

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2023, Том 15, № 3 / 2023, Vol. 15, Iss. 3 <https://esj.today/issue-3-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/46SAVN323.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Казакевич, Т. Н. Современные методики испытаний композиционного строительного материала на основе портландцемента и древесины / Т. Н. Казакевич, М. А. Кокина, Д. Ю. Кутыева, Я. И. Мотыка, А. В. Цуканов // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 3. — URL: <https://esj.today/PDF/46SAVN323.pdf>

For citation:

Kazakevich T.N., Kokina M.A., Kutyeva D.Yu., Motyka Ya.I., Tsukanov A.V. Modern methods of testing composite building material based on Portland cement and wood. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(3): 46SAVN323. Available at: <https://esj.today/PDF/46SAVN323.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 691.11.15

Казакевич Татьяна Николаевна

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: kazakevich.t.n@mail.ru

Кокина Марина Алексеевна

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
E-mail: kokina.marisha@mail.ru

Кутыева Дарья Юрьевна

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
E-mail: dasha143.33@gmail.com

Мотыка Яна Игоревна

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
E-mail: jnayana2002@gmail.com

Цуканов Алексей Вячеславович

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
E-mail: alexei.tzuchanov@mail.ru

**Современные методики испытаний
композиционного строительного материала
на основе портландцемента и древесины**

Аннотация. Фибролит использовался в 1980-х годах в СССР, но в связи с малой механизацией ухудшалось качество материала и увеличивалась стоимость производства, и его перестали производить. С повышением технологического развития появилось оборудование, позволяющее создавать качественные композиционные материалы на основе портландцемента и древесины, но ГОСТ 8928-81 «Фибролитовые плиты на портландцементе» в настоящее время является недействительным.

Методики проведения испытаний для фибролитовых плит, представленные в статье, были разработаны на основе действующих нормативных документов. В соответствии с ними были испытаны образцы фибролитовых плит с плотностью 400, 450 и 570 кг/м³. По полученным результатам были сделаны выводы о материале и возможностях использования. При испытаниях были получены стабильные результаты фибролита на изгиб. Фибролит совмещает в себе свойства древесины (древесной шерсти) и портландцемента. Древесина обеспечивает прочность при изгибе, тепло- и звукоизоляционные свойства, а долговечность, био- и огнестойкость материалу придает портландцемент. Также использование фибролитовых плит экологически целесообразно, поскольку древесная шерсть является возобновляемым материалом.

Авторами представлены методики испытания физико-механических свойств фибролитовых плит, необходимые для оценки спектра применения и востребованности материала. С помощью полученных результатов были предложены и обоснованы варианты использования фибролита в строительстве: утеплитель, шумоизоляция, отделка стен, полов, кровель и подвесных потолков, а также несъемная опалубка. Также фибролитовые плиты могут выполнять сразу несколько функций, то есть является многофункциональным материалом, что позволяет удешевить строительство. Появление методик испытания фибролита на портландцементе позволит использовать материал более эффективно и расширить сферу применения материала.

Ключевые слова: фибролит; фибролитовые плиты; композиционные материалы; плотность; водопоглощение фибролитовых плит; предел прочности на изгиб

Введение

Фибролит, как и арболит, цементно-стружечная плита и фиброцементная плита относятся к группе древесно-цементных материалов (композит). Такие материалы выполнены на основе древесины и цемента. Поэтому данная категория материалов считается экологичной, так как при её производстве снижается выброс углерода.

Фибролит был запущен в серийное производство в 1983 году, но из-за малой механизации производство было затратным и материал получался некачественный, так как не соблюдалась технология производства. Но голландская компания Eltomation автоматизировала производство, тем самым улучшив качество фибролита.

Фибролитовые плиты состоят из легких, пористых древесных частиц, что улучшает гигиенические свойства и приводит к оптимальному микроклимату в любое время года, а также повышает звукоизолирующие свойства. Температура фибролита изменится лишь спустя 10 часов после изменения температуры извне [1]. Фибролит состоит из древесной шерсти (60 %), портландцемента (39 %) и минерализатора (1 %). В таком случае сохраняются свойства всех компонентов [2]. Портландцемент обеспечивает био- и огнестойкость и долговечность фибролита, которая составляет 50–60 лет при правильных условиях монтажа и эксплуатации [3]. А древесная составляющая обеспечивает прочность при изгибе, тепло- и звукоизоляционные свойства и экологичность, поскольку является возобновляемым материалом. Также фибролит обладает сейсмостойкостью, что позволяет применять его в сейсмоопасных районах [1].

Для эффективного применения фибролитовых плит в строительстве обладают большим значением такие свойства, как плотность, разбухание, водопоглощение, прочностные характеристики. В данной работе были рассмотрены методики для испытания строительных композиционных материалов на основе портландцемента и древесины и предложены наиболее соответствующие методики испытания для фибролитовых плит.

Методы исследований

По причине отсутствия нормативной документации методов испытания фибролитовых плит, появляется необходимость составления нового стандарта. Срок действия ГОСТ 8929-81 «Фибролитовые плиты на портландцементе» окончился в 1992 году. Также ГОСТ 8929-81 нормировал фибролитовые плиты плотностью только до 500 кг/м^3 и рассматривал использование только в качестве тепло- и звукоизоляционных материалов. На 2022 год компания GREEN BOARD предлагает использование фибролитовых плит плотностью до 1050 кг/м^3 в качестве не только тепло- и звукоизоляционных материалов, но и как несъемную опалубку, внутреннюю и внешнюю обшивку, сплошного настила, сборной стяжки, покрытия кровли, устройства межкомнатных перегородок и бесчердачных кровель.

Для разработки методик были подобраны и осуществлены испытания для фибролитовых плит на основе действующих нормативных документов.

Для эффективного применения фибролитовых плит стоит учитывать показатели свойств фибролита, такие как плотность, водопоглощение, равновесная влажность, гигроскопичность, разбухание, а также огне- и биостойкость.

ГОСТ Р 58941-2020 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве» регламентирует правила для выполнения линейных и угловых размеров строительных изделий следующим образом. Нормальными условиями измерений считаются:

- температура окружающей среды — 20°C (293 K);
- атмосферное давление — $101,3 \text{ кПа}$ (760 мм рт. ст.);
- относительная влажность окружающего воздуха — 60% ;
- относительная скорость движения внешней среды — 0 м/с .

При условиях, отличающихся от приведенных в ГОСТ Р 58941-2020, нужно учесть величину отклонения действительных значений условий измерений от указанных для внесения поправок в результаты измерений.

Методика для контроля линейных размеров и формы основана на ГОСТ Р 58941-2020 «Система обеспечения точности в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления».

При исследовании плотности, влажности, а также водопоглощения фибролитовых плит в ГОСТ 8928-81 ссылаются на ГОСТ 17177 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний». Данная методика является действующей и будет применена для испытаний.

При определении величины разбухания фибролитовых плит применена методика ГОСТ 26816-2016 «Плиты цементно-стружечные. Технические условия». Так как фибролит является композитным материалом, имеет место применение методики для древесно-композитных материалов.

Предел прочности при изгибе определяется по методике определения предела прочности при изгибе композитного материала на основе ГОСТ 26816-2016 «Плиты цементно-стружечные. Технические условия». Данная методика заключается в том, что разрушение образца производится посредством сосредоточенной нагрузки, приложенной посередине пролета образца. Для испытания были отобраны образцы из плит с расположением волокон древесины вдоль, а вторая — поперек.

Модуль упругости при изгибе фибролитовых плит не может быть испытан на основе ГОСТ 26816-2016 «Плиты цементно-стружечные. Технические условия», так как приведена методика определения предела прочности при изгибе для 3-х точечного изгиба. Для обеспечения значения модуля упругости, напряжения и реакции материала при изгибе рекомендуется использование схемы с 4-х точечным изгибом, потому что добавление дополнительной точки позволит часть образца плиты подвергнуть максимальному напряжению. Схема с 3-мя точками не сможет предоставить таких данных, так как материал будет находиться под центральной точкой нагружения. Данное различие имеет большую важность при изучении хрупких материалов, так как количество и тяжесть дефектов подвергаются максимальному напряжению, а это в свою очередь связано с прочностными характеристиками, а также может привести к образованию трещин. Поэтому для методики выбрана схема ГОСТ 33124-2014. Для испытания используется половина образцов с расположением древесных волокон вдоль, а другая — поперек.

Для определения предела прочности при растяжении перпендикулярно к плоскости фибролитовых плит была выбрана методика определения предела прочности при изгибе на основе методик ГОСТ 26816-2016 «Плиты цементно-стружечные. Технические условия». Методика испытания включает в себя разрушение образца под воздействием сосредоточенной нагрузки, приложенной посередине пролета образца, по однопролетной схеме. Для испытания используется половина образцов с расположением древесных волокон вдоль, а другая — поперек.

При определении прочности при сжатии перпендикулярно пласти фибролитовой плиты при 10 % линейной деформации подобрана методика из ГОСТ 17177-94 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний». Данная методика применима для органических ячеистых теплоизоляционных материалов, к которым относится фибролит. Данный метод включает в себя измерение значений сжимающих усилий, который вызывает деформацию испытываемого образца по толщине на 10 % при соответствующих условиях испытаний.

Результаты доказали стабильные свойства фибролитовых плит плотностью 570 кг/м³, а также различных толщин от 15 мм до 35 мм.

Для определения твердости фибролитовых плит была взята методика ГОСТ 11843-76. Для испытания используются образцы размером 50x50xS мм, где толщина образца S равна толщине плиты. Твердость древесностружечных плит определяют на пласти каждого отобранного образца в точке пересечения диагоналей. При испытании многопустотных плит не допускается расположение металлического шарика над пустотами.

При определении удельного сопротивления выдергиванию шурупов из пласти и кромки фибролитовых плит была использована методика на основе ГОСТ 10637-78.

При возрастании удельного давления прессования прочность композиционного материала из древесно-цементного состав возрастает. Для рационального использования работающие на сжатие и изгиб несущие ограждающие конструкции из древесно-цементных материалов проектировать комплексными, например, трехслойными. Такие конструкции будут обладать теплотехническими, прочностными и деформационными свойствами [4].

При производстве строительных конструкций, как правило, возникает проблема в обеспечении большой несущей способности соединений на малых площадях [5].

Развитие норм проектирования позволит расширить спектр применения материала в строительстве, а развитие технологий изготовления — снизить стоимость готовой продукции [6].

Результаты и обсуждение

Водопоглощение образцов ФП (фибролитовые плиты) 400, ФП 450 и ФП 570 варьируется от 24 до 37 %, при этом разбухание составило всего лишь 1,5–2,7 %. На рисунках 1–3 приведены фотографии проведения испытаний. Благодаря свойствам и структуре, фибролит без изменения своих геометрических характеристик и теплоизоляционных свойств быстро впитывает и отдает влагу, в отличие, например, от стекловолокна или минеральной ваты, имеющих высокую гигроскопичность. Это позволяет не использовать гидроизоляцию при монтаже, понизив стоимость строительства, а также использовать фибролит в помещениях с повышенной влажностью [7]. И это является основным преимуществом фибролита, как утеплителя.

Можно рекомендовать фибролитовые плиты данных марок в качестве теплоизоляционного слоя, например, при утеплении потолков, полов и межэтажных перекрытий.

Фибролитовые плиты на белом портландцементе могут быть окрашены, в результате чего они подходят для использования в качестве отделки стен и подвесных потолков, совмещая в себе декоративные и шумоизоляционные свойства.

Данные фибролитовые плиты показали себя как прочный материал. На рисунках 4–6 приведены фото и результаты испытаний предела прочности при изгибе образцов фибролитовых плит, выпиленных из продольной части плиты и поперечной части плиты. Фибролитовая плита плотностью 450 кг/м³ при изгибе образцов, выпиленных вдоль и поперёк плиты показала равномерные значения предела прочности выше 3 МПа. С учетом того, что фибролитовые плиты являются негорючим материалом, они занимают преимущественное положение среди строительных материалов для внутренней отделки помещений.

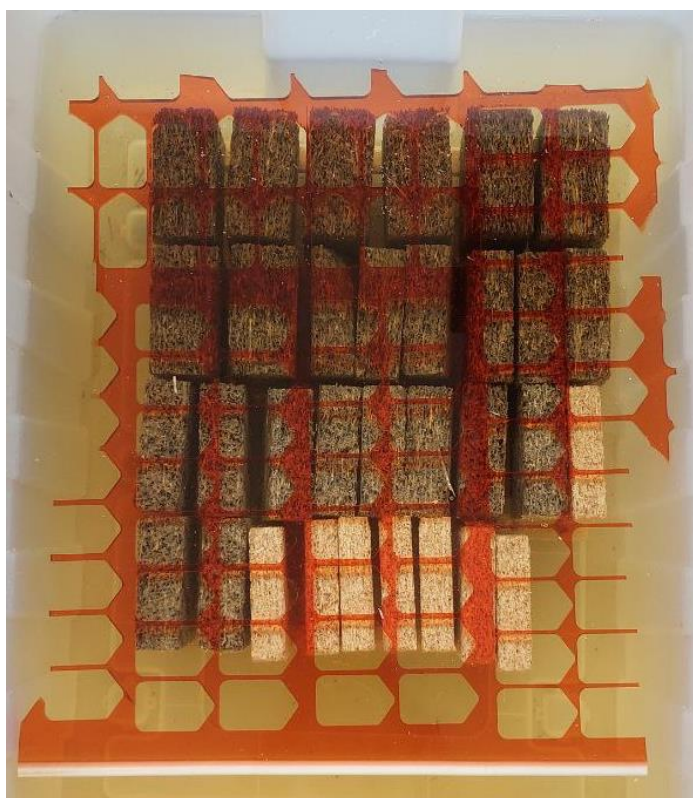


Рисунок 1. Подготовка образцов фибролитовых плит к замачиванию (фото авторов)



Рисунок 2. Сушка образцов фибролитовых плит в сушильном шкафу (фото авторов)

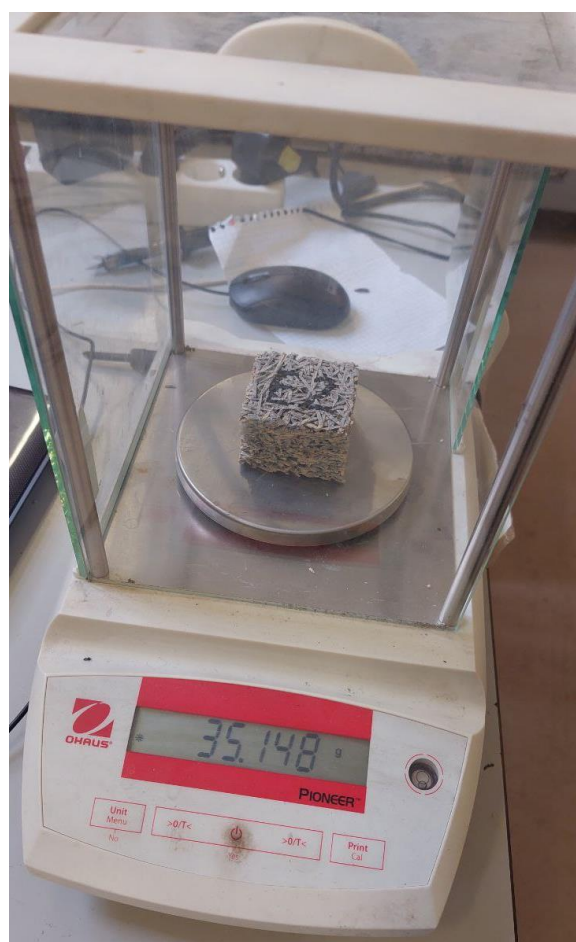


Рисунок 3. Взвешивание образцов фибролитовых плит после сушки (фото авторов)



Рисунок 4. Испытания образцов фибролитовых плит на изгиб (фото авторов)

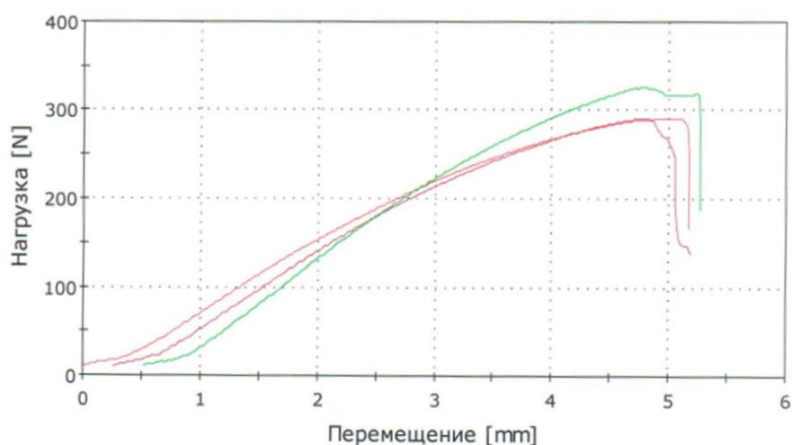


Рисунок 5. Графические зависимости испытаний при изгибе образцов фибролитовых плит, выпиленных вдоль направления плиты (рисунок авторов)

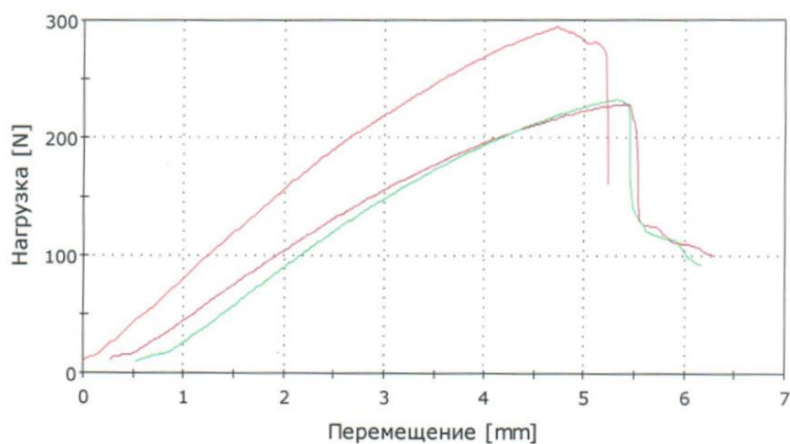


Рисунок 6. Графические зависимости испытаний при изгибе образцов фибролитовых плит, выпиленных поперек направления плиты (рисунок авторов)

Фибролитовые плиты обладают необычным набором свойств при невысокой себестоимости за счет использования отходов деревоперерабатывающей промышленности, что также способствует безотходному производству [8]. Фибролит хорошо поддается обработке и в него легко вбивать гвозди, что облегчает монтаж и установку плит [9]. Высокое содержание древесной шерсти уменьшает вес материала и конструкций из фибролита, следовательно, нагрузка на фундамент тоже уменьшится. Также за счет наличия древесины в составе и высокому показателю водопоглощения фибролит способен впитывать лишнюю влажность в помещении, а при необходимости — отдавать, тем самым создавая комфортный микроклимат в здании.

В настоящее время фибролит применяют как шумо- и звукоизоляцию, отделку стен, кровель, полов и подвесных потолков, и даже в качестве несъемной опалубки [10]. Тогда фибролитовые плиты выполняют функцию опалубки, а также шумо- и теплоизолятора одновременно. Еще плиты используют в качестве «плавающей» подстилки под паркет, в таком случае плиты выполняют несколько функций: выравнивают пол, утепляют и звукоизолируют [9]. То есть фибролит является многофункциональным строительным материалом, что позволяет удешевить строительство.

Дальнейшее изучение свойств и характеристик фибролитовых плит с помощью методик, представленных в данной статье, позволит расширить сферу использования данных материалов и наиболее эффективно применять современные строительные элементы конструкций на основе портландцемента и древесины.

Следующим этапом на пути нормирования требований к фибролиту и конструкциям на его основе станет разработка национального стандарта на основе предложенных методик и внесение физико-механических характеристик фибролитовых плит в СП 64.13330.2017.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буравлева Е.А. Инновационные теплоизоляционные материалы / Буравлева Е.А., Вартамян Л.А. // Инновационное развитие строительного комплекса региона: задачи, состояние, перспективы / Волгоград: Волгоградский государственный университет, 2020. — С. 57–60. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43428852>.
2. Павлютенкова О.А. Современные тенденции развития предпринимательства в малоэтажном домостроении / Павлютенкова О.А., Виноградов Р.А. // Основные тенденции развития инновационного предпринимательства в реальном секторе экономики в эпоху цифровизации: вызовы и возможности / Москва: Индивидуальный предприниматель Сафронов Руслан Анатольевич, 2021. — С. 56–63. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46435062&pf=1>.
3. Дмитриев И.М. Сравнительный экономическо-эксплуатационный анализ современных теплоизолирующих материалов / Дмитриев И.М. // Правовые и социально-экономические проблемы современной России: теория и практика. / Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. — С. 97–101. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44636463&pf=1>.
4. Запруднов В.И. Создание качественных древесно-цементных материалов // Лесной вестник. — 2017. — Т 21, № 6. — С. 54–60. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32466380>.

5. Черных А.Г., Данилов Е.В. Методы исследования соединений деревянных конструкций на когтевых шпонках // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 2; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=8685>.
6. А.Г. Черных, Е.В. Данилов, П.С. Коваль, Ш.М. Мамедов / Обзор исследований, нормирования и применения LVL, бруса в отечественной и зарубежной строительной практике // Вестник гражданских инженеров. — 2020. — № 1(78). — С. 100–106. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42879199>.
7. Колтунов А.С., Куценко О.И. Исследование свойств строительных материалов на основе древесных отходов // Современные материалы, техника и технологии. — 2016. — № 5(8) — С. 147–152. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27706636>.
8. Мачнева О.П. Древесно-минеральные композиционные материалы при строительстве объектов АПК / Мачнева О.П., Войтюк М.М. // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК / Правдинский: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2019. — С. 219–223. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39184070>.
9. Печенкин А.Ю. Органические теплоизоляционные материалы / Печенкин А.Ю., Карцев И.И., Борзов М.С., Халидов Ш.М., Пospelов А.М., Огузов Ш.Б. // Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации / Пенза: «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. — С. 13–15. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37161473>.
10. Жидко К.А. / Фибролитовые плиты, как экологичный утеплитель / Жидко К.А., Резван И.В. // Сборник материалов международных научно-практических конференций / Москва: Центр научного развития «Большая книга», 2018. — С. 113–118. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36928155>.

Kazakevich Tatiana Nikolaevna

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg, Russia
E-mail: kazakevich.t.n@mail.ru

Kokina Marina Alekseevna

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg, Russia
E-mail: kokina.marisha@mail.ru

Kutyeva Darya Yurievna

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg, Russia
E-mail: dasha143.33@gmail.com

Motyka Yana Igorevna

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg, Russia
E-mail: jnayana2002@gmail.com

Tsukanov Alexey Vyacheslavovich

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg, Russia
E-mail: alexei.tzuchanov@mail.ru

Modern methods of testing composite building material based on Portland cement and wood

Abstract. Fiberboard was used in the 1980s in the USSR, but due to small-scale mechanization, the quality of the material deteriorated and the cost of production increased, and it was no longer produced. With the increase in technological development, equipment has appeared that allows you to create high-quality composite materials based on Portland cement and wood, but GOST 8928-81 «Fibrolite boards on Portland cement» is currently invalid.

The test methods for fiberboard slabs presented in the article were developed on the basis of current regulatory documents. In accordance with them, samples of fibrolite boards with a density of 400, 450 and 570 kg/m³ were tested. Based on the results obtained, conclusions were drawn about the material and the possibilities of use. During the tests, stable results of the fibrolite for bending were obtained. Fiberboard combines the properties of wood (wood wool) and Portland cement. Wood provides flexural strength, heat and sound insulation properties, and Portland cement gives durability, bio- and fire resistance to the material. Also, the use of fiberboard is environmentally sound, since wood wool is a renewable material.

The authors present methods for testing the physical and mechanical properties of fibrolite boards, which are necessary to assess the range of applications and the demand for the material. With the help of the results obtained, options for the use of fibrolite in construction were proposed and justified: insulation, sound insulation, finishing of walls, floors, roofs and suspended ceilings, as well as fixed formwork. Also, fiberboard slabs can perform several functions at once, that is, it is a multifunctional material, which makes it possible to reduce the cost of construction. The emergence of methods for testing fibrolite on Portland cement will make it possible to use the material more efficiently and expand the scope of the material.

Keywords: fibrolite; fiberboard boards; composite materials; density; water absorption of fibrolite boards; bending strength