

УДК 691.32

UDC 691.32

**МОДИФИКАЦИЯ ОПИЛКОБЕТОНА ДЛЯ
УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ**

**SAWDUST-CONCRETE MODIFICATION TO
IMPROVE THE PHYSICAL AND
MECHANICAL PROPERTIES**

Даваасенгэ Сардана Сурэновна
м.н.с.

Davaasenge Sardana Surenovna
j.r.

Буренина Ольга Николаевна
к.т.н., в.н.с.

Burenina Olga Nikolaevna
Cand.Tech.Sci., s.r.

Петухова Евгения Спартаковна
к.т.н., с.н.с.
*Институт проблем нефти и газа СО РАН,
Якутск, Россия*

Petukhova Evgeniya Spartakovna
Cand.Tech.Sci., s.r.
*Institute of Oil and Gas problems of SBRAS,
Yakutsk, Russia*

В статье представлены экспериментальные данные по исследованию влияния модифицирующей комплексной добавки «ПФМ-НЛК» на основные физико-механические свойства модифицированных опилкобетонов для применения в регионах с холодными климатическими условиями

The article presents experimental data on the effect of "PFM-NLC" modifying complex additive on basic physical and mechanical properties of modified sawdust concrete for use in areas with cold climates

Ключевые слова: ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННО-КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ОПИЛКОБЕТОН, КОМПЛЕКСНЫЙ МОДИФИКАТОР, УПЛОТНЯЮЩАЯ НАГРУЗКА, ПРОЧНОСТЬ ПРИ СЖАТИИ МАТЕРИАЛОВ, ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

Keywords: THERMAL INSULATION OF STRUCTURAL MATERIALS, MODIFIED SAWDUST-CONCRETE, COMPLEX MODIFIER, SEALING LOAD, COMPRESSIVE STRENGTH OF MATERIALS, TRANSCALENCY

Одним из перспективных направлений строительства является внедрение новых технологий производства энергосберегающих строительных материалов. Особенно актуально это направление для регионов с холодными климатическими условиями, где период с отрицательными температурами длится более полугода.

Для получения теплоизоляционно-конструкционных материалов на основе бетонных смесей используют различные виды органических, минеральных и полимерных заполнителей. Как правило, введение теплоизолирующих заполнителей приводит к снижению прочностных

характеристик строительного материала. Однако комплексное использование заполнителей и модифицирующих добавок различной природы позволяет получить стеновые строительные материалы с повышенными теплозащитными свойствами с сохранением или улучшением прочностных характеристик [1].

В настоящее время наибольшее распространение в качестве теплоизоляционно-конструкционных материалов получили опилкобетонные блоки, характеризующиеся высокими теплозащитными, звукоизоляционными показателями, сравнительно низкой себестоимостью и достаточно простой технологией изготовления. Так, показатели теплосопротивления опилкобетонов превосходят большинство традиционных строительных материалов и лишь незначительно уступают поризованным бетонам [2], [3].

Цель работы

Разработка опилкобетонов повышенной прочности со значительным снижением теплопроводности.

В качестве вяжущего использовался портландцемент ПЦ М400 – Д20 производства ОАО ПО «Якутцемент», который обладает 26,5 МПа (кгс-кв.см) активностью при пропаривании (средняя за месяц), 2 группой эффективности при пропаривании, 27 % плотностью цементного теста.

Основные физико-механические характеристики использованного цемента приведены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-механические свойства портландцемента ПЦ 400

№ п/п	Наименование показателя	Величина
1	Водоцементное отношение	0,4
2.	Тонкость помола, проход сквозь сито %	83 (13)
3.	Нормальная плотность цементного теста, %	26,0
4.	Сроки схватывания: - начало: час-мин - конец: час-мин	3-50 5-20
5.	Определение прочности цемента в возрасте 28 суток, МПа: - при изгибе - при сжатии	7,3 46,5

В качестве заполнителя использовался речной песок из поймы реки Лена, по гранулометрическому составу в соответствии с ГОСТ 8736-93 относящийся ко II классу, к категории - очень мелкий:

- модуль крупности песка $M_{кр} = 1,29$;
- содержание зерен крупностью: свыше 5 мм – нет;
- содержание зерен менее 0,16 мм. - 8,7 %;
- содержание пылевидных и глинистых частиц – 0,84 %.

зерновой состав мелкого заполнителя представлен в табл. 2

Таблица 2

Зерновой состав речного песка

Наименование остатка	Остатки, % по массе, на ситах						Проход через сито с сеткой № 0,63, масс.%
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
Частный, a_i	-	0,3	2,8	7,4	12,1	69,7	8,7
Полный, A_i	-	0,3	3,1	10,5	22,6	92,6	-

В качестве модификатора использовался суперпластификатор «ПФМ-НЛК», который представляет собой смесь натриевых солей полиметиленафталинсульфоокислот различной молекулярной массы с добавлением воздухововлекающего и гидрофобизирующего компонента. По потребительским свойствам «ПФМ-НЛК» соответствует требованиям ГОСТ – 24211 для пластифицирующих, водоредуцирующих (суперпластификатор и супреводоредуцирующая добавка) и повышающих морозостойкость добавок, а также для добавок, увеличивающих воздухосодержание.

Добавка «ПФМ-НЛК» предназначена для использования в тяжелых бетонах с целью получения бетона высокой морозостойкости из подвижных или литых смесей.

Целесообразность применения добавки «ПФМ-НЛК» определяется достижением различных технологических показателей эффективности при производстве товарного бетона, бетонных и железобетонных изделий и конструкций, возведении сооружений, а также показателей экономической эффективности при их изготовлении и эксплуатации. Добавка «ПФМ-НЛК» выпускается в форме порошка коричневого цвета или водного раствора темно-коричневого цвета, показатели качества которых должны соответствовать требованиям ТУ 5745-022-58042865-2007.

Для проведения предварительных исследований по влиянию содержания комплексной добавки «ПФМ-НЛК» на физико-механические свойства мелкозернистых бетонов были изготовлены стандартные образцы мелкозернистого бетона с различным содержанием комплексной добавки «ПФМ-НЛК» – 0,2, 0,3, 0,4, 0,7, 1,0 мас.% от массы цемента.

Исследовались прочность при сжатии, водопоглощение и морозостойкость образцов.

Показатели прочности при сжатии представлены в табл. 3 и на рис. 1.

Таблица 3

Зависимость прочности при сжатии бетонных образцов от содержания «ПФМ-НЛК»

Показатель	Состав, масс.%					
	в/ц=0,4	в/ц=0,4 «ПФМ-НЛК» 0,2 (от веса цемента)	в/ц=0,39 «ПФМ-НЛК» 0,3 (от веса цемента)	в/ц=0,38 «ПФМ-НЛК» 0,4 (от веса цемента)	в/ц=0,37 «ПФМ-НЛК» 0,7 (от веса цемента)	в/ц=0,37 «ПФМ-НЛК» 1 (от веса цемента)
Прочность при сжатии, МПа	23,5	18,6	23,1	25,5	19,8	19,0

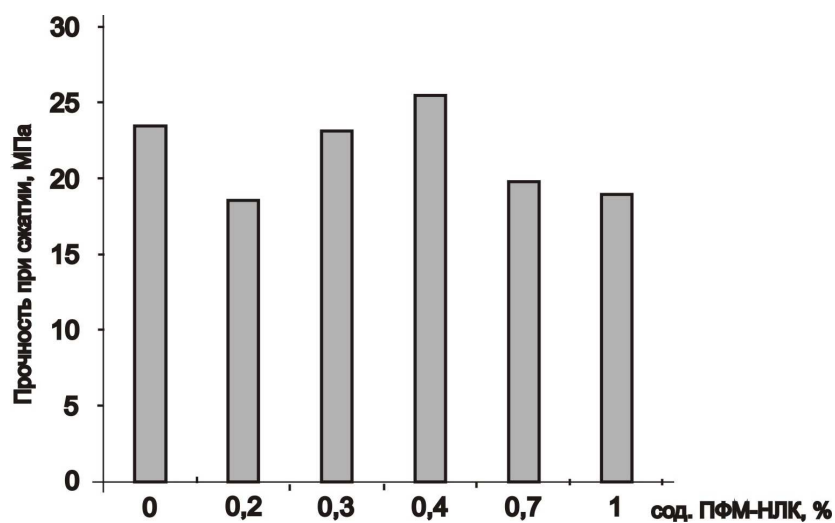


Рис. 1. Зависимость прочности при сжатии бетонных образцов от содержания «ПФМ-НЛК»

Анализ полученных результатов позволил выбрать оптимальный состав с содержанием комплексной добавки «ПФМ-НЛК» в количестве

0,4 масс.% от веса цемента, обладающий максимальным значением прочности при сжатии, равным 25,5 МПа.

Исследование влияния содержания «ПФМ-НЛК» на водопоглощение образцов показало, что водопоглощение образцов всех составов снижается по сравнению с исходными образцами, при этом остаточная прочность после водопоглощения увеличивается до 34 % (табл. 4).

Таблица 4

Влияние количества «ПФМ-НЛК» на водопоглощение и остаточную прочность образцов

Показатель	Содержание «ПФМ-НЛК», масс. %					
	0	0,2	0,3	0,4	0,7	1
W, %	4,83	4,52	4,49	4,51	4,72	4,66
Ост.прочность при сжатии, МПа	26,2	27,6	24,5	27,8	28,2	23,2

Морозостойкость образцов всех составов определяли согласно ГОСТ 10060-95 по ускоренному методу № 3. Все образцы выдержали 8 циклов попеременного замораживания – оттаивания без видимых признаков повреждения, что соответствует марке по морозостойкости F300. Остаточная прочность при сжатии образцов представлена в табл. 5.

Таблица 5

Остаточная прочность после испытания на морозостойкость

показатель	содержание «ПФМ-НЛК», мас. %					
	0	0,2	0,3	0,4	0,7	1,0
Ост.пр. при сжатии, МПа	24,0	31,9	29,0	29,5	30,3	24,2

Показатели остаточной прочности при сжатии после испытания на морозостойкость у образцов с «ПФМ-НЛК» выше, в среднем, на 20 % по сравнению с исходными образцами. Остаточная прочность при сжатии образцов с «ПФМ-НЛК» соизмерима для всех составов.

Таким образом, выбран оптимальный состав с содержанием 0,4 мас.% (от массы цемента) комплексной добавки «ПФМ-НЛК», обладающий лучшим показателем по прочности при сжатии 25,5 МПа и высокими значениями остаточной прочности при сжатии после испытаний на водопоглощение и морозостойкость.

Полученные выше результаты явились основой для разработки составов опилкобетона с улучшенными показателями теплопроводности. В разработанный оптимальный композиционный состав было дополнительно введено 3, 4, 5 мас.% опилок. Схема изготовления образцов представлена на рис. 2.

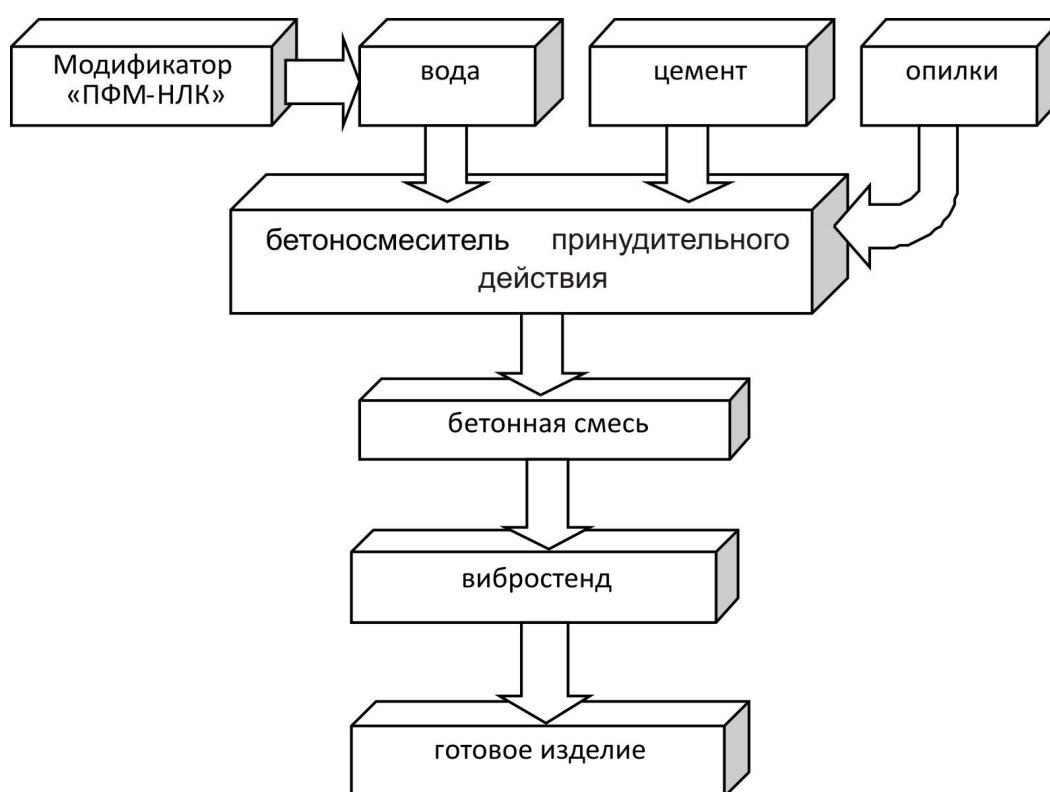


Рис. 2. Технологическая схема изготовления образцов модифицированного опилкобетона

Исследовались плотность, прочность при сжатии образцов, влагопоглощение, морозостойкость и теплопроводность. Полученные результаты представлены в табл. 6.

Таблица 6

Физико-механические показатели образцов опилкобетонов

Показатель	Состав, масс.%					
	Содержание ПФМ-НЛК 0			Содержание ПФМ-НЛК 0,4 (от веса цемента)		
	Опилки 5 Песок 25 в/ц 0,85	Опилки 4 Песок 26 в/ц 0,80	Опилки 3 Песок 27 в/ц 0,70	Опилки 5 Песок 25 в/ц 0,75	Опилки 4 Песок 26 в/ц 0,70	Опилки 3 Песок 27 в/ц 0,65
Плотность, кг/м ³	1220	1370	1490	1190	1310	1420
Прочность при сжатии, МПа	3,50	4,14	5,20	4,30	5,23	11,40
Теплопроводность, Вт/м К	0,24	0,30	0,25	0,13	0,16	0,15
Водопоглощение, %	28,65	24,13	19,97	33,03	27,75	22,43
Остаточная прочность при сжатии после испытания на влагопоглощение, МПа	2,70	4,30	5,10	2,20	2,70	3,40
Остаточная прочность при сжатии после испытания на морозостойкость, МПа	3,12	3,58	3,51	2,25	3,82	4,72

Установлено, что прочность при сжатии образцов опилкобетонов снижается с введением заполнителя до 6,7 раз, однако и значительно улучшаются теплозащитные свойства – до 2,8 раз. Причем введение в композиционный состав дополнительно «ПФМ-НЛК» в количестве 0,4 масс. % от массы цемента положительно влияет на оба показателя. Так, прочность при сжатии увеличивается до 2 раз при содержании опилок в композите в количестве 3 масс.% и теплопроводность снижается в 1,6 раз.

Влагопоглощение опилкобетонов увеличивается до 6 раз по сравнению с исходными и с добавкой «ПФМ-НЛК» мелкозернистыми бетонами, причем введение суперпластификатора отрицательно сказывается на этом показателе за счет образования дополнительных пор. Остаточная прочность после испытания на влагопоглощение снижается до 30 % для образцов без добавки «ПФМ-НЛК» и до 3 раз для образцов, содержащих суперпластификатор.

Тем не менее, полученные результаты позволили установить возможность использования комплексного модификатора, включающего опилки в количестве 3–5 масс.% и суперпластификатора «ПФМ-НЛК» в количестве 0,4 масс.% от массы цемента для изготовления теплоизоляционных материалов, рекомендуемых для малоэтажного строительства.

Список литературы

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. - М., 1990. - С. 58–61.
2. Цапаев В. А. Нормирование расчетных характеристик опилкобетона. Изв. вузов. Стр-во. – 1998 - № 11-12. - С. 50–54.
3. Цапаев, В. А. Долговечность деревобетонов / В. А. Цапаев // Мех.обработка древесины: Экспресс-информ. Отеч. произв. опыт / ВНИПИЭ Илеспром. М., 1988. - Вып. 8. - С. 30–32.

References

1. Batrakov V. G. Modificirovannye betony. - M., 1990. - S. 58–61

2. Сераев В. А. Normirovanieraschetnyhharakteristikopilkobetona. Izv. vuzov. Str-vo. - 1998. - № 11-12. - S. 50–54
3. Сераев, В. А. Dolgovechnost' derevobetonov / V. A. Сераев // Meh. obrabotkadrevesiny: Jekspress-inform. Otech. proizvod. opyt / VNIPIJelIesprom. M., 1988. - Vyp. 8. - S. 30–32