

Предлагаемые изменения в некоторых стандартах по древесным композиционным материалам Proposed changes to some wood composites standards

Е.М. РАЗИНЬКОВ, К.А. КОРОЛЕВА, Я.В. БЕЗНОСКО

E.M. RAZINKOV, K.A. KOROLEVA, YA.V. BEZNOSKO

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф.Морозова», г. Воронеж, Россия

Voronezh State University of Forestry and Technologies Named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

rasinkov50@mail.ru

Для изготовления корпусной мебели широко используются древесно-стружечные плиты (ДСтП) и древесно-волоконистые плиты средней плотности – плиты древесной моноструктурной волокнистой марки ПМВ (МДФ плиты), которые по своим методам испытаний физико-механических свойств должны соответствовать требованиям соответствующих ГОСТов. Анализ некоторых из этих ГОСТов показал, что часть методов испытаний нуждаются в изменениях. К таким ГОСТам относятся: по древесноволокнистым плитам (ДВП) – ГОСТ 32687-2014; по (ДСтП) – ГОСТ 10635-88 и ГОСТ 23234-2009.

Ключевые слова: древесно-стружечная плита, плита древесная моноструктурная волокнистая марки ПМВ

For the manufacture of cabinet furniture, chipboards and medium-density fibreboards (MDF) are widely used. By test methods for physical and mechanical properties, they must comply with the requirements of the relevant state standards. Analysis of some of these standards has shown that some of the test methods need to be changed. These state standards include: for fiberboards - GOST 32687-014; for MDF – GOST 10635-88 and GOST 23234-2009.

Keywords: wood-shaving plate, monostructural wood-based panel fibrous PMV brands

DOI: 10.35164/0554-2901-2020-11-12-36-40

По ГОСТ 32687-2014 [2] (приложение Г) на «Плиты древесноволокнистые сухого способа производства, облицованные пленками на основе термореактивных полимеров» прочность склеивания пленки с поверхностью древесноволокнистой плиты (ДВП) во многом зависит не только от прочности собственно склеивания пленки с поверхностью плиты, но и от прочности поверхности наружного слоя плиты. Одной из главных причин недостаточной прочности наружных слоев плиты является в основном преждевременное отверждение смолы в этих слоях. Это приводит к термодеструкции смолы, что способствует снижению прочности склеивания древесных частиц или волокон [1, 8, 10–12]. Такой дефект приводит к отслаиванию пленки от поверхности плиты, увлекая при этом за собой часть наружного слоя. В основном эта причина является следствием горячего прессования плит в многотажных прессах, а также связана с отсутствием в многотажных прессах механизма для одновременного смыкания плит пресса. Недостаточная прочность наружного слоя плиты особенно ярко проявляется при отслаивании от поверхности плиты бумажно-слоистого пластика [9].

Проанализируем первый ГОСТ 32687-2014, определяющий прочность склеивания облицовочной пленки с поверхностью ДВП показателем «Условная адгезия покрытия к плите средней плотности». Метод определения этого показателя состоит в следующем. Используются образцы ДВП в форме прямоугольника с длиной не менее 310 и шириной не менее 200 мм (допускается применять образцы в форме квадрата). Испытания проводят таким образом, что образец закрепляют на столе. На каждом образце на расстоянии не менее 30 мм от края режущим инструментом делают пять крестообразных надрезов на расстоянии 4–5 мм друг от друга, проникая на всю глубину покрытия до плиты. Режущий инструмент должен быть расположен относительно поверхности плиты под углом 45°. Затем скальпелем поддеваются края прямоугольников надрезанной решетки. Условную адгезию оценивают визуально при помощи лупы по двухбалльной системе: 0 – нет отслаивания либо нелицевая поверхность пленки покрыта полностью или частично отслоившимся древесным волокном; 1 – отслаивание пленки от

плиты, на нелицевой поверхности пленки не наблюдается следов волокна. Такой метод и обработка результатов вызывает ряд вопросов, вот некоторые из них: на какой из сторон образца необходимо производить крестообразные надрезы – на длинной или короткой (или на любой из сторон); какую поверхность пленки принимать за «прямоугольник надрезанной решетки» и др. Как показали наши опыты, этот метод очень несовершенен, и часто даже условно оценить адгезию покрытия к плите бывает невозможным. При таком методе испытаний и оценке не численным методом, а по балльной системе, достоверность результатов очень невелика.

В то же время существует еще метод определения прочности клеевого соединения на неравномерный отрыв облицовочных материалов (с изменением №1) предусмотренный ГОСТ 15867-79 [7], который распространяется на плоские детали и изделия из древесины и древесных материалов, облицованные различными материалами толщиной не более 2 мм, т.е. этот ГОСТ распространяется и на «Плиты древесноволокнистые сухого способа производства, облицованные пленками на основе термореактивных полимеров» (ГОСТ 32687-2014) при толщине пленки не более 2 мм. Но почему-то в ГОСТ 32687-2014 не включен метод определения прочности клеевого соединения на неравномерный отрыв облицовочных материалов (с изменением №1) предусмотренный ГОСТ 15867-79. Однако включен метод определения условной адгезии покрытия к плите средней плотности без всякой ссылки на ГОСТ (которого не существует) для определения такой условной адгезии.

ГОСТ 15867-79 устанавливает метод определения прочности клеевого соединения на неравномерный отрыв облицовочных материалов (с изменением 1) в деталях и изделиях из древесины и древесных материалов. Сущность метода состоит в определении разрушающей нагрузки, приходящейся на единицу ширины образца, с которого происходит отрыв покрытия при неравномерном распределении напряжений по площади склеивания. По этому методу заготовку для образцов распиливают на образцы пилой. Пропилы для образования свесов облицовочного материала не доводят до облицовки на 0,1–0,2 мм. Окончательную доводку пропила до

облицовочного материала и очистку свеса выполняют вручную шлицевой толщиной 0,8 мм и шириной 16 мм. После этого образец помещают в испытательное устройство и при действии пуансона сверху на образец боковые ножи, поддерживающие пленку, должны отслаивать облицовочную пленку. За результат принимается прочность клеевого соединения на неравномерный отрыв облицовочных материалов кН/м или кгс/см, который определяется по формуле

$$g = P / 2b \quad (1)$$

где g – прочность клеевого соединения, кН (кгс); P – разрушающая нагрузка, кН (кгс); b – ширина образца, м (см).

Однако, как указано выше, испытание этим методом не предусмотрено ГОСТ 32687-2014. Кроме того, этот метод неудобен при подготовке и испытании образцов (часто облицовочная пленка ломается или ножи увлекают за собой часть древесного материала и т.д.).

Проанализируем второй ГОСТ 32687-2014, предусматривающий определение показателя «Предел прочности при изгибе» облицованных пленками ДВП с односторонней или двухсторонней облицовкой. При этом предел прочности плит при изгибе должен определяться по ГОСТ 10635-88 [4]. Однако ни в ГОСТ 32687-2014, ни в ГОСТ 10635-88 не указано, как размещать испытываемый образец плиты с односторонней облицовкой пленкой в испытательное устройство (облицованной стороной вниз или вверх)? Как показали наши исследования, в зависимости от того, как размещается образец в испытательном устройстве (облицованной стороной вниз или вверх), результаты получаются разные. В доказательство ниже приведены полученные нами результаты.

Проанализируем третий ГОСТ 23234-2009 [3], который устанавливает метод испытания ДСтП для определения удельного сопротивления нормальному отрыву наружного слоя плиты. Анализ показал следующее:

1) Метод испытания позиционируется как метод определения удельного сопротивления нормальному отрыву наружного слоя плиты (слоя, расположенного от поверхности плиты на 0,2–0,7 мм), но не поверхностного слоя плит. Но для облицованных пленками плит, как ДСтП, так и ДВП, важен метод определения удельного сопротивления нормальному отрыву прежде всего не наружного, а поверхностного слоя плиты, к которому приклеивается облицовочная пленка. Но такого метода не предусмотрено ни одним ГОСТ по деревопереработке.

По методу ГОСТ 23234-2009 происходит разрушение плит на глубине в среднем 0,5 мм, где, как показали наши предварительные эксперименты, величина этого сопротивления значительно ниже сопротивления поверхностного слоя;

2) Метод испытания не предусматривает определение удельного сопротивления нормальному отрыву от кромки плиты, в то время как кромка плиты тоже облицовывается пленками.

Обоснование необходимости изменений в первом ГОСТ 32687-2014. Для большей достоверности результатов по определению прочности склеивания пленки с поверхностью плиты можно пойти по пути определения удельного сопротивления нормальному отрыву пленки от поверхности плиты. При этом можно пользоваться методом подготовки образцов, который предусмотрен ГОСТ 23234-2009 для определения удельного сопротивления нормальному отрыву наружного слоя плиты. Для этого метода используются образцы размером 50×50 мм. В центре поверхности образца производится спиральным дереворежущим с подрезателем сверлом (ГОСТ 22053-76) кольцевая канавка глубиной (0,5±0,2) мм. К выделенной кольцевой канавкой площади на пластъ образца приклеивается испытательная головка с равномерно нанесенным на нее клеем. При использовании этого метода испытательная головка приклеивается к выделенной кольцевой канавкой площади облицовочной пленки. После испытаний образцов удельное сопротивление нормальному отрыву пленки от плит в МПа (кгс/см²) вычисляется с точностью до 0,01 по формуле

$$\sigma_{уд} = P/F \quad (2)$$

где P – наибольшая нагрузка на образец в момент его разрушения, Н (кгс); F – рабочая площадь испытательной головки, мм².

С тем чтобы установить возможность разницы в результатах удельного сопротивления плит с односторонней облицовкой, испытываемые образцы были пронумерованы от 1 до 10. После этого

сначала определяли удельное сопротивление каждого образца (например, №1) с необлицованной стороны плиты, а затем испытывали этот показатель с оборотной (облицованной) стороны этого же образца.

Обоснование необходимости изменений во втором ГОСТ 32687-2014. При исследовании способа размещения образцов при определении предела прочности плит при изгибе были испытаны промышленные ДВП толщиной 16 мм и плотностью 785–807 кг/м³, в которых была облицована белой термореактивной пленкой одна пластъ.

В первом варианте испытываемые образцы размещали в испытательном устройстве вниз, т.е. облицованную пластъ укладывали на опоры. Во втором варианте на опоры укладывали образец с необлицованной пластью.

Обоснование необходимости изменений в третьем ГОСТ 23234-2009. Прежде чем проводить исследования на удельное сопротивление нормальному отрыву слоев плит, для опытов были испытаны прочностные свойства промышленных ДСтП и плиты древесные моноструктурные средней плотности (ПМВ). В табл. 1 приведены результаты этих испытаний, которые показали, что отобранные для изучения удельного сопротивления отрыву наружного слоя плиты материалы являются качественными и соответствуют техническим требованиям ГОСТ [5, 6].

Для испытания на отрыв наружного слоя пласти плит использовали метод подготовки образцов по ГОСТ 23234-2009. Для этого из каждой отобранной для испытания плит ДСтП и ПМВ вырезали образцы размером 50×50 мм. В центре поверхности образца делали спиральным дереворежущим с подрезателем сверлом (ГОСТ 22053-76) кольцевую канавку глубиной (0,5±0,2) мм. К выделенной кольцевой канавкой площади на пластъ образца приклеивали испытательную головку с равномерно нанесенным на нее клеем.

Для испытания на отрыв поверхностного слоя плит к поверхности образцов 50×50 мм приклеивали испытательную головку с равномерно нанесенным на нее клеем. Выдавливаемый головкой клей на поверхность плиты тщательно убирали с поверхности.

Для испытания на отрыв кромок плит (толщиной 20 мм) в кромке также делали кольцевую канавку глубиной около 0,5 мм.

Удельное сопротивление нормальному отрыву наружного слоя в МПа (кгс/см²) вычисляли с точностью до 0,01 по вышеприведенной формуле.

В соответствии с техническими требованиями ГОСТ на ДСтП и ПМВ, (соответственно 10632-2014 [5] и 32274-2013 [6]) величина удельного сопротивления нормальному отрыву наружного слоя ДСтП и ПМВ толщиной 13–20 мм должна быть не ниже 0,8 МПа при плотности ДСтП 550–820 и плотности ПМВ 600–800 кг/м³.

Результаты сводятся к следующему. По первому ГОСТ 32687-2014 нами были проведены исследования удельного сопротивления нормальному отрыву наружного слоя и пленки от поверхности ламинированных (с одной стороны) плит МДФ, изготовленных двумя предприятиями (первым и вторым). Используемые породы древесины при изготовлении плит были следующие. Плиты обеих предприятий из смеси хвойных и лиственных пород с преобладанием лиственных – вариант №1 (первое предприятие) и с преобладанием хвойных пород – вариант №2 (второе предприятие). Толщина плит составляла 16 мм. Плотность плит предприятий составляла, кг/м³: №1, вариант 1 – 807; №1, вариант 2 – 800 и №2, вариант 2 – 785. Полученные результаты со статистической обработкой приведены в табл. 1. Для наглядности полученные результаты представлены на рис. 1.

Полученные результаты показали, что удельное сопротивление нормальному отрыву со стороны ДВП облицованной пленкой происходит не по клеевому слою между пленкой и поверхностью плиты, а по плите. Это означает, что прочность склеивания пленки с поверхностью плиты при отрыве выше прочности склеивания древесных волокон между собой. Из результатов табл. 1 следует, что удельное сопротивление нормальному отрыву плиты со стороны облицовочной пленки выше, чем с необлицованной стороны плиты. Это увеличение составляет, %: 24 – для предприятия №1, вариант 1, 20 – для предприятия №1, вариант 2 и 23,5 – для предприятия №2, вариант 2. Такой результат можно объяснить, видимо, тем, что при облицовывании поверхности плиты пленкой в прессе происходит дополнительное уплотнение поверхностного слоя пли-

ты, что приводит к увеличению плотности этого слоя и, как следствие, повышается удельное сопротивление нормальному отрыву этого слоя.

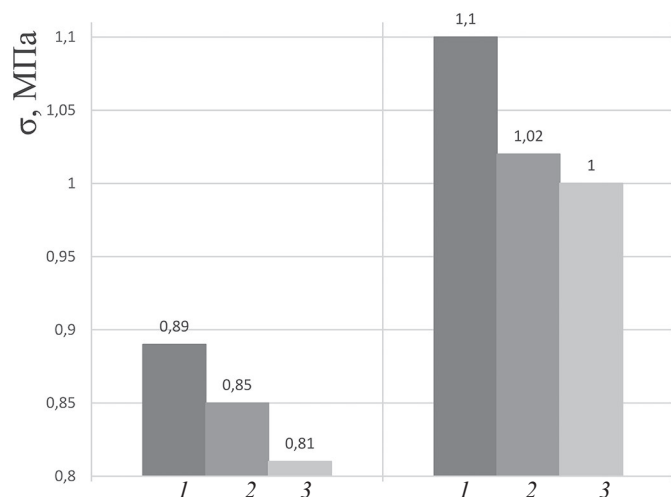


Рис. 1. Результаты удельного сопротивления нормальному отрыву с необлицованной и облицованной сторон плиты: 1 – №1, вариант 1; 2 – №1, вариант 2; 3 – №2, вариант 2.

Дополнительные опыты по определению условной адгезии покрытия к плите средней плотности по ГОСТ 32687-2014 показали, что результат соответствует баллу 0, т.е. нет отслаивания пленки от поверхности плиты, как нет отслаивания пленки по результатам табл. 1.

Поэтому за показатель «Условной адгезии покрытия к плите средней плотности» по ГОСТ 32687-2014 можно принять удельное сопротивление нормальному отрыву со стороны плиты, облицованной пленкой. При этом можно будет считать, что если в результате испытаний пленка отрывается по клеевому слою, то это будет соответствовать баллу 1 по ГОСТ 32687-2014. Если отрыв происходит по плите, то это будет соответствовать баллу 0. При такой оценке мы уже получим численные значения удельного сопротивления со стороны плиты, облицованной пленкой (как в табл. 1). В этом случае мы уже можем судить о причинах недостаточной величины удельного сопротивления нормальному отрыву плиты со стороны облицовочного слоя с целью увеличения этого показателя, а значит, и прочности склеивания пленки с поверхностью плиты.

Таблица 1. Статистические показатели результатов удельного сопротивления нормальному отрыву с необлицованной и облицованной стороны плиты.

Предприятие	Статистические показатели				
	Среднее арифметическое удельного сопротивления, МПа	Среднеквадратическое отклонение, МПа	Вариационный коэффициент, %	Средняя ошибка, МПа	Показатель точности, %
удельное сопротивление нормальному отрыву с необлицованной стороны плиты					
№1, вариант 1	0,89	0,087	9,78	0,0276	3,1
№1, вариант 2	0,85	0,091	10,71	0,0289	3,4
№2, вариант 2	0,81	0,092	11,36	0,0292	3,6
удельное сопротивление нормальному отрыву с облицованной стороны плиты					
№1, вариант 1	1,10	0,130	11,82	0,041	3,7
№1, вариант 2	1,02	0,130	12,75	0,041	4,0
№2, вариант 2	1,00	0,120	12,00	0,038	3,8

Таблица 2. Статистические показатели результатов предела прочности плит при изгибе в зависимости от способа размещения образцов в испытательном устройстве.

Предприятие	Статистические показатели				
	Среднее арифметическое предела прочности при изгибе, МПа	Среднеквадратическое отклонение, МПа	Вариационный коэффициент, %	Средняя ошибка, МПа	Показатель точности, %
предел прочности при изгибе плит при размещении на опоры облицованной пластью					
№1, вариант 1	44,79	4,11	9,18	1,30	2,9
№1, вариант 2	44,89	3,82	8,51	1,21	2,7
№2, вариант 2	36,98	3,03	8,19	0,96	2,6
предел прочности при изгибе плит при размещении на опоры необлицованной пластью					
№1, вариант 1	33,14	4,80	14,48	1,52	4,6
№1, вариант 2	32,38	2,88	8,89	0,91	2,8
№2, вариант 2	29,21	3,98	13,63	1,26	4,3

По второму ГОСТ 32687-2014. Результаты испытаний при исследовании предела прочности плит при изгибе по ГОСТ 10635-88, в зависимости от способа размещения образца в испытательном устройстве, приведены в табл. 2.

Для наглядности полученные результаты представлены на рис. 2.

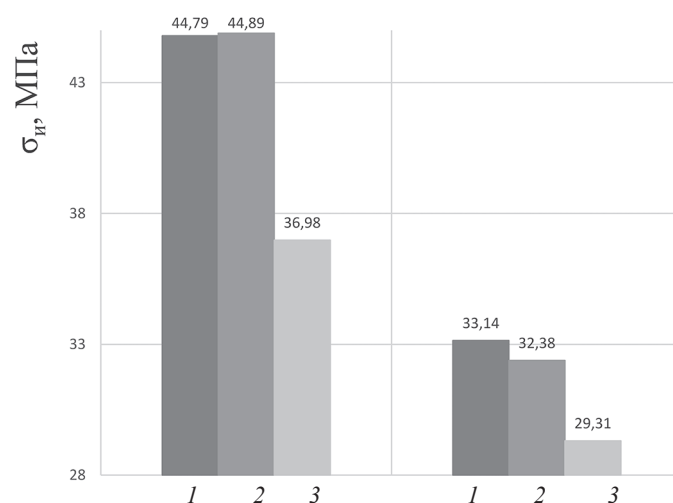


Рис. 2. Зависимость предела прочности плит при изгибе в зависимости от способа размещения образцов в испытательном устройстве: 1 – №1, вариант 1; 2 – №1, вариант 2; 3 – №2, вариант 2.

Результаты показали (табл. 2), что предел прочности плит при изгибе в значительной мере зависит от способа размещения образцов в испытательном устройстве. При размещении образцов на опоры необлицованной пластью предел прочности оказался значительно ниже, чем при размещении образцов на опоры облицованной пластью. Такая разница в показателе характерна для обоих предприятий и вариантов. Так, при размещении на опоры образцов облицованной пластью предел прочности плит при изгибе составил от 36,98 до 44,89 МПа, а при размещении на опоры образцов необлицованной пластью этот показатель составил от 29,21 до 33,14 МПа в зависимости от предприятия и варианта. Такое различие составило, % (относительно результатов для образцов при размещении на опоры необлицованной пластью): для предприятия №1, вариант 1 – 35,15; для предприятия «1, вариант 2 – 38,14 и для предприятия №2», вариант 2 – 26,60.

На рис. 3 и 4 представлен характер разрушения образцов при их размещении на опоры необлицованной и облицованной пластью.

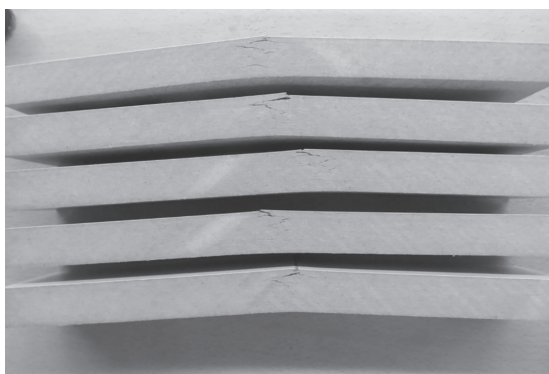


Рис. 3. Характер разрушения образцов при размещении на опоры облицованной пластью.

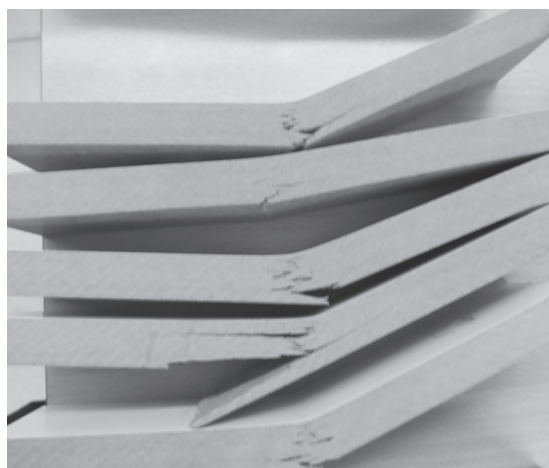


Рис. 4. Характер разрушения образцов при размещении на опоры необлицованной пластью.

Как видно из рис. 3, образцы, выдерживая большую разрушающую нагрузку, при разрушении изгибаются незначительно и только надламываются. В то же время образцы рис. 4 изгибаются в момент разрушения в большей мере, происходит расслоение плит, и большая часть образцов просто разламывается.

Таким образом, при испытании плитных материалов с односторонним облицовыванием пленками в ГОСТ 10635-88 необходимо предусмотреть способ размещения образцов при испытании предела прочности при изгибе (размещать образцы на опоры испытательного устройства облицованной или необлицованной пластью). При этом в ГОСТ 32687-2014 (табл. 3) необходимо внести изменения в значения нормы показателя предела прочности при изгибе для группы качества плит А и Б.

По третьему ГОСТ 23234-2009. Результаты испытаний плит на удельное сопротивление нормальному отрыву различных слоев плит приведены в табл. 3, которые были обработаны по правилам статистики. Для наглядности полученные результаты представлены на рис. 5 в виде гистограммы.

Как следует из полученных данных, удельное сопротивление в большей мере зависит от глубины расположения слоя в плите. Это характерно как для ДСтП, так и для ПМВ. Наибольшее значение удельного сопротивления имеют поверхностные слои плит и ДСтП и ПМВ. Значения исследуемого показателя для этих слоев плит составили соответственно 1,43 и 1,15 МПа. Намного ниже удельное сопротивление для обеих марок плит имеют наружные слои, расположенные на глубине 0,5 мм (по ГОСТ 23234-2009) для которых исследуемый параметр составил 0,81 и 0,82 МПа соответственно, а характер разрушения наружных слоев в среднем на глубине 0,5 мм наблюдается по древесной массе. Что касается удельного сопротивления на отрыв от кромки плит, то здесь результаты для обеих марок плит намного лучше результатов для поверхностного слоя и наружного слоя на глубине 0,5 мм. Так, для ДСтП и ПМВ значения удельного сопротивления составили соответственно 1,9 и 2,6 МПа. Причем характер разрушения был по клееному слою.

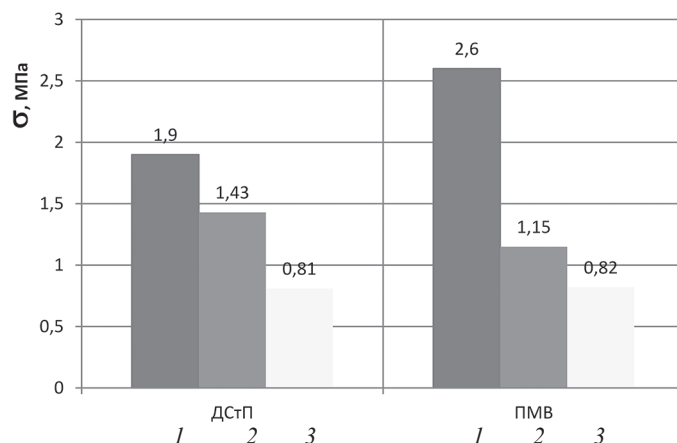


Рис. 5. Результаты удельного сопротивления нормальному отрыву различных слоев плит: 1 – кромка; 2 – наружный (поверхностный); 3 – слой на глубине 0,5 мм от поверхности плиты.

Выводы

1. В ГОСТ 32687-2014 вместо приложения Г (определение условной адгезии покрытия к плите средней плотности) целесообразно ввести показатель «Удельное сопротивление нормальному отрыву облицовочной пленки от поверхности плиты». При этом в вышеприведенном ГОСТ необходимо будет скорректировать значения нормы предлагаемого показателя для группы качества плит (А или Б). Метод определения предлагаемого показателя необходимо предусмотреть в ГОСТ 23234 – 2009.

2. В ГОСТ 32687-2014 или в ГОСТ 10635- 88 необходимо включить способ размещения образцов ДВП с односторонним облицовыванием терморезактивной пленкой в испытательном устройстве, т.е. какой стороной укладывать образец на опоры устройства (облицованной или необлицованной). При этом в ГОСТ 32687-2014 скорректировать значения нормы показателя для группы качества плит (А или Б).

3. Наибольшее значение удельного сопротивления имеют поверхностные слои плит и ДСтП и ПМВ. Значения исследуемого показателя для этих слоев плит составили соответственно 1,43 и 1,15 МПа. Меньшие значения имеет показатель удельного сопротивления нормальному отрыву наружного слоя (как по ГОСТ 23234-2009), и он соответственно равен для плит ДСтП и ПМВ 0,81 и 0,82 МПа.

4. Удельное сопротивление нормальному отрыву кромки плит для обеих марок плит намного выше сопротивления поверхностного слоя и наружного слоя на глубине 0,5 мм. Так, для ДСтП и ПМВ значения удельного сопротивления составили соответственно 1,9 и 2,6 МПа.

5. На основании проведенных исследований целесообразно было бы ввести в ГОСТ 23234-2009 метод испытания не наружного слоя плит (на глубине 0,3–0,7 мм), а поверхностного слоя; а в ГОСТ 10632-2014 и ГОСТ 32274-2013 на плиты соответственно ДСтП и ПМВ дополнительно установить требования к величине удельного сопротивления нормальному отрыву поверхностного слоя плит, а не слоя, расположенного на глубине в среднем 0,5 мм от поверхности плит.

Литература

1. Baranov A.V. Non-isothermal process of viscoelastic polymer film casting. *Plasticheskie massy*. 2019;(5–6):27–29. (In Russ.) <https://doi.org/10.35164/0554-2901-2019-5-6-27-29>
2. ГОСТ 32687-2014. Плиты древесноволокнистые сухого способа производства, облицованные пленками на основе терморезактивных полимеров. Технические требования. Издание официальное: дата введения 2015.07.01. – Москва: Стандартинформ, 2015. – 15 с.
3. ГОСТ 23234 – 2009. Плиты древесно-стружечные. Метод определения удельного сопротивления нормальному отрыву наружного слоя. Издание официальное: дата введения 1981.01.01. – Москва: Стандартинформ, 2011.07.01 – 12 с.
4. ГОСТ 10635-88. Плиты древесностружечные. Методы определения предела прочности и модуля упругости при изгибе. Издание официальное: дата введения 1981.01.01. – Москва: Стандартинформ, 1990.01.01. – 11 с.

5. ГОСТ 10632-2014. Плиты древесно-стружечные. Технические условия. Издание официальное: дата введения 1981.01.01. – Москва : Стандартиформ, 2015.07.01 – 12 с.
 6. ГОСТ 32274-2013. Плиты древесные моноструктурные средней плотности. Издание официальное: дата введения 1981.01.01. – Москва: Стандартиформ, 2014.07.01 – 14 с.
 7. ГОСТ 15867-79. Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения прочности клеевого соединения на неравномерный отрыв облицовочных материалов (с изменением 1). Издание официальное: дата введения 1980.01.07. – Москва: Стандартиформ, 1977. – 16 с.
 8. Разиньков Е.М. Состояние связующего в древесно-стружечных плитах. Пластические массы, 2019, №1–2, с. 70–72.
 9. Разиньков Е.М., Кантиева Е.В., Сладких Г.А. Прогиб мебельных щитов и прочность склеивания с их поверхностью бумажно-слоистого пластика. Лесотехнический журнал. 2016. Т. 6. № 1 (21). С. 159–167.
 10. Rodionov V.V. Optimization of molding the polymeric composite material with improved characteristics. *Plasticheskie massy*. 2019;(3–4):55–58. (In Russ.) <https://doi.org/10.35164/0554-2901-2019-3-4-55-58>
 11. Simonov-Emelyanov I.D. Structure and calculation of filler content in particle-filled polymer composites in mass and volume units. *Plasticheskie massy*. 2019; (5–6):9–10. (In Russ.) <https://doi.org/10.35164/0554-2901-2019-5-6-9-10>.
 12. Serenko O.A., Vasnev V.A. 1st Korshak All-Russian Conference "Polycondensation processes and polymers". *Plasticheskie massy*. 2019; №3–4, p. 66–67. (In Russ.).
-