

УДК 691.115,67.08

И. Г. Федосенко, кандидат технических наук, старший преподаватель (БГТУ)**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУХИХ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ
В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

В статье рассматривается вопрос о необходимости утилизации сухих отходов древесины с большей выгодой для деревообрабатывающих предприятий. Дается анализ щепы, получаемой при переработке таких отходов. Предлагается использовать щепу при производстве древесно-цементного композитного строительного материала – арболита. Предлагаются пути снижения водопоглощения, которое, как известно, приводит к значительному снижению прочности материала. Оцениваются характеристики получаемого материала и даются рекомендации.

The article spoke about the necessity of dry waste disposal timber with a greater benefit for wood-working companies. The analysis of the chips produced during the processing of such waste. Recommended to use chips in the manufacture of wood-cement composite building material – arbolit. The ways to reduce the water absorption, which, as known, leads to a significant reduction in material strength. Valued characteristics of the resulting material and recommendations.

Введение. В деревообрабатывающем производстве, в особенности столярно-строительном и мебельном, образуется большое количество сухих отходов древесины. В необработанном виде их готово покупать население и некоторые предприятия. Причем их отпускная цена будет не велика, а значит, это экономически невыгодно для предприятия. Самым богатым и нуждающимся в продукции из древесины потребителем является строительная отрасль. Поэтому целесообразность изготовления столярно-строительных изделий и строительных материалов подтверждается отпускными ценами на них. Целесообразность переработки отходов древесины в улучшенные топлива (гранулы и брикеты) также оправдана экономически, однако благодаря развитию альтернативной энергетики это лишь временное явление.

Переработка кусковых отходов древесины при повышенном их влагосодержании в технологическую щепу или дробленку обеспечивает наилучшее качество полуфабриката и имеет широкую сферу его использования. Высушенные же отходы, напротив, имеют ограниченные области использования, т. к. переработка в щепу приводит к ухудшенному качеству последней. Очень часто такой полуфабрикат нельзя отнести к технологической щепе (согласно ГОСТ 15815–83 [1]). Так получают лишь топливную щепу или дробленку, которая в дальнейшем может быть использована в необработанном виде как топливо или в качестве сырья для изготовления улучшенного топлива. Но насколько такая щепка пригодна в качестве компонента строительных материалов?

Технологическая щепка может быть использована для производства различных строительных материалов, например, таких как арболит, фибролит, цементно-стружечные плиты.

Основная часть. Нами проведены исследования по улучшению свойств арболита, полученного

с применением древесной щепы, изготовленной из кусковых отходов древесины хвойных пород от обрезки досок, высушенных в камерах периодического действия. После оценки качества этой щепы согласно ГОСТ 15815-83 [1], было получено:

массовая доля коры, %.....	15,6
массовая доля гнили, %.....	0
массовая доля остатков, %, на ситах с отверстиями:	
ø 30 мм.....	0,56
ø 20 мм.....	3,02
ø 10 мм.....	48,66
ø 5 мм.....	32,36
ø 2 мм.....	13,50
на поддоне.....	1,90
массовая доля минеральных примесей, %.....	0
массовая доля со смятыми кромками, %.....	42,00

Явное превышение норм по содержанию коры и значительной доли щепы со смятыми кромками не дает возможности использовать эту щепу как технологическую. Это вынуждает предприятие реализовать ее населению. Нами было предложено использовать такую щепу в качестве наполнителя при производстве арболита.

Арболит имеет массу уникальных преимуществ, которые делают его конкурентным при выборе конструкционных и теплоизоляционных строительных материалов. К тому же он изготавливается из экологически чистых природных компонентов (цемент и измельченная древесина). Этот материал технологичен и работа с ним немногим отличается от других широко распространенных древесных композиционных материалов. Однако существенным для строительства недостатком арболита является его недостаточная водостойкость.

Проблему водостойкости арболита мы предложили решить добавлением в его состав

такого компонента, как гидрофобизатор, причем выбирали самый доступный и дешевый продукт, который позволит снизить водопоглощение материала и не уменьшит его прочность. В качестве такого материала был взят гидрофобизатор «DALI Гидростоп» от российского производителя «Рогнеда». По назначению он применяется для гидрофобизации пористых минеральных строительных материалов, таких как кирпич, камень и бетон. В основе гидрофобизатора лежат классические водорастворимые кремнийорганические жидкости: метил- и этилсиликонаты натрия по ТУ 6-02-696-76 [2] и технологические добавки.

Крайне важным вопросом при производстве пористого композиционного материала является влияние на него воды. Поскольку мы не стремились к разработке новой рецептуры арболита, то была принята традиционная, согласно источнику [3]: щепа – 28,5%, портландцемент – 31,8%, вода – 39,7 %. При этом содержание гидрофобизатора приняли исходя из 3% по массе воды.

При одинаковой рецептуре влияние будет оказывать и гранулометрический состав компонентов. В этой связи была поставлена задача поиска оптимального размера измельченной древесины, который обеспечил бы минимальное воздействие воды на материал. Для решения поставленной задачи были взяты три наиболее распространенные фракции щепы: 20/10, 10/5 и 5/2 мм.

Известной проблемой использования древесного наполнителя в композициях с минеральными вяжущими является влияние «цементных ядов», из-за присутствия которых в древесине раствор может не схватываться даже за номинальные для его отверждения 28 сут [4]. Для купирования этого эффекта на поверхность щепы было нанесено жидкое натриевое стекло отечественного производства ЗАО «Парад». Нанесение осуществлялось в смесителе для осмоления стружки (рис. 1, а) при непрерывном перемешивании до полного покрытия поверхности щепы слоем жидкого стекла, которое оценивалось визуально по изменению оттенка к более темному.

Далее производилась сушка поверхности при комнатных условиях (температура – 20°C, влажность воздуха – 55%) в течение одних суток. После сушки поверхность щепы приобрела сверкающий блеск и повышенную твердость.

Смешивание раствора производилось в такой последовательности: в смеситель насыпали портландцемент марки 500 Д0 (без добавок) и древесину, покрытую подсушенным слоем жидкого стекла; в то же время в отдельной

емкости готовили раствор гидрофобизатора и воды, а затем последовательно вливали его в древесно-цементную смесь.



Рис. 1. Приспособления, используемые при подготовке образцов: а – смеситель; б – формы

Готовую массу укладывали в специальные металлические формы, обеспечивающие размеры образцов 100×100×100 мм (рис. 1, б) и уплотняли, используя вибрацию в горизонтальной плоскости, т. е. без дополнительного давления. В течение 28 сут при комнатных условиях (без закалки) образцы отверждались и набирали минимальную для испытаний прочность. По окончании выдержки образцы извлекались из форм и половина из них подвергалась выдержке в воде, имеющей температуру 20°C в течение 10 сут.

Сухие и мокрые образцы арболита измеряли при помощи штангенциркуля и взвешивали с точностью до 10 г. Далее на прессе ПСУ-10 были проведены испытания на сжатие, согласно ГОСТ 19222-84 [5].

Результаты испытаний приведены в табл. 1 и 2, а также графически на рис. 2.

Таблица 1

Результаты испытаний арболита негидрофобизированного

Гранулометрический состав, мм	Плотность, кг/м ³	Прочность на сжатие, МПа	Относительная прочность на сжатие, МПа·м ³ /кг·10 ⁻⁶	Относительная влажность, %
Сухие образцы				
20/10	618,8	0,392	633,3	–
10/5	559,3	0,440	786,8	–
5/2	567,1	0,224	395,1	–
Замоченные образцы				
20/10	812,0	0,336	413,8	33,5
10/5	887,8	0,346	389,7	53,7
5/2	965,7	0,284	294,0	69,0

Таблица 2
Результаты испытаний арболита гидрофобизированного

Гранулометрический состав, мм	Плотность, кг/м ³	Прочность на сжатие, МПа	Относительная прочность на сжатие, МПа·м ³ /кг·10 ⁻⁶	Относительная влажность, %
Сухие образцы				
20/10	608,1	0,385	632,3	–
10/5	577,7	0,467	808,1	–
5/2	571,4	0,173	303,0	–
Замоченные образцы				
20/10	777,4	0,314	403,9	25,6
10/5	820,1	0,444	541,9	46,6
5/2	924,3	0,306	331,0	63,0

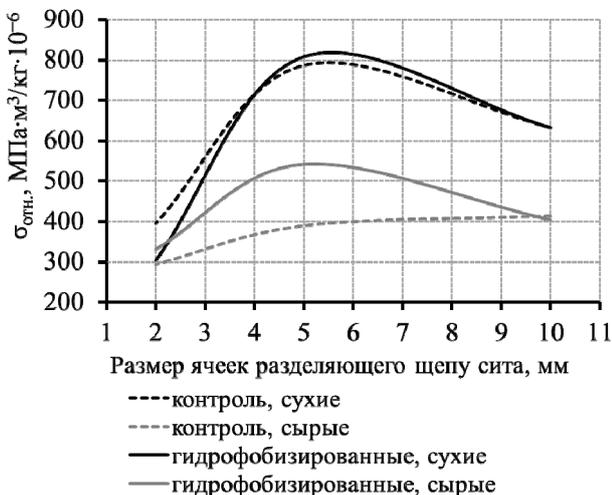


Рис. 2. График зависимости прочности арболита от размера древесных частиц

Согласно ГОСТ 19222–84 [5], арболит может быть конструкционным, теплоизоляционным, что напрямую зависит от его плотности и прочности на сжатие. Для более адекватной картины изменения прочности в зависимости от вышеперечисленных факторов было принято решение пользоваться относительными показателями.

Так, относительная прочность на сжатие была рассчитана как приращение единицы прочности на единицу плотности материала, что означает:

$$\sigma_{\text{отн}} = \frac{\sigma_W}{\rho_W}, \frac{\text{МПа} \cdot \text{м}^3}{\text{кг}},$$

где σ_W – предел прочности материала с влажностью W в момент испытания, МПа; ρ_W – плотность материала с влажностью W в момент испытания, кг/м³.

Так как в исследованиях нужно оценить влияние водопоглощения на прочность, то нет необходимости находить абсолютную влажность

материала, поэтому рассчитали ее относительную величину по формуле

$$W_{\text{отн}} = \frac{m_{\text{сыр}} - m_{\text{сух}}}{m_{\text{сух}}} \cdot 100 \%,$$

где $m_{\text{сыр}}$ – масса увлажненного материала, кг; $m_{\text{сух}}$ – масса неувлажненного материала, кг.

Для удобства представления графического изображения (рис. 2) гранулометрический состав щепы было принято выразить размерами ячеек сит, на которых каждая фракция осталась (остатках на ситах).

В результате установлено, что при добавлении гидрофобизатора на основе кремнийорганических соединений водопоглощение арболита снижается на 6–8%, что дает основание для применения этого материала в условиях повышенной влажности, тем не менее не стоит использовать его при возможности прямого продолжительного контакта с водой.

Оптимальным гранулометрическим составом щепы оказалась фракция 10/5 мм, т. к. в этом случае получилась наибольшая прочность материала на сжатие. Это влияние увеличилось при добавлении гидрофобизатора. При этом арболит с гидрофобизатором и без него в сухом состоянии имеют одинаковую прочность (разница в 2,7% – в пределах погрешности), а в сыром – разница составляет 39,1% в пользу гидрофобизированного арболита.

Прочность на сжатие вдоль волокон позволяет по ГОСТ 19222–84 [5] отнести полученный арболит к марке М5, т. е. к теплоизоляционным материалам.

Заключение. Таким образом, полученную из сухих кусковых отходов щепу можно также использовать для производства теплоизоляционного арболита и более эффективно ее реализовать.

Литература

1. Щепа технологическая. Технические условия: ГОСТ 15815–83. Введ. 01.01.1985. М.: Изд-во стандартов, 1985. 14 с.
2. Жидкости ГКЖ-10, ГКЖ-11. Технические условия: ТУ 6-02-696–76. Введ. 01.01.1977. М., 1977. 24 с.
3. Наназашвили И. Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции. Л.: Стройиздат, 1990. 416 с.
4. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам: ГОСТ 10180–90. Введ. 01.01.1991. М.: Изд-во стандартов, 1991. 30 с.
5. Арболит и изделия из него. Общие технические условия: ГОСТ 19222–84. Введ. 01.01.1985. М.: Изд-во стандартов, 1985. 24 с.

Поступила 26.02.2014