкции клееного щитового паркета с увеличением его монтажной прочности // Клеи. Герметики. Технологии, 2021. № 8. С. 28–32.

- [33] Глебов И.Т., Новоселов В.Г. Оборудование для склеивания древесины. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2000. 142 с.
- [34] Глебов И.Т., Гороховский А.К. Оборудование для склеивания древесины. Свердловск: Изд-во УЛТИ – УПИ, 1988. 111 с.
- [35] Потемкин Л.В. Деревообрабатывающие станки и автоматические линии. М.: Лесная пром-сть, 1987. 368 с.
- [36] Угрюмов С.А., Бирман А.Р. Клееная строительная плита // Повышение эффективности лесного комплекса: Материалы Девятой Всеросс. Нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Петрозаводск, 24 мая 2022 г. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2023. С. 37–38.
- [37] Кошелева Н.А., Шишкина М.Б. Технологические процессы изготовления мебели из древесины и древесных материалов. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2012. 83 с.
- [38] Барташевич А.А. Игнатович Л.В., Бахар Л.М. Технология изделий из древесины. Курсовое и дипломное проектирование. Минск: Изд-во БГТУ, 2007. 140 с.

Сведения об авторах

Бирман Алексей Романович — д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (СПбГЛТУ), birman1947@mail.ru

Угрюмов Сергей Алексеевич — д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технологии лесозаготовительных производств, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (СПбГЛТУ), ugr-s@yandex.ru

Козловская Карина Александровна — аспирант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (СПбГЛТУ), karina.kozlovskaya@bk.ru

Поступила в редакцию 24.12.2025.

Одобрено после рецензирования 03.06.2026.

Принята к публикации 26.08.2026.

INFEEED MECHANISM TO PRODUCE LAMINATED PACKAGES MADE OF WOOD-BASED MATERIALS

A.R. Birman, S.A. Ugryumov[✉], K.A. Kozlovskaya

St. Petersburg State Forestry Technical University named after S.M. Kirov (SPbFTU), Russia, 194021, St. Petersburg, Institutsky Lane, 5, letter U

ugr-s@yandex.ru

The object of the study is joinery boards with a slatted inner layer faced with peeled veneer or thin plywood. It has been established that the operational strength of such boards is determined by a combination of design parameters — the geometric dimensions and wood species of the supporting slats, the type of adhesive and gluing conditions, as well as the orientation of the fiber direction of the slats in the inner layer. The paper examines methods for increasing the load bearing capacity of joinery boards while reducing the material consumption of production through the use of secondary wood waste. A design of a joinery board with an internal layer made of slats formed from lumber or slats resulting from the format cutting of plywood, providing high load bearing capacity, is proposed. The developed equipment for the production process of joinery boards with an internal layer of slats is presented. The principles for forming the internal layer of joinery boards are specified; it is proposed to form their internal layer from a continuous series of parallel, calibrated slats, rotated relative to the direction of the package movement vector during its assembly by an angle of up to 45°. A project has been completed for a board package assembly line with a built-in vertical magazine feeder, which makes it possible to simplify the line by taking into account an unlimited number of internal slat layers, where the slats of adjacent layers are offset relative to each other, as well as to simplify the slat feeding mechanism and the technology for assembling panel boards, both with a single internal layer and with an unlimited number of internal layers of slats. It is recommended to use the research results when reconstructing existing workshops and designing new boards production lines, as well as in the practice of managing sawmill and plywood production waste.

Keywords: joiner's plate, wooden slats, slats from format cutting of plywood, feeder, package assembly line

Suggested citation: Birman A.R., Ugryumov S.A., Kozlovskaya K.A. *Pitatel dlya linii sborki sloistikh paketov iz drevesnykh materialov* [Infeced mechanism to produce laminated packages made of wood-based materials]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2026, vol. 30, no. 5, pp. 83–93.
DOI: 10.17816/2542-1468-2026-5-83-93

References

- [1] Lukash A.A., Romanov V.A., Voynash S.A. *Tekhnologiya kleenikh materialov* [Technology of glued materials]. St. Petersburg: Lan⁷, 2025, 148 c.
- [2] Menshikova V.K. *Assortiment i kachestvo stroitelnykh materialov i izdelii* [Assortment and quality of building materials and products]. Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2020, 216 p.
- [3] Buglai B.M., Goncharov N.A. *Tekhnologiya izdeliy iz drevesiny* [Technology of wood products]. Moscow: Forest Industry, 1985, 408 p.
- [4] Balakin M.I., Krûkov N.I., Popovkin V.S. *Proizvodstvo kleenyyh drevesnykh materialov* [Production of laminated wood materials]. Moscow: MSFU, 2010, 10 p.
- [5] Bobikov P.D. *Konstruirovaniye stolyarno-mebelnykh izdeliy* [Designing carpentry and furniture products]. Moscow: Higher school, 1989, 176 p.
- [6] Birman A.R. *Teoreticheskoye i eksperimentalnoye obosnovaniye tekhnologii i parametrov oborudovaniya dlya proizvodstva oblitsovochnykh derevyannykh pokrytiy* [Theoretical and experimental substantiation of technology and equipment parameters for the production of facing wooden coverings]. Saint Petersburg: Publishing House of SPbFTA, 2001, 156 p.
- [7] Astarkin V.V., Voyakin A.S. *Stolyarnyye plity iz proizvodstvennykh otkhodov* [Carpentry slabs from industrial waste]. *Vzglyad molodykh issledovateley: lesnoy kompleks. ekonomika i upravleniye: sbornik materialov obshcherossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [View of young researchers: forest complex, economics and management: collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference]. Krasnoyarsk: Publishing House of the Scientific and Innovation Center, 2018, pp. 9–12.
- [8] Chubinsky A.N., Shcherbakov V.M. *Obosnovaniye konstruktssii i tekhnologii izgotovleniya trudnogoryuchikh stolyarnykh plit* [Substantiation of the design and manufacturing technology of refractory joiner plates]. *Izv. vuzov. Forest Journal*, 2006, no. 5, pp. 61–66.
- [9] Volkov A.V. *Spravochnik fanershchika* [Plywood worker's Handbook]. St. Petersburg: Publishing House of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 2010, 486 p.

- [10] Volynskiy V.N. *Tekhnologiya kleenikh drevesnikh materialov* [Technology of glued wood materials]. Vologda: Infra-Engineering, 2022, v. 1, 388 p.
- [11] Mitrofanov V.E. *Vozvratnoye ispolzovaniye otkhodov ot formatnoy obrezki v proizvodstve fanernoy produktsii* [Recycling of waste from format pruning in the production of plywood products]. *Inzhenernyye kadry – budushcheye innovatsionnoy ekonomiki Rossii* [Engineering personnel is the future of Russia's innovative economy]. Yoshkao-Ola: Publishing House of PSTU, 2017, no. 2, pp. 97–100.
- [12] Mitrofanov V.E. *Svoystva konstruksionnoy fanery s vnutrennimi sloyami na osnove otkhodov ot formatnoy obrezki* [Properties of structural plywood with inner layers based on waste from format pruning]. *Mezhdunarodnaya nauchno-tehnicheskaya konferentsiya molodykh uchenykh BGTU im. V.G. Shukhova: sbornik nauchnykh trudov* [International scientific and technical Conference of young scientists of BSTU named after V.G. Shukhov: collection of scientific papers]. Belgorod: Publishing House of BSTU named after V.G. Shukhov, 2017, pp. 1674–1677.
- [13] Mitrofanov V.E. *Konstruksii fanernykh paneley s vnutrennim zapolneniyem iz otkhodov ot formatnoy obrezki fanery* [Constructions of plywood panels with internal filling from waste from format cutting of plywood]. *Nauchnomu progressu — tvorchestvo molodykh* [Scientific progress — creativity of the young]. Yoshkao-Ola: Publishing House of PGTU, 2018, no. 3, pp. 139–141.
- [14] Ugryumov S.A., Birman A.R. *Ispolzovaniye otkhodov ot formatnoy obrezki fanery pri proizvodstve oblegchennykh paneley* [The use of waste from large-format plywood trimming in the production of lightweight panels]. *Drevesnyye plity i fanera: teoriya i praktika. Materialy XXIV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Wood boards and plywood: theory and practice. Materials of the XXIV All-Russian Scientific and Practical Conference]. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg State Technical University, 2021, pp. 124–127.
- [15] Patent No. 95701 Russian Federation, IPC E04C 3/14 (2006.01). *Kleyenyy brus* [Glued timber]: No. 2009110575/22: application 23.03.2009: published 10.07.2010 / R.V. Deryagin, A.A. Plekhanov, A.V. Konyakhin; applicant Vologda State Technical University. Byul. № 19, 4 p.
- [16] Patent No. 2760899 Russian Federation, IPC E04C 2/24 (2006.01), E04C 3/12 (2006.01). *Sposob izgotovleniya konstruksionnogo materiala* [Method for Manufacturing a Construction Material]: No. 2021113537: application 13.05.2021: published 01.12.2021 / E.V. Mikryukova, V.E. Mitrofanov, S.A. Ugryumov, E.S. Sharapov; applicant Volga State Technological University. Byul. No. 34, 5 p.
- [17] Patent No. 197234 Russian Federation, IPC B27D 1/06 (2006.01), E04C 2/10 (2006.01). *Fanernaya panel* [Plywood panel]: No. 2017144270: application 18.12.2017: published 07.05.2018 / S.A. Ugryumov, V.E. Mitrofanov; applicant Volga State Technological University. Byul. № 13, 4 p.
- [18] Mitrofanov V.E. *Tekhnologicheskii protsess izgotovleniya fanernykh paneley s vnutrennim zapolneniyem na osnove otkhodov ot formatnoy obrezki* [Technological process of manufacturing plywood panels with internal filling based on waste from format pruning]. *Inzhenernyye kadry — budushcheye innovatsionnoy ekonomiki Rossii* [Engineering personnel is the future of Russia's innovative economy]. Yoshkao-Ola: Publishing House of PSTU, 2018, no. 2, pp. 77–80.
- [19] Ugryumov S.A., Mitrofanov V.E. *Svoystva i tekhnologicheskiye osobennosti proizvodstva fanernykh plit snizhennoy plotnosti s vnutrennim zapolneniyem iz otkhodov ot formatnoy obrezki* [Properties and technological features of the production of plywood slabs of reduced density with internal filling from waste from format pruning]. *Sovremennyye tekhnologii derevoobrabatyvayushchey promyshlennosti: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy onlayn-konferentsii* [Modern technologies of the woodworking industry: proceedings of the international scientific and practical online conference]. Belgorod: Publishing House of PSTU BSTU named after V.G. Shukhov, 2018, pp. 156–161.
- [20] Sheina T.V. *Stroitelnyye materialy i konstruksii* [Building materials and structures]. Samara: Publishing House of SSASU, 2014, 366 p.
- [21] Mironov V.G. *Derevyannyye konstruksii v voprosakh i otvetakh. Raschet elementov tselnogo. sostavnogo i kleyenogo secheniy* [Wooden structures in questions and answers. Calculation of the elements of integral, composite and glued sections]. Nizhny Novgorod: Publishing House of NSASU, 2017, 95 p.
- [22] Birman A.R., Ugryumov S.A., Belonogova N.A. *Mekhanizatsiya tekhnologicheskogo protsessa formirovaniya litsevoogo pokrytiya parketnykh izdeliy* [Mechanization of the technological process of forming the front coating of parquet products]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii* [Systems. Methods. Technologies], 2019, no. 1, pp. 120–124.
- [23] Gazizov A.M. *Raschet stroitelnykh konstruksiy iz fanery* [Calculation of building structures from plywood]. Yekaterinburg: Publishing House of USFTU, 2017, 12 p.
- [24] Asadulina E.Y. *Soprotivleniye materialov* [Resistance of materials: a textbook for universities]. Moscow: Yurayt, 2025, 279 p.
- [25] Rapovets V.V. *Proyektirovaniye i proizvodstvo derevoobrabatyvayushchego instrumenta* [Design and manufacture of woodworking tools]. Minsk: Publishing House of BSTU, 2015, 74 p.
- [26] Ulasovets V.G., Chernyshev O.N. *Proyektirovaniye derevoobrabatyvayushchikh predpriyatiy* [Designing of woodworking enterprises]. St. Petersburg: Lan, 2021, 376 p.
- [27] Glebov I.T. *Proyektirovaniye derevoobrabatyvayushchego oborudovaniya* [Designing woodworking equipment: monograph]. Yekaterinburg: Publishing House of USFTU, 2004, 215 p.
- [28] Popikov P.I., Yudin R.V. *Proyektirovaniye derevoobrabatyvayushchego oborudovaniya* [Designing woodworking equipment]. Voronezh: Publishing House of VSFTU, 2004, 166 p.
- [29] Patent No. 2769690 Russian Federation, IPC E04F15/04 (2006.01). *Parketnyy shchit* [Parquet board]: No. 2021115480: application 05/28/2021: published 04/05/2022 / N.A. Belonogova, A.R. Birman, A.A. Tambi, S.A. Ugryumov; applicant St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov. Byul. No. 10, 8 p.

- [30] Belonogova N.A., Birman A.R., Kozlova I.K., Frolov I.S. *Opredeleyeniye prochnosti dvukhsloynnykh parketnykh shchitov s naklonnym raspolozheniyem reyek podlozhki* [Determination of the strength of double-layer parquet boards with an inclined arrangement of the substrate rails]. *Sbornik statey po materialam nauchno-tekhnicheskoy konferentsii instituta tekhnologicheskikh mashin i transporta lesa po itogam nauchno-issledovatel'skikh rabot 2022 goda* [Collection of articles based on the materials of the scientific and technical conference of the Institute of Technological Machines and Transport of Forests based on the results of research work in 2022]. St. Petersburg: Publishing House of SPbFTU, 2023, pp. 256–261.
- [31] Lyubchenko V.I., Druzhkov G.F. *Stanki i instrumenty mebel'nogo proizvodstva* [Machines and tools of furniture production]. Moscow: Forest Industry, 1990, 360 p.
- [32] Birman A.R., Tambi A.A., Ugryumov S.A., Belonogova N.A. *Sovershenstvovaniye konstruktssii kleyenogo shchitovogo parketa s uvelicheniyem ego montazhnoy prochnosti* [Improving the construction of glued panel parquet with an increase in its mounting strength]. *Klei. Germetiki. Tekhnologii* [Glues. Sealants. Technologies], 2021, no. 8, pp. 28–32.
- [33] Glebov I.T., Novoselov V.G. *Oborudovaniye dlya skleivaniya drevesiny* [Equipment for gluing wood]. Yekaterinburg: Publishing House of USFTU, 2000, 142 p.
- [34] Glebov I.T., Gorokhovskiy A.K. *Oborudovaniye dlya skleivaniya drevesiny* [Equipment for gluing wood]. Sverdlovsk: Publishing House of UFTI — UPI, 1988, 111 p.
- [35] Potemkin L.V. *Derevoobrabatyvayushchiye stanki i avtomaticheskoye linii* [Woodworking machines and automatic lines]. Moscow: Forest Industry Publ., 1987, 368 p.
- [36] Ugryumov S.A., Birman A.R. *Kleyenaya stroitel'naya plita* [Glued construction board]. *Povysheniye effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy Devyatoy Vserossiyskoy natsionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem* [Improving the efficiency of the forest complex: proceedings of the Ninth All-Russian National Scientific and Practical Conference with international participation]. Petrozavodsk: Publishing House of PetrSU, 2023, pp. 37–38.
- [37] Kosheleva N.A., Shishkina M.B. *Tekhnologicheskiye protsessy izgotovleniya mebeli iz drevesiny i drevesnykh materialov* [Technological processes of furniture manufacturing from wood and wood materials]. Yekaterinburg: Publishing House of USFTU, 2012, 83 p.
- [38] Bartashevich A.A., Ignatovich L.V., Bahar L.M. *Tekhnologiya izdeliy iz drevesiny. Kursovoye i diplomnoye proyektirovaniye*: [Technology of wood products. Course and diploma design]. Minsk: Publishing House of BSTU, 2007, 140 p.

Authors' information

Birman Aleksey Romanovich — Dr. Sci. (Tech.), Professor of the St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov, birman1947@mail.ru

Ugryumov Sergey Alekseyevich — Dr. Sci. (Tech.), Professor, Head of the Department of Technology of Logging Industries of the St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov, ugr-s@yandex.ru

Kozlovskaya Karina Aleksandrovna — pg. of the St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov, karina.kozlovskaya@bk.ru

Received 24.12.2025.

Approved after review 03.06.2026.

Accepted for publication 26.08.2026.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article

The authors declare that there is no conflict of interest