

УДК 691.332

Мухаметрахимов Р.Х. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: muhametrahimov@mail.ru

Галаутдинов А.Р. – ассистент

E-mail: galautdinov89@mail.ru

Дикина А.Н. – студент

E-mail: yatsan92@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Технология изготовления и монтажа модифицированных гипсоволокнистых листов¹

Аннотация

В работе описаны технологические процессы изготовления гипсоволокнистых листов. Рассмотрен каждый этап производства от подготовки сырья до укладки панелей в штабеля на складе. Изучено влияние полипропиленовых волокон на физико-механические свойства ГВЛ. Приведена технология монтажа перегородок с использованием полученных ГВЛ.

Ключевые слова: гипсоволокнистые листы, технология, производство, монтаж, волокна.

Рост объемов нового строительства, а так же реконструкция существующих зданий и сооружений, вызывает потребность в эффективных, современных, высокопрочных и долговечных материалах и изделиях на их основе, применение которых снижает нагрузку на основания и фундаменты, ускоряет процесс монтажа. В практику малоэтажного строительства в настоящее время внедряются материалы и изделия, основу которых составляет композиционное гипсовое вяжущее, а также активно разрабатываются способы их приготовления [1].

Одним из таких изделий являются гипсоволокнистые листы (ГВЛ). Они состоят из гипсового вяжущего, волокон, химических, минеральных добавок и воды. ГВЛ являются биопозитивным материалом с высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами, могут использоваться в зданиях различного назначения и класса функциональной и пожарной опасности. Широкое распространение ГВЛ обусловлено высокими эксплуатационными показателями. В работе [2] исследованы деформационные и прочностные характеристики камня из высокопрочного композиционного гипсового вяжущего. В ряде работ показана эффективность применения различных активных и минеральных добавок для гипсоцементных систем [3, 4].

Применение ГВЛ весьма эффективно при устройстве перегородок, облицовки стен с повышенными требованиями защиты от ударного воздействия, а так же для устройства сборных оснований (сухих стяжек) пола под покрытия или при наличии повышенных требований к пожарно-техническим характеристикам применяемых конструкций [5].

Хорошая гибкость, высокая плотность и минимальный уровень меления обуславливают простоту монтажа, простоту заделки мест соединения, возможность крепления как на металлических, так и на деревянных каркасах, возможность использования клеящих составов и отсутствие необходимости использования специальных инструментов для резки ГВЛ.

На рис. 1 приведена технологическая схема производства ГВЛ с применением мокрого способа формования изделий, которая содержит участки подачи сырьевых компонентов с бункерами и дозаторами; транспортеры; участок подготовки волокнистого материала, содержащий бегуны и гидропушитель; участок смешения компонентов, содержащий смесители, соединенные при помощи трубопроводов с листоформовочной машиной содержащей ванны, насос, сетчатые цилиндры, сукно-транспортер, форматный

¹ Работа поддержана Фондом им. Бортника и Инвестиционно-венчурным Фондом РТ.

барaban, прессовые валы и механический срезчик; механизм резки, соединенный при помощи транспортера со смесителем отходов резки сырых листов, который соединен с ковшовым смесителем; пресс; укладчик; транспортер камеры тепловой обработки; поддоны; участок готовой продукции [6].

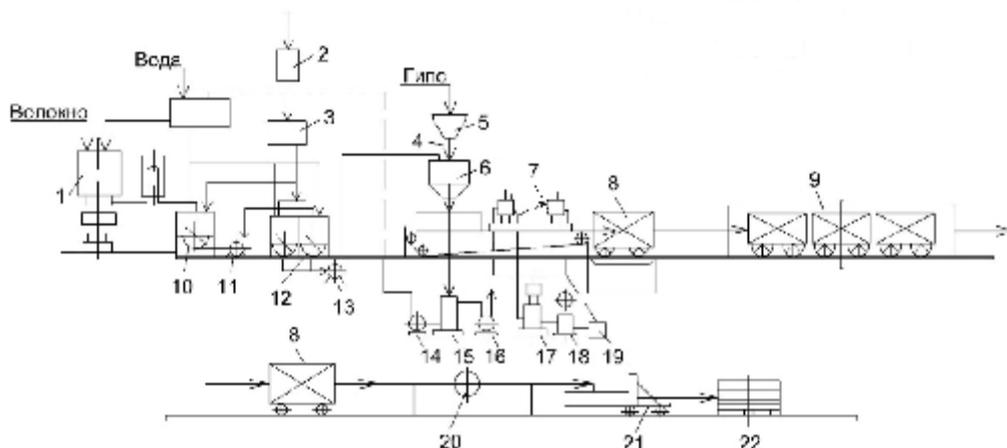


Рис. 1. Схема производства гипсоволокнистых листов по мокрому способу:

- 1 – гидроразбиватель, 2 – бункер гипса, 3 – аппарат для обработки гипса паром,
- 4 – мерник строительного гипса, 5 – бункер для гипса, 6 – дозатор с мешалкой,
- 7 – формовочный агрегат, 8 – вагонетка, 9 – участок сушки, 10 – массный бассейн,
- 11, 13 – массные насосы, 12 – сдвоенный бассейн, 14 – центробежные насосы, 15 – ресивер,
- 16 – вакуум насос, 17 – гидрогрузовой аккумулятор, 18 – насос, 19 – бачок для воды,
- 20 – обрезка кромок, 21 – электрокара, 22 – склад готовых панелей

В качестве волокнистого материала могут быть использованы различные виды волокнистого сырья, обладающие высокой гипсоудерживающей способностью (целлюлоза, бумажная макулатура, солома, камыш и др.). Подготовка волокна заключается в размоле и расщеплении волокнистых материалов в тонкие волокна, которые впоследствии, создают арматурный каркас изделия. Для расщепления материалов на волокна применяют гидроразбиватели.

По толщине листы калибруются прессованием, при этом из массы удаляется избыточное количество воды и происходит ее уплотнение. В это время происходит схватывание массы и изделие приобретает прочность, необходимую не только для обеспечения нормальной кристаллизации гипса, но и для преодоления упругих сил волокон, стремящихся восстановить свое положение до прессования.

После прессования изделие передается на разгрузочное устройство и подвергают сушке. После сушки листы подвергаются механической обработке, где обрезаются их торцовые кромки. Готовая продукция укладывается штабелями и маркируется. Испытания ГВЛ производят в соответствии с ГОСТ Р 51829-2001 «Листы гипсоволокнистые. Технические условия». Гипсоволокнистые листы испытывают на прочность, поверхностное водопоглощение, твердость лицевой поверхности, определяется их плотность и пожарно-технические характеристики.

Существенным недостатком этого способа является сложный технологический процесс с использованием большого количества дорогостоящего оборудования, которое занимает значительную площадь производственных предприятий и повышает цену конечного продукта. Кроме того, волокнистый материал должен обладать высокой гипсоудерживающей способностью, что ограничивает применение других видов волокон, таких как полипропиленовые, базальтовые и др. Вместе с тем следует отметить, что применение литьевого способа формования гипсовых изделий исключает такие сложные технологические процессы, как прессование и вакууммирование, что позволяет сократить время изготовления изделий, площадь производственных предприятий и цену конечного продукта, а также позволяет расширить номенклатуру применяемых волокнистых материалов.

Количество воды затворения при использовании литьевого способа формования подбирается из условия обеспечения самоуплотняющихся свойств гипсоцементно-волокнутой смеси, вследствие чего не всегда достигаются высокие показатели физико-механических свойств.

На первом этапе производится подготовка волокна. Затем в смеситель непрерывного действия заливают расчетное количество воды, в которую добавляют заранее отдозированные химические добавки, компоненты вяжущего, волокна и осуществляют их перемешивание до однородной массы. Далее из гипсоцементно-пуццолановых смесей формируются ГВЛ.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 51829-2001 отклонение минимального значения предела прочности при изгибе отдельного образца не должно быть более 10 %. Предел прочности листов при изгибе должен быть не менее указанного в табл.

Таблица

Предел прочности ГВЛ по ГОСТ Р 51829-2001

Номинальная толщина листа, мм	Предел прочности при изгибе, МПа
До 10,0 включ.	6,0
Св. 10,0 до 12,5 включ.	5,5
Св. 12,5 до 15,0 включ.	5,0
Св. 15,0 до 18,0 включ.	4,8
Св. 18,0 до 20,0 включ.	4,5
Св. 20,0	4,3

Актуальным вопросом является получение высокоэффективных материалов, сочетающих высокие эксплуатационные, экологические и декоративные свойства, на основе низкомарочного сырья РТ, отличающихся низкой себестоимостью и простотой изготовления по сравнению с аналогами.

Цель настоящих исследований – получить ГВЛ с высокими эксплуатационными свойствами (водостойкость, морозостойкость, прочность на изгиб и сжатие) с использованием литьевого способа формования изделий с применением в качестве армирующего компонента полипропиленовых волокон. Для этого изучено влияние длины и содержания полипропиленовых волокон в составе смеси на физико-механические свойства ГВЛ.

Экспериментальная часть

Образцы изготавливались литьевым способом. В процессе исследований были использованы следующие материалы:

- а) вяжущие:
 - строительный гипс Г6БШ производства ООО «Аракчинский гипс», произведенный по ГОСТ 125-79;
 - портландцемент Белгородского цементного завода марки ПЦ500-Д0-Н.
- б) модифицирующие добавки:
 - гиперпластификатор «Одолит-К» производства ООО «Сервис-Групп» произведенный по ТУ 5745-01-96326574-08;
 - гомогенная смесь олигоэтоксисилоксанов «Этилсиликат-40» производства ОАО «Химпром», г. Новочебоксарск по ТУ 2435-427-05763441-2004.
 - регулятор сроков схватывания и твердения «Бест-ТБ» производства ООО «Инновационные технологии»;
 - метакаолин, полученный путем обжига каолина при температуре 700°C в течении 1 часа;
- в) волокна:
 - в качестве волокнутого материала использовались полипропиленовые волокна марки ВСМ-П длиной 6, 12, 18, 24 и 32 мм произведенные по ТУ 5458-001-82255741-2008.
- д) вода водопроводная питьевая вода, удовлетворяющая требованиям ГОСТ 23732.

Для получения ГЦПВ смешивали его компоненты в сухом виде при соотношении гипс:цемент:АМД – 76:20:4. Затем для равномерного распределения полипропиленовых волокон в матрице производили их распушку в расчетном количестве воды затворения в

присутствии химических добавок. Далее проводилось перемешивание компонентов гипсоцементно-волоконистой смеси в течение одной минуты с последующим формованием образцов.

Испытания образцов проводились после их твердения в течение 28 суток в воздушно-влажной среде на стандартных образцах-балочках размерами 4x4x16 см, из формовочной смеси нормальной густоты по методике, описанной в ГОСТ 23789-79.

Результаты исследований

Исследовано влияние полипропиленовых волокон разной длины и содержания в составе смеси на основе низкомарочного гипса ГбБП на пределы прочности при изгибе и сжатии ГВЛ. Результаты экспериментальных исследований приведены на рис. 2, 3.

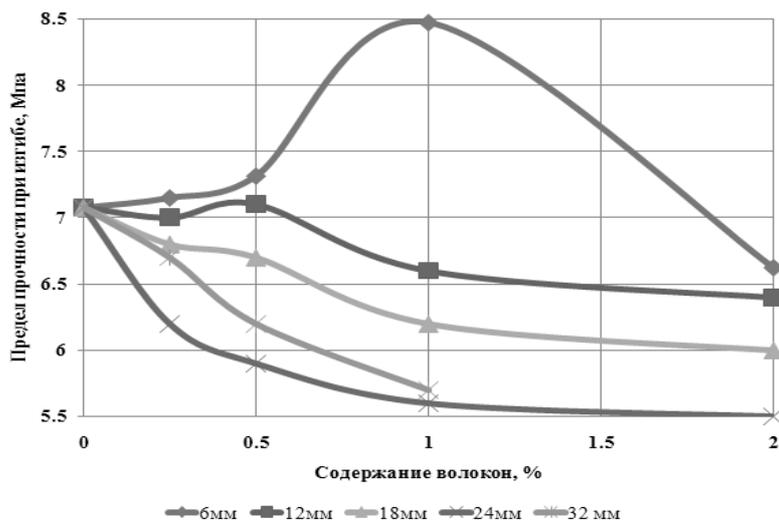


Рис. 2. Влияние полипропиленовых волокон на относительный предел прочности при изгибе ГВЛ при длине: 1 – 6 мм; 2 – 12 мм; 3 – 18 мм; 4 – 24 мм; 5 – 32 мм

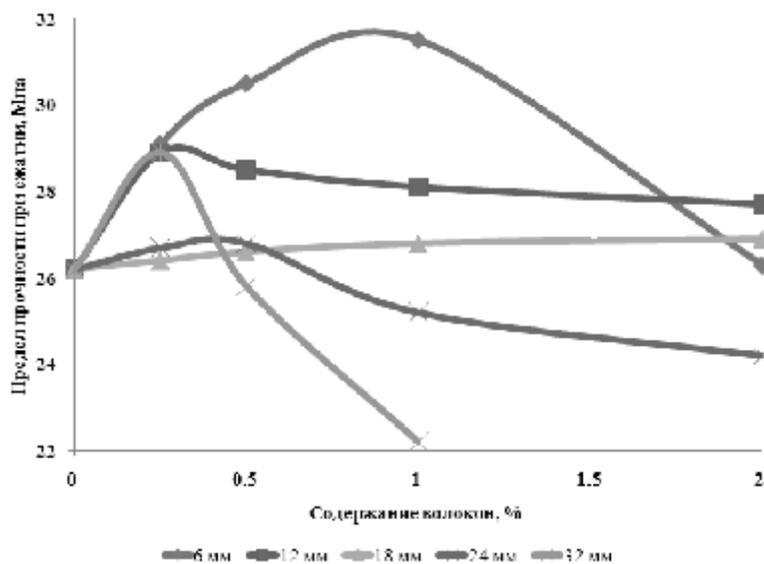


Рис. 3. Влияние полипропиленовых волокон на относительный предел прочности при сжатии ГВЛ при длине: 1 – 6 мм; 2 – 12 мм; 3 – 18 мм; 4 – 24 мм; 5 – 32 мм

Как видно из рис. 2-3, введение полипропиленовых волокон в состав смеси в зависимости от их длины и содержания оказывает различное влияние на предел прочности при изгибе и сжатии ГВЛ.

Наилучшие результаты были достигнуты при введении полипропиленовых волокон длиной 6 мм. В зависимости от их дозировки в составе смеси, предел прочности при изгибе увеличивается на 21,4 %, при сжатии – на 20,23 %.

Введение полипропиленовых волокон длиной 12 мм в меньшей степени влияет на пределы прочности образцов. Так, предел прочности при изгибе увеличивается на – 1,4 %, при сжатии – на 10,3 %.

Введение волокон длиной 18, 24, 32 мм с увеличением их содержания в составе смеси, приводит к снижению прочности образцов, в связи с неравномерным распределением волокон в гипсоцементной матрице.

Полученные результаты удовлетворяют требованиям ГОСТ Р 51829-2001.

Как показали исследования, введение полипропиленовых волокон также приводит к повышению коэффициента размягчения на 28,6 %.

Рассмотрена технология монтажа перегородок с использованием разрабатываемых ГВЛ. Процессы по их монтажу выполняются в следующем порядке:

- определение проектного положения перегородки;
- монтаж элементов каркаса;
- монтаж ГВЛ с одной стороны каркаса;
- прокладывание инженерных коммуникаций, предусмотренных в проекте;
- монтаж изоляционного материала во внутренней части перегородки;
- монтаж ГВЛ с другой стороны каркаса;
- установка электротехнических элементов и их крепление к ГВЛ;
- затирка швов между ГВЛ и углублений от самонарезающих винтов;
- подготовка поверхности ГВЛ под чистовую отделку.

Схема устройства перегородки из ГВЛ приведена на рис. 4.

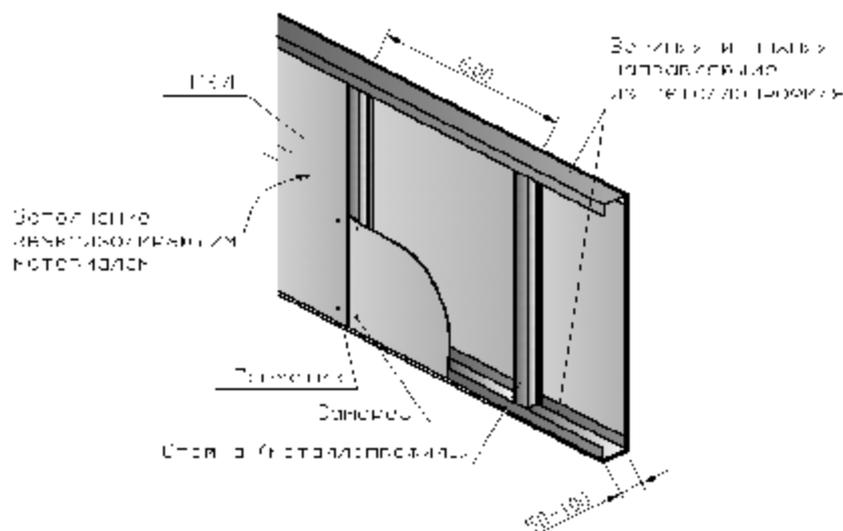


Рис. 4. Конструкция перегородки из ГВЛ

Заключение

1. Рассмотрены основные технологические способы производства ГВЛ, способ мокрого и литьевого формования гипсовых изделий. Мокрый способ формования является технически сложным процессом и требует дорогостоящего оборудования. Кроме того, волокнистый материал должен обладать высокой гипсоудерживающей способностью, что ограничивает применение других видов волокон, таких как полипропиленовые, базальтовые и др. Применение литьевого способа формования гипсовых изделий исключает такие сложные технологические процессы, как прессование и вакууммирование, что позволяет сократить время изготовления изделий, площадь производственных предприятий и цену конечного продукта, а также позволяет расширить номенклатуру применяемых волокнистых материалов.

2. Установлено, что наилучшие прочностные показатели гипсоволокнистых листов достигаются при введении полипропиленовых волокон длиной 6 мм в количестве 1 % в состав смеси на основе низкомарочного гипса марки Г6БII в составе с химическими добавками «Одолит-К», «Бест-ТБ», «Этилсиликат-40», при этом предел прочности при изгибе составляет 8,5 МПа, при сжатии – 31,5 МПа.

Список библиографических ссылок

1. Способ приготовления гипсоцементно-пуццоланового вяжущего: пат. 2550630 Российская Федерация. № 2014114814/03; заявл. 14.04.2014; опубл. 05.10.2015. Бюл. № 13. – 7 с.
2. Сагдатуллин Д.Г., Морозова Н.Н., Хозин В.Г., Сабиров И.Р. Долговечность камня из высокопрочного композиционного гипсового вяжущего // Известия КГАСУ, 2010, № 1 (13). – С. 331-335.
3. Рахимов Р.З., Халиуллин М.И., Гайфуллин А.Р., Стоянов О.В. Керамзитовая пыль как активная добавка в минеральные вяжущие – состав и пуццолановые свойства // Вестник Казанского технологического университета, 2013, Т. 16, № 19. – С. 57-61.
4. Гайфуллин А.Р., Халиуллин М.И., Рахимов Р.З. Состав и структура камня композиционного гипсового вяжущего с известью и гибридной минеральной добавкой // Строительные материалы, 2014, № 7. – С. 28-31.
5. Палиев А.И. Сборные полы из гипсоволокнистых листов // Строительные материалы, 1998, № 12. – С. 8-9.
6. Печуро С.С. Производство гипсовых и гипсобетонных изделий и конструкций: Высшая школа. – М., 1971. – 224 с.

Mukhametrakhimov R.Kh. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: muhametrahimov@mail.ru

Galautdinov A.R. – assistant

E-mail: galautdinov89@mail.ru

Dikina A.N. – student

E-mail: yatsan92@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The technology of manufacture and installation of modified gypsum plates

Resume

Growth in new construction as well as renovation of existing buildings and structures is the need for effective, modern, high-strength and durable materials and products based on them.

One of these products is gypsum sheets. Gypsum sheets are bio-positive material with high performance.

Currently, widespread got wet process of forming gypsum sheets. A significant drawback of this method is complicated technological process. The use of the injection molding process of gypsum products eliminates complex manufacturing processes, as well as allows to expand the nomenclature used fibrous materials.

The purpose of these studies is to get gypsum sheets with high performance based on low brand raw of Tatarstan using an injection molding process products using polypropylene fibers.

The influence of polypropylene fibers of different length and content of the mixture based on low brand gypsum G6BII on flexural strength and compression of gypsum sheets is studied. The best results were achieved with the introduction of polypropylene fibers 6 mm long. Depending on their dosages, flexural strength is increased by 21,4 %, at a compression – 20,23 %. Introduction polypropylene fibers also increases the softening ratio is 28,6 %.

The article also discussed partitions mount technology developed using gypsum sheets.

Keywords: gypsum plates, technology, manufacturing, installation, fiber.

Reference list

1. A method of preparing gypsum cement-pozzolan binder: the patent 2550630 Russian Federation. № 2014114814/03; it is declared 14.04.2014; it is published 05.10.2015. The bulletin № 13. – 7 p.
2. Sagdatullin D.G., Morozova N.N., Khozin V.G., Sabirov I.R. The durability of ductile composite stone of gypsum binder // Izvestija KGASU, 2010, № 1 (13). – P. 331-335.
3. Rakhimov R.Z., Khaliullin M.I., Gaifullin A.R., Stoyanov O.V. Ceramsite dust as an active additive in mineral binders – composition and pozzolanic properties // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta, 2013, T. 16, № 19. – P. 57-61.
4. Gaifullin A.R., Khaliullin M.I., Rakhimov R.Z. The composition and structure of the stone of composite gypsum binder with lime and hybrid mineral additive // Stroitel'nye materialy, № 7. – P. 28-31.
5. Paliev A.I. Prefabricated floors of gypsum sheets // Stroitel'nye materialy, 1998, № 12. – P. 8-9.
6. Pechuro S.S. Production of gypsum and gypsum concrete products and constructions: Vysshaja shkola. – M., 1971. – 224 p.