

ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ЛЕСНОГО ДЕЛА

УДК 69.07

РАЗРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ (СТЕНОВЫХ БЛОКОВ) НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

Е. М. Царев, Рен. Х. Гайнуллин, П. Е. Царев, Риш. Х. Гайнуллин

Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: CarevEM@volgatech.net

Описан процесс создания строительного материала с улучшенными свойствами, повышающими эффективность в строительстве за счёт использования дешёвых отходов от деятельности деревоперерабатывающих производств.

Ключевые слова: теплоэффективность; водопоглощение; стеновой строительный блок; древесные отходы.

Введение. На сегодняшний день рынок строительных материалов широко представлен большим количеством стеновых мелкоштучных изделий из бетона, в том числе пескоцементными вибропрессованными блоками, которые подразделяются на пустотелые блоки, имеющие сквозные и несквозные пустоты разнообразной формы, а также полнотелые блоки, в которых отсутствуют какие-либо пустоты.

В практике блоки нашли широкое применение в строительстве стен зданий, в возведении стен подвалов, фундаментов, а также уличных ограждений. Правильный выбор стенового материала, несомненно, гарантирует долговечность постройки, но для того чтобы сделать этот выбор, необходимо учитывать основные технические показатели стеновых блоков в зависимости от их применения. Полнотелые строительные блоки имеют высо-

кую прочность. Но при этом обладают низкой теплоэффективностью, пустотелые же блоки не разрушаются от замораживания по причине отсутствия разрушающего фактора (имеется в виду водопоглощение материалами воды с последующим многократным замораживанием), обусловленного водопоглощением менее 5 % наружной части материала блока [1,2].

Использование стеновых блоков за счёт их больших размеров и безупречной геометрии позволяет вести кладку быстрыми темпами, что в свою очередь сказывается на стоимости работ и сроках строительства.

Покупая изделие из бетона, потребитель зачастую обращает внимание на его стоимость, стараясь при этом сэкономить на строительстве дома, при этом никто не обращает внимание на самое главное – на технические показатели изделия.

© Царев Е. М., Гайнуллин Рен. Х., Царев П. Е., Гайнуллин Риш. Х., 2015.

Для цитирования: Царев Е. М., Гайнуллин Рен. Х., Царев П. Е., Гайнуллин Риш. Х. Разработка изделий (стеновых блоков) на основе отходов деревоперерабатывающих производств // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2015. – № 4 (28). – С. 50-56.

У пустотелых блоков толщина вертикальных наружных или внутренних перегородок должна быть не менее 20 мм. В пустотелых несквозных блоках добавляется ещё и перегородка в горизонтальной плоскости.

Вибропрессованные блоки, имеющие прочность на сжатие от 100 до 300 кг·см⁻², относятся к категории тяжёлых бетонов, от 25 до 100 кг·см⁻² – лёгких бетонов.

Морозостойкость обозначается показателем F и колеблется в пределах от F15 до F200, обозначая при этом их способность к сохранению прочностных характеристик при попеременном воздействии на них процессов замораживания и оттаивания в полностью насыщенном водой состоянии (СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»).

В целях экономии денег при покупке стеновых блоков стоит делать выбор исходя из применения бетонных блоков в каждом конкретном случае. Применение промышленных отходов в производстве строительных материалов снижает стоимость таких изделий [3–5].

Целью настоящих исследований является разработка конструкции стенового блока, в котором сокращается доля дорогостоящих материалов за счёт использования местных древесных отходов от деятельности деревоперерабатывающих производств.

Объекты и методы. Объектом в данной работе является конструкция стенового несквозного блока с «пустотелой коробкой» и фактурой из обычного бетона. Элементы пустотелой коробки и сама коробка представлены на рис. 1.



а

б

Рис. 1. Общий вид сборной коробки: а – элементы сборной коробки (деревянный стержень); б – деревянная коробка в сборе



Рис. 2. Общий вид стеновых блоков

Стеновой блок с «пустотелой коробкой» представляет собой куб с сквозными внутренними пустотами, торцевые стыковочные поверхности имеют на соответствующих сторонах боковые лицевые поверхности гладкие, верхняя поверхность блока – сплошная без пустот. На рис. 2 представлены стеновые блоки с «пустотелой коробкой» и монолитный. Основным сырьём для производства предлагаемых стеновых блоков являются:

- портландцемент (М 400);
- песок (фр. 2,2–2,5 мм);
- ускоритель твердения УП -2;
- вода;
- древесные материалы.

С учётом последних требований СНиП 23-01-99 «Строительная климатология», СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты здания» стеновые блоки имеют трёхслойную конструкцию:

- несущий слой – древесина плотностью 450–650 кг·м⁻³;

- внутренний слой – древесные опилки с насыпной плотностью 220–420 кг·м⁻³;
- фактурный (защитно-декоративный) слой из обычного бетона класса В10–В12,5 плотностью 1500–1700 кг·м⁻³.

Для изготовления блоков (внутренний слой) могут также применяться самые разнообразные местные сыпучие материалы, в частности отходы деревообрабатывающих производств, причём при использовании местного сырья себестоимость теплоэффективного блока значительно сокращается, причём без снижения его потребительских качеств.

Внутренний и несущий слои в разработанной конструкции связаны между собой арматурными деревянными стержнями: данные изделия обладают достаточной прочностью, малым водопоглощением, хорошими показателями по звукоизоляции и морозостойкости. В ходе исследований проводилось сравнение технических характеристик полнотелого и пустотелого изделий, которое представлено на рис. 3 и в табл. 1.



Рис. 3. Испытание сравниваемых образцов на прочность: а – гидравлический пресс; б – полнотелый блок; в – сквозной блок с «пустотелой коробкой»

Таблица 1

Сравнение технических характеристик изделий

Наименование показателя	Вид строительного блока	
	Полнотелый	Пустотелый
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм	100x100x100	100x100x100
Вес изделия, кг	6,3	4,6
Пустотность, %	0	35
Марка морозостойкости	F50	F40
Индекс изоляции воздушного шума, Дб	47	53
Водопоглощение по массе, %	10	5
Критическое усилие разрушения, кг	8300	4040

Дальнейшим этапом исследований в области производства строительных материалов является разработка теплоизоляционных материалов (древесного заполнителя для бетонов) и изделий (стеновых блоков) на основе отходов деревоперерабатывающих производств (горбыля, опилок, стружки, дроблёнки, торцовки, коры).

Представляет значительный интерес низкотемпературная технология получения теплоизоляционных материалов из минерального сырья – трепела, широко распространённого на территории Чувашской Республики.

Немаловажным фактором в производстве домостроительных стеновых блоков является параметр «сопротивление теплопередачи». Для расчёта предложенного стенового элемента необходимо определить сопротивление теплопередаче исходя из требований санитарных норм и энергосбережения. Согласно СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», необходимо определить градус-сутки отопительного периода:

$$D_d = (t_{int} - t_{от}) \cdot z_{от},$$

где t_{int} – средняя температура помещения ($20 \text{ }^\circ\text{C}$); $t_{от}$ – средняя температура воздуха, периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8 \text{ }^\circ\text{C}$ (-5,1); $z_{от}$ – продолжительность отопительного сезона (220 сут.).

Методом интерполяции определяется нормативное необходимое значение сопротивления теплопередачи для определённого района строительства. Для г. Йошкар-Олы норматив составляет $3,3327 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{Вт}^{-1}$.

Для расчёта необходимо определить основные теплотехнические свойства, входящие в состав изделия, представленные в табл. 2.

Фактическое значение сопротивления теплопередачи можно определить по следующей формуле (СНиП 23-02-2003 г. «Тепловая защита зданий»):

$$R_{тр}^{\phi} = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{ext}}.$$

Подставляя значения, определим фактическое сопротивление теплопередачи предложенного строительного изделия:

$$R_{тр}^{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,01}{0,18} + \frac{0,07}{0,023} + \frac{0,01}{0,18} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,378 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{Вт}^{-1}.$$

Так как фактическое сопротивление теплопередачи больше требуемого, то можно сделать промежуточный вывод, что данный строительный блок соответствует требованиям СНиП и СП и соответствует кладке из глиняного обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе (ГОСТ 530) плотностью $1800 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$, толщине 2608 мм.

Таблица 2

Теплофизические характеристики материалов

№ слоя	Материал	Толщина слоя δ , мм	Плотность ρ , $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$	Коэффициент теплопроводности λ , $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot ^\circ\text{C}$
1	Бетон класса В10–В12,5	30	1700	0,93
2	Сосна поперёк волокон	10	500	0,18
3	древесные опилки с насыпной плотностью $220\text{--}420 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$	70	400	0,023
4	Сосна поперёк волокон	10	500	0,18
5	Бетон класса В10–В12,5	30	1700	0,93

Кроме того, известно, что звукопоглощение материалов зависит от их физического происхождения и характера пористой структуры. Лучшими звукопоглощающими материалами являются войлок и волокнистая изоляция на основе стеклянного или минерального волокна, опил или рыхлые материалы, худшими – плотные бетоны и каменная кладка [6]. Таким образом, исследования материала на звукопроницаемость в зависимости от породного состава, плотности заполнения, размерных характеристик сыпучих заполнителей станут основной целью для дальнейшей работы.

Выводы. Разработанные материалы и

изделия из местных сырьевых ресурсов могут быть легко реализованы на малых предприятиях. В настоящее время прорабатывается вопрос об их использовании в конструкциях стен в монолитно-каркасном строительстве. Предложенная конструкция стен вполне может заменить широко распространённое многослойное ограждение с вентилируемой фасадной системой, что позволит значительно снизить материалоемкость завозимых в Марий Эл строительных материалов. Перегородочные блоки из бетона с органическим заполнителем из отходов деревообработки могут успешно заменить литые гипсовые плиты.

Список литературы

1. Горин, В.М. Перспективы применения керамзитобетона на современном этапе жилищного строительства / В.М. Горин, С.А. Токарева, А.М. Кривопапов и др. // Строительные материалы. – 2004. – № 12. – С. 22-23.
2. Граник, Ю.Г. Теплоэффективные стены жилых и общественных зданий / Ю.Г. Граник // Энергосбережение. – 2002. – № 6. – С. 56-60.
3. Ашкенази, Е.К. Анизотропия древесины и древесных материалов / Е.К. Ашкенази – М.: Лесная промышленность, 1978. – 224 с.
4. Баженов, Ю.М. Применение промышленных отходов в производстве строительных материалов / Ю.М. Баженов, П.Ф. Шубенкин, Л.И. Дворкин. – М.: Стройиздат, 1986 – 56 с.
5. Ливеров, В.А. Строительные материалы из древесных отходов / В.А. Ливеров. – Алма-Ата: Лесная промышленность, 1960. – 178 с.
6. Пичугин, А.П. Эффективные органоминеральные бетоны с повышенными тепло- и звукоизолирующими свойствами / А.П. Пичугин, А.С. Денисов, В.Ф. Хританков, В.В. Авраменко // Строительные материалы. – 2008. – № 5. – С. 73–75.

Статья поступила в редакцию 23.11.15.

Информация об авторах

ЦАРЕВ Евгений Михайлович – доктор технических наук, профессор кафедры технологии и оборудования лесопромышленных производств, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – технологии, оборудование, конструкции, механика. Автор 176 публикаций.

ГАЙНУЛЛИН Ренат Харисович – кандидат технических наук, доцент кафедры деревообрабатывающих производств, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – малоэтажное деревянное домостроение, станкостроение для деревообрабатывающей промышленности, сушка пиломатериалов, разработка конструкций шпонострогальных станков. Автор 25 публикаций.

ЦАРЕВ Павел Евгеньевич – кандидат технических наук, доцент кафедры деревообрабатывающих производств, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – малоэтажное деревянное домостроение, станкостроение для деревообрабатывающей промышленности, сушка пиломатериалов. Автор 23 публикаций.

ГАЙНУЛЛИН Ришат Харисович – аспирант кафедры деревообрабатывающих производств, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – станкостроение для деревообрабатывающей промышленности, разработка конструкций шпонострогальных станков. Автор 10 публикаций.

UDC 69.07

ELABORATION OF BLOCKS MADE ON THE BASIS OF WASTES OF WOOD PROCESSING FACTORIES

E. M. Tsarev, Ren. Kh. Gainullin, P. E. Tsarev, Rish. Kh. Gainullin

Volga State University of Technology,
3, Lenin sq., Yoshkar-Ola, Russian Federation, 424000
E-mail: CarevEM@volgatech.net

Key words: *thermal efficiency; absorption of water; building block; wood wastes.*

ABSTRACT

Introduction. Today when construction of any building, the problem of choice of walling material by such characteristics as durability, thermal efficiency, and cost arises. In most cases, walling material is a vibro-pressed block, hollow or solid. The blocks can have through and non-through pin-holes. **The goal** of the research is to elaborate a wall element construction containing less share of expensive materials due to the use of local wood wastes remaining after wood processing factories activity. **The object** is a construction of wall non-through block of hollow type (texture - ordinary concrete filled with wood wastes). **Result.** A building block of hollow type is a cube with non-through internal holes, front connecting surfaces have smooth facial area, upper part of block is solid and has no holes. Inner and base layers in the elaborated construction are interconnected by means of steel framework wooden rods. A comparative analysis of technical characteristics of the elaborated construction with solid blocks showed compliance with the construction rules and regulations by weight, void ratio, frost hardiness, index of isolation of airborne noise, water absorption by mass, critical force of destruction. The carried out comparative analysis of thermal and physical characteristic of the block (layer width, material density, heat conductivity) showed its advantage over the existing wall blocks. **Practical importance.** The elaborated construction of the block corresponds to construction rules and regulations, and corresponds to clay brick masonry with the usage of sand-concrete solution. Use of wood wastes for the block makes the production of blocks cheaper.

REFERENCES

1. Gorin V.M., Tokareva S.A., Krivopalov A.M., et al. Perspektivy primeneniya keramzitobetona na sovremennom etape zhilishchnogo stroitelstva [Perspectives for Haydite Concrete Use at the Modern Stage of Housebuilding]. *Stroitelnye materialy* [Construction Materials]. 2004. № 12. Pp. 22-23.
2. Granik Yu.G. Teploeffektivnye steny zhilykh i obshchestvennykh zdaniy [Thermal Efficient Walls of Residential and Public Buildings]. *Energosberezhenie* [Energy Saving]. 2002. № 6. Pp. 56-60.
3. Ashkenazi E.K. Anizotropiya drevesiny i drevesnykh materialov [Anisotropy of Timber and Wooden Material]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1978. 224 p.
4. Bazhenov Yu.M., Shubenkin P.F., Dvorkin L.I. *Primenenie promyshlennykh otkhodov v proizvodstve stroitelnykh materialov* [Use of Industrial Wastes in Construction Materials Production]. Moscow: Stroyizdat, 1986. 56 p.
5. Liverov V.A. *Stroitelnye materialy iz drevesnykh otkhodov* [Construction Materials of Wood Wastes]. Alma-Ata: Lesnaya promyshlennost, 1960. 178 p.
6. Pichugin A.P., Denisov A.S., Khritankov V.F., Avramenko V.V. Effektivnye organomineralnye betony s povyshennymi teplo- i zvukoizoliruyushchimi svoystvami [Effective Organo-Mineral Concretes with the Improved Heat-Insulating and Sound-Insulation Values]. *Stroitelnye materialy* [Construction Materials]. 2008. № 5. Pp. 73-75.

The article was received 23.11.15.

Citation for an article: Tsarev E. M., Gainullin Ren. Kh., Tsarev P. E., Gainullin Rish. Kh. Elaboration of blocks made on the basis of wastes of wood processing factories. Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management. 2015. No 4 (28). Pp. 50-56.

Information about the authors

TSAREV Evgeny Mikhailovich – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Chair of Technology and Equipment for Timber Industries, Volga State University of Technology. Research interests – technologies, equipment, structures, mechanics. The author of 176 publications.

GAINULLIN Renat Kharisovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Chair of Woodworking Industry, Volga State University of Technology. Research interests – low-rise wooden building construction, machine tool building for woodworking industry, converted timber drying, elaboration of the design of slicing machines. The author of 25 publications.

TSAREV Pavel Evgenyevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Chair of Woodworking Industry, Volga State University of Technology. Research interests – low-rise wooden building construction, machine tool building for woodworking industry, converted timber drying. The author of 23 publications.

GAINULLIN Rishat Kharisovich – Postgraduate student at the Chair of Woodworking Industry, Volga State University of Technology. Research interests – tool building for woodworking industry, elaboration of the design of slicing machines. The author of 10 publications.