

Проблема использования композиционных материалов на карбамидоформальдегидных олигомерах в жилых помещениях

The problem of using composite materials with urea-formaldehyde oligomeric binder in residential premises

Е.М. РАЗИНЬКОВ, К.А. КОРОЛЕВА

E.M. RAZIN'KOV, K.A. KOROLYOVA

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж
Voronezh State University of Forestry and Technologies Named after G.F. Morozov
rasinkov50@mail.ru

В настоящее время в жилых помещениях преобладает корпусная мебель, изготовленная из композиционных материалов, к которым относятся древесно-стружечные плиты из игольчатой (ДСтП) или крупноразмерной ориентированной стружки (OSB), древесно-волоконистые плиты (ДВП), древесно-волоконистые плиты средней плотности (МДФ). Несмотря на возрастающий спрос на этот вид продукции, одним из основных недостатков производимых отечественной промышленностью плит (особенно ДСтП) является их повышенная токсичность за счет выделения из плит вредного для человека газа – формальдегида. Таким образом, решение вопроса снижения токсичности ДСтП в настоящее время выливается в проблему. В данной статье эта проблема доказательно освещена.

Ключевые слова: композиционный материал, формальдегид

Currently, cabinet furniture is made mainly of composite materials, such as chipboard, oriented strand board, fiberboard and medium-density fiberboard. Despite increasing demand for this type of product, the plates produced by the domestic industry (especially chipboard) have a drawback – a toxicity due to the release of formaldehyde harmful to humans. Thus, the solution to the issue of reducing the toxicity of chipboard is currently turning into a problem. This problem is comprehensively covered in the article.

Keywords: composition material, formaldehyde

DOI: 10.35164/0554-2901-2020-5-6-60-64

Введение

Древесно-стружечные и древесно-волоконистые плиты представляют собой материал, полученный методом горячего прессования древесных частиц или древесных волокон, смешанных с синтетическими олигомерами и другими добавками. Производство древесных плит в России в последние годы развивается опережающими темпами. Согласно данным Росстата, производство ДСтП (включая плиты древесные с ориентированной стружкой) в 2018 году выросло по сравнению с 2017 годом на 16,5% и составило 9746 тыс.м³, а производство ДВП выросло на 8,6% и составило 649,3 млн м². Одна из основных проблем токсичности ДСтП состоит в том, что в отечественной технологии ДСтП в подавляющем большинстве используются карбамидоформальдегидные олигомеры в виде смол (КФС) с добавкой отвердителя (хлористого аммония). Эти смолы содержат в своем составе 0,15–0,30% от массы свободного формальдегида, что необходимо при получении таких смол с хорошей клеящей способностью (смолы марок КФ-МТ-15, КФ-НФП и др.).

В процессе отверждения карбамидоформальдегидных смол при горячем прессовании ДСтП при повышенной температуре происходит пространственное структурообразование смолы [21, 22].

Непрочные эфирные мостики и концевые метилольные группы переходят в устойчивые метиленовые с одновременным отделением формальдегида. Одна часть свободного формальдегида вместе с водяным паром частично выходит из плит при горячем прессовании. Другая часть проникает в свободные пространства в плите и остается там в виде полиоксиметиленгликоля или в свободном виде. Третья часть формальдегида выделяется из готовых плит во время их эксплуатации в конструкциях мебели, создавая неблагоприятные для человека условия проживания, связанные с загазованностью.

Постановка проблемы

Формальдегид – вредный для человека газ. При действии на человека формальдегид сильно раздражает слизистые оболочки дыхательных путей и глаз. Может также вызывать воспалительные процессы слизистых оболочек кожи и аллергические реакции. Наличие формальдегида в воздухе может вызвать у человека слезотечение и повышенное выделение слизи.

В таблице 1 приведены данные В.А. Бардонова [1] (Генерального директора ООО «Лессертика») по выделению формальдегида из промышленных ДСтП и OSB на КФС, на которые он ссылается в своей работе [2].

Таблица 1. Выделение формальдегида из ДСтП и OSB в различные годы.

Год	Испытание ДСтП различными методами			Испытание OSB различными методами		
	перфораторный по EN120, мг/100 г абс. сухой плиты [2]	камерный по EN 717-1, мг/м ³ [3]	газового анализа по EN717-2, мг/м ² хч [4]	перфораторный по EN120, мг/100 г абс. сухой плиты	камерный по EN 717-1, мг/м ³	газового анализа по EN717-2, мг/м ² хч
2012	6,03	0,27	–	0,5	–	–
2013	4,07	0,034	0,13	3,15	0,098	0,26
2014	6,12	0,24	–	8,0	0,15	–
2015	7,04	0,15	0,40	–	0,18	–

Обсуждение результатов

Анализируя эти данные, можно отметить следующее. Если при испытании ДСтП по перфораторному методу результаты испытаний (2012–2015 гг.) близки по своему значению, то при испытании этих плит по камерному методу эти значения различаются между собой в 4,4–7,9 раза. Аналогичная ситуация с результатами для плит OSB при испытании перфораторным методом. Как следует из данных таблицы 1, никакой корреляции между результатами испытаний по перфораторному и камерному методам не наблюдается. Это особенно видно из результатов испытаний ДСтП.

В этой же работе [1] автор приводит данные за 2015–2016 годы по выделению формальдегида из промышленных ДСтП и OSB при испытании камерным методом, но уже по отечественному ГОСТ 30255–2014 [3]. Было испытано 35 образцов плит 28 предприятий. Результаты показали, что среднее арифметическое значение составило 0,178 мг/м³ воздуха. При этом минимальное значение составило 0,018, а максимальное – 1,182 мг/м³ воздуха. По данным этого автора, соответствия результатов нормальному распределению нет [1].

А теперь обратимся к действующим в России требованиям по выделению формальдегида из необлицованных (не ламинированных) ДСтП (таблица 2) и областям применения плит (таблица 3).

По данным В.А. Бардонова [2] за период 2012–2016 гг. в ООО «Лессертика» получены результаты испытаний плит по камерному методу выделения формальдегида из необлицованных ДСтП и OSB, превышающие допустимый уровень (в России установлены жесткие требования по допустимому уровню формальдегида в воздухе, который составляет 0,01 мг/м³ воздуха): ДСтП в 17 раз (выделение формальдегида составило 0,17 мг/м³ воздуха); OSB – в 15 раз (выделение формальдегида составило 0,15 мг/м³ воздуха). И это при том, что при испытании плит камерным методом по ГОСТ 30255–2014 кромки плит герметизируются. Однако для того, чтобы достоверно оценить приведенные выше результаты [2], необходимо было бы более точно знать условия проведения опытов в части насыщенности объема воздуха плитами в испытательной камере (отношение суммарной площади поверхности плит к объему камеры в размерности м² плит/м³ воздуха). Не исключено, что в опытах величина Н была равна 0,095–1,05 м²/м³, как это предусмотрено ГОСТ 30255–2014 применительно к использованию плит для корпусной мебели, столов, кроватей щитовой конструкции.

Для сравнения – превышение выделения формальдегида из других плитных материалов и изделий составило [2]: для древесно-волоконистых плит средней плотности (МДФ) – в 18 раз; ламинированных МДФ – в 5 раз; древесно-волоконистых плит марки ТСН-40 – в 32 раза; мебельных деталей – в 3,5 раза; древесно-волоконистых плит мокрого способа производства – в 3 раза; мебели – в 6 раз. Из облицованных (ламинированных плит) выделение формальдегида значительно меньше (0,055 мг/м³ воздуха при испытании камерным методом по ГОСТ 30255–2014, что превышает ДУ в 5,5 раз).

Как следует из приведенных данных, ситуация с токсичностью древесных плит и мебели из древесно-стружечных плит удручающая.

Таблица 2. Предельно-допустимые нормы выделения формальдегида в воздух в зависимости от класса эмиссии не ламинированных ДСтП (ГОСТ 10632–2014 [4]).

Класс эмиссии формальдегида	Предельно допустимые нормы содержания формальдегида в плите, установленные перфораторным методом, мг/100 г абс. сухой плиты	Предельно допустимые нормы выделения формальдегида из плиты в воздух, установленные методом испытания в климатической камере, мг/м ³ воздуха
E0,5	До 4,0 включ.	До 0,08 включ.
E1	Св. 4,0 до 8,0 включ.	Св. 0,08 до 0,124 включ.
E2	Св. 8,0 до 20,0 включ.	Св. 0,124 до 0,5 включ.

Таблица 3. Области применения не ламинированных ДСтП по ГОСТ 10632–2014.

Класс эмиссии формальдегида	Применение плит
E0,5	Для производства детской мебели, мебели для учебных заведений, мебели для дошкольных учреждений и другой мебели
E1	Для производства бытовой мебели, мебели для общественных помещений и изделий, предназначенных для эксплуатации внутри жилых и общественных зданий и помещений
E2	Для производства других изделий, кроме мебели

В работе [5] показано, что для подтверждения соответствия продукции требованиям химической безопасности согласно Единым нормам Таможенного союза и действующим санитарным правилам [6–7], отечественным и зарубежным стандартам необходимо на стадии сертификации или декларирования проводить испытания полимерсодержащих материалов:

- камерным методом по EN717-1, ГОСТ 30255–2014 [3];
- методом газового анализа по EN 717-2, ГОСТ 32155–2013 [8];
- перфораторным методом по EN 120, ГОСТ 27678–2014 [9].

Таким образом, эти стандарты гармонизированы между собой.

А теперь обратимся к величине ДУ = 0,01 мг формальдегида/м³ воздуха. Как уже было отмечено выше, в нашей стране установлены очень жесткие требования по величине ДУ формальдегида в атмосферном воздухе и в воздухе жилых помещений. Согласно «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» [10] (глава 2, раздел 6, подраздел 2), предельно-допустимая концентрация загрязняющего вещества в воздухе формулируется как «ПДК загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест – концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущие поколения, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия или санитарно-бытовых условий». Согласно этим требованиям, установлен допустимый уровень для формальдегида (ДУ), равный 0,01 мг/м³ воздуха.

Кроме того, согласно Постановлению главного государственного врача Российской Федерации от 7 апреля 2014 года №27 «О внесении изменения №10 в ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» [11], а также «Гигиеническим нормативам ГН 2.1.6.1338-03 (с изменениями на 12 января 2015 года) «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» [12], в настоящее время действует норма предельно-допустимой концентрации формальдегида в воздухе, равная 0,01 мг/м³ (как среднесуточная). Это значение ДУ заложено в общие технические требования ГОСТ 16371–2014 [13], где в п. 5.2.28 указано, что «При эксплуатации мебели не должны выделяться химические вещества, относящиеся к первому классу опасности (с 2015 года формальдегид относится ко 2-му классу опасности), а содержание остальных веществ не должно превышать допустимые уровни миграции в воздушную среду, установленные в действующих нормативных документах или национальных стандартах».

В «Техническом регламенте Таможенного Союза «О безопасности мебельной продукции» (ТР ТС 025/2012, приложение 3), установлены те же требования к ПДК формальдегида в воздухе (0,01 мг/м³) при эксплуатации мебели в жилых помещениях.

Решением Комиссии Таможенного союза от 07.04.2011 года №620 была утверждена редакция Единого перечня продукции, подлежащей обязательной оценке соответствия, в том числе для мебели: бытовой (столы, корпусная); для сидения и лежания; для дошкольных учреждений и учебных заведений [14].

Кроме того, указанное выше значение ПДК формальдегида было включено в Технический регламент «О безопасности мебельной продукции» [15], одобренный Правительством России 22 декабря 2011 года.

Все последующие нормативные документы Минздрава РФ оставили без изменения эту норму ПДК формальдегида в воздухе жилых помещений при эксплуатации в этих помещениях ДСтП.

В связи со сложившейся ситуацией с токсичностью плитных материалов и мебели, еще в 2011 году В.П. Стрелков (зам. генерального директора по научной работе ЗАО «ВНИИДрев») и В.А. Бардонов (директор АНО ЦСЛ «Лессертика») в своей статье «О проблемах по обеспечению конкурентоспособности древесно-плитных материалов» [16] поставили вопрос: могут ли отечественные мебельщики выпускать продукцию, выделяющую не более 0,01 мг/м³ формальдегида? Их данные свидетельствуют, что ламинированные плиты и фанера выделяют в 2–7 раз больше формальдегида, чем предусмотрено мебельным нормативом. При изготовлении мебели с использованием такого сырья проблематично уложиться в 0,01 мг/м³ воздуха. Продукция большинства отечественных плитных предприятий не соответствует ни нормам Таможенного союза, ни, тем более, гигиеническим нормативам и СанПиН 2.1.2.2645–10. Парадокс в том, что ГОСТ на ламинированные ДСтП (ЛДСП) изготовителями легко выполняется – там заложена эмиссия формальдегида 0,124 мг/м³. Фактическое выделение формальдегида – в 4–5 раз меньше. По другому – газоаналитическому – методу установлен норматив 3,5 мг/м² в час, что также без труда выдерживается – в действительности ламинированные ДСП укладываются в 0,4 мг/м² в час, что в 8 раз меньше. То же и по фанере. Объяснение простое: ГОСТ на ламинированные ДСтП гармонизирован с европейским стандартом EN 13986:2002, и это приемлемо для западной мебели с нормативом 0,124 мг/м³ (он в 12,4 раза превышает российский), но не может удовлетворять изготовителей отечественной мебели, где допуск по выделению формальдегида не более 0,01 мг/м³. Вероятно, для того, чтобы мебельщики не оказались в тупиковом положении, стандарты на ЛДСП и фанеру надо пересматривать в сторону ужесточения. Необходимо внести изменения в отечественные стандарты на древесные плиты, в том числе в ГОСТ 10632 для необлицованных ДСтП следует ввести показатель выделение формальдегида 0,124 мг/м³, определяемый камерным методом, предусмотреть показатели для влагостойких, конструкционных, особо прочных плит и др. [16].

В своем докладе 25 сентября 2012 года на семинаре ООО «Лессертика» В.П.Стрелков вновь обращается к вопросу жестких Российских норм по величине ДУ формальдегида [17]. Он отмечает, что аналогичный зарубежный норматив по выделению формальдегида из древесных плит в 10–12 раз больше российского и составляет в Западной Европе 0,1 промиле или 0,124 мг/м³, в Северной Америке – 0,11 мг/м³.

Россия подписала протокол о присоединении к Марракешскому соглашению об учреждении Всемирной торговой организации (ВТО). В рамках данного сотрудничества Россия должна выполнить взятые на себя обязательства, в том числе указанные в Соглашении ВТО «По применению санитарных и фитосанитарных мер» от 15.04.1994 г. Пункт 1 статьи 3 Соглашения предусматривает обязанность членом ВТО гармонизировать своё национальное санитарное и фитосанитарное законодательство в соответствии с международными стандартами.

Однако на сегодняшний день ситуация складывается таким образом, что санитарные требования российского законодательства, а также законодательства Таможенного союза, членом которого является Россия, в отношении формальдегида в несколько десятков раз строже аналогичных международных требований. Ассоциация мебельной и деревообрабатывающей промышленности, представляющая интересы производителей мебели и древесных плит, предпринимает действия по изменению норматива 0,01 мг/м³, но пока безрезультатно. Поэтому необходимо исходить из того, что норматив по выделению формальдегида из ламинированных древесных плит и изделий мебели остаётся в силе и на него следует ориентироваться [17].

Многие российские специалисты считают норматив по ДУ формальдегида в воздухе 0,01 мг/м³ неоправданно жестким и высказываются за его пересмотр. Ассоциация предприятий мебельной промышленности неоднократно обращалась в Таможенный комитет по изменению норматива путем гармонизации с соответствующими международными стандартами. Однако на заседании экспертной группы Евразийской экономической комиссии 19 апреля 2013 года в г. Астане (Казахстан) предложение Ассоциации было отклонено и норматив оставлен без изменений. Было отмечено, что уровень миграции формальдегида 0,01 мг/м³ распространяется на мебель и плиты, используемые в готовой продукции [18].

Однако не следует считать, что зарубежные нормативы по ДУ формальдегида намного выше российских. Соразмерность российского и зарубежных нормативов можно будет проанализировать лишь тогда, когда условия испытания облицованных плит будут одинаковы. Сейчас же дело обстоит по-другому. По отечественному ГОСТ 30255-95 необходимо обеспечить при испытании герметизации всех кромок плит, а по европейским нормам EN 717-1 необходимо герметизировать только 63% поверхности кромок, а по североамериканским нормам герметизация кромок вообще не предусмотрена. Естественно, что чем большая площадь кромок не герметизирована, тем эмиссия формальдегида из плит выше.

В настоящее время в плитной промышленности сложилась такая ситуация, когда предприятие производит древесно-стружечные плиты (ДСтП), которые по нормам выделения формальдегида из плит соответствуют требованиям стандартов на ламинированные (ГОСТ 32289-2013[19]) или не ламинированные плиты (ГОСТ 10632-2014 [4]). Контролирующие же организации санитарно-эпидемиологического надзора, руководствуясь другим действующим документом («Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» [10], предъявляют предприятию-изготовителю ДСтП более жесткие, чем ГОСТ 10632-2014, требования по норме выделения формальдегида. При этом они руководствуются главой II раздела 6 указанного выше документа «Требования к полимерным и полимерсодержащим строительным материалам и мебели»). По этому документу предельно-допустимая концентрация формальдегида в воздухе помещений при эксплуатации мебели должна составлять 0,01 мг/м³ воздуха.

В этом же документе [10] указывается, что этот ДУ (0,01 мг/м³ воздуха) относится и к «Плитам древесностружечным, плитам с ориентированной стружкой (OSB) и аналогичным плитам (например, вафельным плитам) из древесины или других одревесневших материалов, пропитанных или не пропитанных смолами или другими органическими связующими веществами. Плиты древесно-волокнистые из древесины или других одревесневших материалов с добавлением или без добавления смол и других органических веществ». Но этот документ регламентирует ПДК формальдегида в воздухе (0,01 мг/м³) при эксплуатации древесных плит в конструкциях мебели жилых помещений, а не изготавливаемых предприятием плит. В документе [10] (глава 2, раздел 3, п. 33) указано, что «Во время эксплуатации зданий и сооружений в воздух помещений не должны выделяться из полимерных строительных материалов (ПСМ) и мебели химические вещества, относящиеся к первому классу опасности, а содержание остальных веществ не должно превышать гигиенические нормативы (ДУ) для атмосферного воздуха, приведенные в приложении 6,1 к разделу 6 главы 2 настоящих Единых требований». По этому приложению, за «Показатель безопасности полимерных и полимерсодержащих строительных материалов и мебели» принят «Допустимый уровень миграции в воздушную среду» формальдегида, равный 0,01 мг/м³ воздуха.

Мы считаем, что указанное выше требование контролирующих организаций к предприятию-изготовителю древесных плит является не совсем обоснованным по следующей причине.

Предприятие-изготовитель производит плиты в соответствии с требованиями ГОСТ, в том числе и по норме выделения из них формальдегида в воздух. Тогда какие к предприятию могут быть претензии?

Чтобы снять этот вопрос, обратимся к следующему. Изготавливаемые предприятием по соответствующим ГОСТам плиты могут

выделять формальдегида в воздух до 0,3 (по ГОСТ 32289-2013 [19]) или до 0,5 мг/м³ (по ГОСТ 10632-2014 [4]) в зависимости от вида плит (ламинированные или не ламинированные) и класса эмиссии формальдегида (E0,5; E1 или E2) (по камерному методу испытаний). Сравнивая эти нормы выделения формальдегида с ДУ = 0,01 мг/м³ воздуха, видно, что нормы для предприятий-изготовителей плит намного выше, чем ДУ = 0,01 мг/м³ воздуха.

Для того, чтобы в помещении загазованность формальдегидом была на уровне ДУ, насыщенность плитками, выпускаемыми в настоящее время отечественной промышленностью, должна быть очень низкой. В статье [20] вопрос предельной насыщенности плитками жилых помещений рассмотрен более подробно, с анализом выведенной для этого нами формулы. Здесь же следует указать для примера лишь то, что в комнате площадью 20 м², можно будет поставить только один письменный стол, изготовленный из ДСтП класса эмиссии формальдегида E-1. При нахождении в комнате только мебели для сидения и лежания, кроватей с мягкими спинками и элементами из ДСтП класса E1 предельная насыщенность плитками объема помещения получается тоже очень низкой, всего до 1,27 м² на комнату, а при наличии в комнате напольных покрытий из ДСтП того же класса эмиссии насыщенность составляет всего до 1,69 м² на комнату. Лишь при такой насыщенности объема воздуха помещения будет выполняться условие ДУ = 0,01 мг/м³ воздуха, при котором можно безопасно для здоровья находиться в помещении.

В качестве решения вопроса по снижению токсичности плит авторы [18] предлагают идти в направлении использования в технологии меламинсодержащих смол, низкомолекулярных КФС, применения для наружных и внутреннего слоев плит смол с различной реакционной способностью, а также герметизации кромок и отверстий в плитах при изготовлении из них корпусной мебели, используя для этого ламинированные плиты с содержанием в пленке меламин 25–35 г/м².

Из этих предложений наиболее эффективными являются использование в технологии меламинсодержащих смол и герметизация кромок и отверстий в ламинированных плитах при изготовлении из них мебели. Однако при этом существенно возрастает себестоимость ДСтП. Так, при изготовлении ДСтП класса E0,5 за счет использования в смолах меламин себестоимость возрастает на 15%. За счет герметизации кромок и отверстий в плитах класса E1 при изготовлении мебели себестоимость возрастает на 8–9% в сравнении с мебелью, изготавливаемой по ГОСТ 16371-93 без герметизации [18].

Однако, несмотря на повышение себестоимости плит, ряд предприятий уже освоили выпуск ДСтП класса эмиссии формальдегида E0,5 (но на карбамидомеламиноформальдегидных смолах с содержанием в них меламин от 6 до 30%): «Волгодонский КДП»; «Первая ЛПК», г. Алапаевск Свердловской обл.; «Дятково-ДОЗ», Брянская область; ООО «ЭггерДревпродукт Гагарин»; «Кроношпан» Московская обл.; «Сыктывкарский ФЗ», Республика Коми [18].

В эти предложения необходимо еще включить использование в технологии ДСтП, OSB эффективных акцепторов формальдегида, а лучше препаратов комплексного действия, которые не только взаимодействовали бы с формальдегидом, но одновременно улучшали и другие свойства плит (био-, огнестойкость), являлись бы отвердителями смол, исключая при этом из технологии хлористый аммоний (в связи с наличием в последнем вредного соединения – хлора). Такие препараты нами найдены, часть из них с положительными результатами апробирована в промышленных условиях и запатентована.

Заключение

Производимые отечественной промышленностью древесно-стружечные плиты имеют высокую токсичность, связанную с выделением из них вредного для человека газа – формальдегида. Так, по принятым в России методам испытаний, превышение выделения формальдегида из ДСтП составило в 17, а из OSB – в 15 раз. Этот недостаток плит является большой проблемой при использовании их в жилых помещениях.

Существующая норма ПДК формальдегида в воздухе, равная 0,01 мг/м³, ограничивает использование древесных плит в жилых помещениях в связи с малой предельной насыщенностью ими

объема помещения. Так, например, в комнате площадью 20 м² можно будет поставить только один письменный стол, изготовленный из ДСтП класса эмиссии формальдегида E-1. При нахождении в комнате только мебели для сидения и лежания, кроватей с мягкими спинками и элементами из ДСтП класса E1 предельная насыщенность плитками объема помещения получается тоже очень низкой, всего до 1,27 м²/комнату, а при наличии в комнате напольных покрытий из ДСтП того же класса эмиссии насыщенность составляет всего до 1,69 м² на комнату.

Несмотря на трудности, семь предприятий уже изготавливают ДСтП класса эмиссии формальдегида E0,5.

В качестве частичного решения существующей проблемы целесообразно идти в направлении использования в технологии меламинсодержащих смол, низкомолекулярных КФС, эффективных акцепторов формальдегида (или препаратов комплексного действия), применения для наружных и внутреннего слоев плит смол с различной реакционной способностью.

Литература

1. Бардонов В.А. Состояние нормирования и фактические результаты эмиссии формальдегида из фанеры и древесных плит. Ж. Фанера, Санкт-Петербург, №1, 2016, с. 40–45.
2. Бардонов В.А. Уровень миграции вредных летучих химических веществ из древесных плит, фанеры и мебели. Внедрение новой системы сертификации древесных композиционных материалов – ЕРА Агентства по охране окружающей среды США. Сборник научных трудов по итогам семинара от 07–08 декабря 2017 г. Балабаново: ООО ЦСЛ «Лессертика», под общей редакцией В.А. Бардонова, 2017. с. 182–197.
3. ГОСТ 30255-2014. Мебель, древесные и полимерные материалы. Метод определения выделения формальдегида и других вредных летучих химических веществ в климатических камерах.
4. ГОСТ 10632-2014. Плиты древесно-стружечные. Технические условия. Межгосударственный стандарт.
5. Бардонов В.А., Иванов Б.К., Бардонов И.В., Тупикин С.Н. Оборудование для определения эмиссии формальдегида и других вредных летучих химических веществ из фанеры, древесных плит и мебели. Сборник научных трудов по итогам семинара от 07–08 декабря 2017 г. Балабаново: ООО ЦСЛ «Лессертика», под общей редакцией В.А. Бардонова, 2017. с. 218–228.
6. О применении санитарных мер в Таможенном Союзе. Решение Комиссии Таможенного Союза от 28 мая 2010 г. №299 в ред. от 17 августа 2010 г. №341.
7. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях, СанПиН 2.1.2.2645-10, утв. Постановлением Главного государственного врача от 10 июня 2010 г. №64М.
8. ГОСТ 32155-2013. Плиты древесные и фанера. Определение выделения формальдегида методом газового анализа.
9. ГОСТ 27678-2014. Плиты древесные и фанера. Перфораторный метод определения содержания формальдегида.
10. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (в редакциях Решений Комиссии Таможенного союза от 17.08.2010 №341; от 18.11.2010 №456; от 02.03.2011 №571; от 07.04.2011 №622; от 18.10.2011 №829; от 09.12.2011 №889; Решений Евразийской экономической комиссии от 19.04.2012 № 34; от 06.11.2012 №208; от 15.01.2013 №6). Утверждены решением Комиссии таможенного союза от 28 мая 2010 года №299.
11. Постановление Главного государственного врача Российской Федерации от 7 апреля 2014 года №27 «О внесении изменения №10 в ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест». (http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_161846/Консультант_Плюс_1992-2014).
12. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03 (с изменениями на 12 января 2015 года) «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест». Утверждены государственным санитарным врачом Российской Федерации. ГОСТ 12.1.007. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
13. ГОСТ 16371-2014. Мебель. Общие технические условия.

14. Решение Комиссии Таможенного союза от 7 апреля 2011 г. №620 «О новой редакции Единого перечня продукции, подлежащей обязательной оценке (подтверждению) соответствия в рамках Таможенного союза с выдачей единых документов, утвержденного решением комиссии Таможенного Союза» от 18 июня 2010 года №319.
15. Технический регламент Таможенного союза Российской Федерации ТР ТС 025/2.
16. Стрелков В.П., Бардонов В.А. О проблемах по обеспечению конкурентоспособности древесноплитных материалов. Сборник трудов ЗАО «ВНИИДрев» (97), 2011.
17. Стрелков В.П. Перспективы производства и проблемы экологической безопасности древесноплитной продукции. Сборник докладов семинара ООО «Лессертика» 25 сентября 2012 года.
18. Стрелков В.П., Бардонов В.А. Проблемы экологической безопасности древесных плит и мебели. «Внедрение новой системы сертификации древесных композиционных материалов – ЕРА «Агентства по охране окружающей среды США». Сборник научных трудов по итогам семинара от 07–08 декабря 2017 г. Балабаново: ООО ЦСЛ «Лессертика», под общей редакцией В.А. Бардонова, 2017. с. 174–182.
19. ГОСТ 32289-2013. Плиты древесно-стружечные, облицованные пленками на основе термореактивных полимеров. Технические условия EN 438-2:2005, NEQ.
20. Разиньков Е.М., Воропаев О.С., Киев Н.С. Определение предельной насыщенности древесными плитами жилых помещений. Воронеж. – Лесотехнический журнал, №1, 2017 (25).
21. Production of environmentally friendly wood boards from the wastes of the forest complex enterprises [Электронный ресурс] / E.M. Razinkov, E.V. Kantieva, L.V. Ponomarenko, T.L. Ishchenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 226. – 012026. – International Jubilee Scientific and Practical Conference "Innovative Directions of Development of the Forestry Complex" (FORESTRY-2018), Voronezh, Russian Federation, 4–5 October 2018. – Режим доступа: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/226/1/012026/pdf>. – DOI: 10.1088/1755-1315/226/1/012026 (Scopus).
22. Разиньков Е.М. Состояние связующего в древесно-стружечных плитах. Пластические массы, 2019, №1–2, с. 70–72.