

ПЕНОБЕТОН С ПОРИСТЫМИ ЗАПОЛНИТЕЛЯМИ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКЕ

Галузо Г.С., Мордич М.М., Галузо О.Г., Романов Д.В.

Введение. Ячеистые бетоны, разновидностью которых является пенобетон, отвечающие современным требованиям по физико-механическим теплозащитным показателям, широко используются в современном строительстве. Технические и эксплуатационные характеристики изделий из ячеистых бетонов позволили им стать одним из основных стеновых материалов Республики Беларусь. Из этого материала возможно получать однослойные наружные стены с требуемым термическим сопротивлением. Низкая средняя плотность и высокие теплозащитные свойства ячеистого бетона позволяют снизить массу стен в 3 раза по сравнению со стенами из кирпича и в 1,7 раза в сопоставлении с легкими бетонами на искусственных пористых заполнителях [1].

В последние годы в строительной практике возрастает интерес к пенобетону безавтоклавного твердения, объемы производства и применения которого увеличиваются. Это объясняется появлением новых эффективных пенообразователей, относительно несложной энергосберегающей технологией, исключающей автоклавную обработку изделий, достаточно хорошими физико-техническими свойствами материала, а также разработкой и производством оборудования для изготовления пенобетона [2]. Мобильные установки позволяют достаточно быстро получать пенобетон как в заводских условиях для изготовления стеновых блоков, теплоизоляционных и перегородочных плит, так и в построечных условиях использовать пенобетон в монолитном строительстве при устройстве оснований под полы, звукоизоляции перекрытий, утепления кровель по профнастилу [3].

Технология получения пенобетона с пористыми заполнителями и его физико-механические свойства. Технология производства пенобетона является энергосберегающей и существенно отличается от технологии производства ячеистых бетонов автоклавного твердения. Она достаточно проста и не требует дорогостоящего технологического оборудования [4]. Физико-технические характеристики пенобетона зависят от сырьевых компонентов и оптимального отношения между ними, наличия в ячеистобетонной смеси волокнистых добавок, комплексного использования пластифицирующих и ускоряющих твердение добавок, оптимизации технологических параметров приготовления ячеистобетонных смесей и температурных режимов твердения бетона [5]. Однако пенобетон имеет и значительные недостатки, такие как большие усадочные деформации при твердении и высыхании, а также достаточно большой расход цемента. Для улучшения физико-механических свойств пенобетона и уменьшения усадочных деформаций в пенобетонную смесь вводят щелочестойкие полипропиленовые, базальтовые и другие виды волокна [6]. Применение синтетических щелочестойких волокон лавсана или нитрона в качестве армирующего материала (фибры) позволило уменьшить усадочные деформации в 1,5–2,3 раза по сравнению с контрольными образцами [7]. Существенное уменьшение усадочных деформаций, снижение расхода цемента и улучшение теплофизических свойств пенобетона достигается за счет введения в пенобетонную смесь легких пористых заполнителей [8]. Это позволяет повысить прочность и деформативные характеристики, снизить расход вяжущего, повысить морозостойкость, уменьшить водопоглощение и усадочные деформации, уменьшить В/Т в смеси [9].

В научно-исследовательской и испытательной лаборатории «Бетоны и строительные материалы» Белорусского национального технического университета проводится работа по разработке технологий получения эффективных конструкционно-теплоизоляционных пенобетонов с использованием легкого пористого заполнителя – керамзита, выпускаемого Новолукомльским заводом керамзитового гравия. Такой бетон предполагается использовать в монолитном строительстве в несъемной опалубке из керамзитцементных плоских листов [10]. Проводится такая работа по технологии изготовления и исследованию физико-технических свойств особо легкого теплоизоляционного полистиролфибропенобетона для монолитного заполнения несъемной опалубки или плитного утеплителя для малоэтажного строительства домов с каркасом из древесины.

В исследованиях использовали портландцемент марки 500 Д20 производства завода «Кричевцементношифер» с нормальной густотой 26%, сроками схватывания – начало 45 мин, конец 10 часов; пенообразователь ПБ 2000 (производство «Ивхимпром» г. Иваново); 4-% водный раствор, обеспечивающий кратность пены 10–14 при температуре пенообразователя 10–15°C и водородном показателе pH – 7–10, коэффициент использования – 0,85 (устойчивость к цементному тесту); пластификатор С-3 производства Владимирского завода ЖБИ, РФ; керамзитовый гравий размером 8-20 мм насыпной плотностью 380 кг/м³ и керамзитовый песок насыпной плотностью 580 кг/м³ Новолукомльского завода керамзитового гравия. Для получения особо легкого теплоизоляционного материала на основе пенобетона использовали в качестве фибры волокна синтетические, армирующие – короткие неиспользуемые отходы после острига искусственного меха (КНОПС), состоящие из волокон нитрона и лавсана. Для получения особо легкого пенобетона с пористым заполнителем использовали гранулы дробленого пенополистирольного пенопласта фракции 5...10 мм, насыпной плотностью 12 кг/м³

Изготовление образцов из пенобетона с пористыми заполнителями – керамзитом и фиброй проводили с использованием основных положений технологии получения пенобетона в две стадии. Отдельно готовили раствор минерального вяжущего с водоцементным отношением 0,3 и готовили пену в пеногенераторе. Смешивали цементный раствор с пеной и перемешивали в мешалке до однородного состояния. Затем в пенобетонную смесь вводили предварительно увлажненный заполнитель, перемешивая бетонную смесь в течение 1 мин, после чего заполняли формы. Через 3 ч выдержки образцы помещали в камеру для тепловлажностной обработки. Тепловую обработку проводили по режиму: 3 часа – подъем температуры до 65°C для керамзитобетона и 50°C – для полистиролпенофибробетона, прогрев при этой температуре 8 часов, снижение – в течение 3 часов. До испытания в возрасте 14 суток образцы хранили в нормальных температурно-влажностных условиях.

Испытания по определению средней плотности, прочности на сжатие, водопоглощение и водостойкость проводили на образцах-кубах с ребром 100 мм. Прочность при изгибе определяли на образцах-балочках размерами 40×40×160 мм, прочность на сжатие полистиролпенофибробетона определяли при 10% деформации согласно [11], а прочность пенобетона и керамзитопенобетона согласно [12].

В табл. 1 приведены экспериментальные данные по средней плотности, прочности при сжатии, водопоглощению испытанного керамзитопенобетона, полистиролпенофибробетона и для сравнения пенобетона и фибропенобетона.

Таблица 1 — Физико-технические свойства пенобетона с пористыми заполнителями

Вид бетона	Расход материалов на 1 м ³ бетона			Средняя плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа	Водопоглощение	
	це-мента	керамзитового гравия	керамзитового песка			по массе	по объему
1	2	3	4	5	6	7	8
Пенобетон	225	-	-	250	0,07	116	29,2
То же	360	-	-	430	1,91	39	16,7
Фибробетон	187	-	-	205	0,08	203	40,6
То же	334	-	-	400	1,43	62	24,8
Керамзитопенобетон	108	0,95	-	425	1,45	28,3	12,1
То же	438	-	0,5	895	3,92	19,2	17,1
То же	408	-	0,6	926	5,13	20,1	18,5
То же	379	-	0,7	986	7,01	22,9	22,5
Полистиролпено-фибробетон	120	-	-	146	0,11	136,5	19,1
То же	136	-	-	171	0,13	133,9	21,5

Из анализа полученных данных следует, что при введении в пенобетонную смесь керамзитового гравия фракции 8...20 мм в объеме 0,95 м³ предел прочности при сжатии керамзитопенобетона увеличилась на 19,8% при снижении расхода цемента на 1 м³ бетона в 3,3 раза при сопоставимых показателях по средней плотности. Водопоглощение за 48 часов насыщения керамзитопенобетона меньше на 27,1% по массе, чем для пенобетона сопоставимой средней плотности. При изготовлении керамзитопенобетона, в котором в качестве заполнителя использовали только керамзитовый песок, средняя прочность и прочность при сжатии соответственно возросли. Возрос расход цемента, а также керамзитового песка. При изменении средней плотности на 10,2% прочность на сжатие керамзитопенобетона возросла в 1,78 раза.

При увеличении расхода керамзитового песка с 0,5 до 0,7 м³ на 1 м³ бетона получена достаточно высокая прочность на сжатие, снижение расхода цемента с увеличением расхода керамзитового песка и повышение прочности до 7 МПа. Аналогичные данные о том, что с увеличением относительно прочных заполнителей в пенобетонную смесь увеличивается прочность полученного бетона и тем в большей степени, чем больше расход пористого заполнителя, приведены [9].

Характерно изменение прочности при сжатии и водопоглощения по объему для пенобетона средней плотности 250-430 кг/м³ и фибропенобетона средней плотности 205-400 кг/м³. При увеличении средней плотности для пенобетона и фибропенобетона соответственно 1,72 и 1,95 раза прочность на сжатие возросла — в 17,3 и 17,8 раза, а водопоглощение по объему уменьшилось в 1,74 и 1,63 раза. Для пенобетона и фибропенобетона увеличение расхода цемента для сопоставляемых средних плотностей составляет соответственно 60 и 78%.

При введении в пенобетонную смесь зерен фракции 5...10 мм полистирольного пенопласта, полученных путем дробления отходов пенополистирольных изделий, и армирующих волокон (фибры) получили нерасплаиваемую полистиролфибробетонную смесь. Полистиролфибробетон имеет равномерную структуру средней плотностью 146-171 кг/м³, прочностью на сжатие 0,10-0,15 МПа, что превышает по прочности на изгиб в среднем в 2,3 раза для полистиролбетона сопоставимой средней плотности. Коэффициент теплопроводности такого эффективного теплоизоляционного материала соответствует

0,055 Вт/(м °С). Расход цемента на 1 м³ полистиролфибропенобетона марки по средней плотности 150 незначительный. Водопоглощение по объему за 48 часов – 19,1–21,5 %, что свидетельствует о наличии большого количества закрытых пор в материале. После 7 сутокного насыщения в воде водопоглощение полистиролфибропенобетона достигло 22,3%. Но через 48 часов после нахождения на воздухе при температуре окружающей среды (20±5)°С и относительной влажности воздуха (55±5)% остаточное количество воды в материале составило 2,35% по объему, что свидетельствует о хорошей влагоотдаче этого материала. Особо легкий полистиролфибропенобетон рационально использовать для устройства монолитной теплоизоляции по профнастилу, который играет роль несъемной опалубки, а также в малоэтажном строительстве в несъемной опалубке из плоских керамзитцементных листов.

Заключение. Проведенные исследования показали возможность получения особо легкого полистиролфибропенобетона при незначительном расходе цемента, обладающего высокой прочностью при изгибе и низкой теплопроводностью, что позволяет считать его эффективным теплоизоляционным материалом.

Использования керамзитового гравия и керамзитового песка в качестве легкого заполнителя при изготовлении керамзитопенобетона позволяют снизить расход вяжущего и уменьшить водопоглощение и усадочные деформации бетона, снизить начальную влажность в материале с доведением ее до 25%, против 60...70% при возведении ограждающих конструкций из монолитного пенобетона, что обеспечивает эффективность и целесообразность применения керамзитопенобетона в монолитном строительстве в несъемной опалубке.

Список цитируемых источников

1. Производство ячеистобетонных изделий. Теория и практика / Н.Г. Сажнев [и др.] – Минск: НПО «Стринко», 2004 – 381 с.
2. Рублевская, М.Г. Эффективный пенобетон и новое оборудование для его производства / М.Г. Рублевская. – Минск: Строительные материалы. 2001. – № 6. – С. 20–21
3. Бурангулов, Р.И. Технология получения и применения особо легких и легких полистиролпенобетонных / Р.И. Бурангулов, Т.В. Тэнсбауль, Д.М. Хабиров – Минск: Строительные материалы, 2003. – № 12 – С. 16–17.
4. Ухова, Т.А. Опыт производства и применения неавтоклавного поробетона / Т.А. Ухова // Промышленное и гражданское строительство – 2005 – № 9 – С. 29–30.
5. Ухова, Т.А. Новое поколение ячеистых бетонов и изделий из них / Т.А. Ухова // Строительный рынок – 2006 – № 21, 22 – С. 20–23.
6. Повидайко, В.Г. Неавтоклавный пенобетон. Повышение морозостойкости и стеновые блоки на его основе / В.Г. Повидайко, Г.С. Галузо // Наука-образованию, производству, экономике: материалы междунар науч. – технич. конф. – Минск, 2006 – Ч. 1. – С. 433–435.
7. Мордич, М.М. Совершенствование технологии производства фибробетона / М.М. Мордич, Г.С. Галузо // Наука-образованию, производству, экономике: материалы междунар науч.-технич. конф. – Минск: БНТУ, 2008 – Т. 2. – С. 59.
8. Баранов, А.Т. Пенобетон и пеносиликат / А.Т. Баранов. – М.: Стройиздат, 1956
9. Киселев, Д.П. Поризованные легкие бетоны / Д.П. Киселев, А.А. Кудрявцев – М.: Стройиздат, 1966. – 81 с
10. Лычач, И. Новые материалы и технологии для строительства зданий из легких энергоэффективных конструкций / И. Лычач, М.М. Мордич // Архитектура и строительство – 2009 – № 3 – С. 49–52.
11. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний: ГОСТ 17177-94 – Введ. 01.01.1996 – Минск. Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации и техническому нормированию в строительстве, 1996. – 62 с.
12. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам: ГОСТ 10180-90 – Введ. 01.01.1991. – Москва Государственный строительный комитет СССР, 1991. – 45 с