

УДК 691.327.333

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОБЕТОНОВ С ПОВЫШЕННЫМИ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ**

Айтымбет Мадияр Манапұлы
Аманбек Багдаулет Быхытжанұлы
aitymbet_m@bi.group

Магистранты специальности «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» архитектурно-строительного факультета ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,
Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – Аруова Лязат Боранбаевна

Неавтоклавный пенобетон получает все более широкое применение в жилищном строительстве в качестве ограждающих конструкций. Обладая высоким уровнем теплофизических свойств, надежностью, включая долговечность, простой технологией и невысокими производственными затратами ячеистый бетон неавтоклавного твердения характеризуется высокими деформациями усадки, приводящими к трещинообразованию, снижению прочности и морозостойкости, а также повышению теплопроводности и водопоглощения. Очевидно, что получение пенобетона с повышенными эксплуатационными

свойствами, в т.ч. с низким уровнем деформаций усадки достигается повышением концентрации твердой фазы в единице объема применением химико-минеральной модификации на различных структурных уровнях, а также ускорением сроков схватывания, стабилизирующих структуру, образовавшуюся в процессе приготовления пенобетонной смеси и формования изделий [1].

Целью данной научной работы является разработка составов модифицированного теплоизоляционного неавтоклавного пенобетона с повышенными эксплуатационными свойствами с комплексной добавкой на основе рационального соотношения химических и тонкодисперсных минеральных компонентов.

Для решения поставленных целей на данном этапе исследования необходимо было решить следующие задачи:

- анализ научно-технических литературы, положений разработки модифицированного теплоизоляционного неавтоклавного пенобетона с комплексными добавками на основе рационального соотношения химических и тонкодисперсных минеральных компонентов;
- структуризация собранной информации о теплоизоляционном неавтоклавном пенобетоне с комплексными добавками на основе рационального соотношения химических и тонкодисперсных минеральных компонентов;

Ячеистый бетон, являющийся разновидностью лёгких бетонов, обладает уникальными строительно-техническими свойствами. Особенность его структуры - значительное количество (до 90 %) искусственно создаваемых воздушных полостей (ячеек), заполненных воздухом или газом, обеспечивающих саморегулирование относительной влажности воздуха и высокую комфортность жилых помещений. Поры или ячейки равномерно распределены в объеме, ограничены тонкими и прочными перегородками, образующими несущий каркас материала [2,3,4]. К основным факторам, определяющим качество ячеистого бетона можно отнести способ формирования пор; вид вяжущего вещества; условия твердения.

Исследования и анализ состояния настоящей проблемы позволил вывести нижеследующую гипотезу. Основным недостатком ячеистых бетонов неавтоклавного твердения являются высокие усадочные деформации, формирующие в бетоне поле растягивающих напряжений. Означенное негативное явление приводит к повсеместному трещинообразованию и ухудшает показатели качества пенобетона: прочность, теплопроводность, водопоглощение, морозостойкость, паропроницаемость. Получение пенобетона с повышенными эксплуатационными свойствами возможно путём модифицирования пенобетонной смеси комплексными химическо-минеральными добавками: ускорителями твердения, обладающими расширяющим эффектом и тонкодисперсными минеральными составляющими, обеспечивающими многоуровневую оптимизацию дисперсного состава.

Состав комплексной добавки. На данном этапе исследования теоретически рассматривается применение в составе пенобетонной смеси тонкомолотой извести, активной минеральной добавки, армирующей волокнистой добавки и комплексного модификатора с ускорителем твердения, обеспечивших повышение прочности неавтоклавного пенобетона.

Предполагается, что использование извести с активной минеральной добавкой при перемешивании с модифицированным ускорителем твердения и пенобетонной смесью обеспечивает получение однородной массы, способной к оптимально быстрому схватыванию и темпу роста прочности с тонкими, плотными и прочными перегородками между тонкодисперсными воздушными ячейками.

В ходе анализа патентов последних лет были найдены аналоги по составу сырьевой смеси пенобетона.

Известен пенобетон в состав которого для повышения прочности при растяжении вводится добавка микрокремнезема [7].

Сырьевая смесь по патенту содержит большое количество компонентов, мас. %: портландцемент 44-83,3, микрокремнезем 9-10, природный песок 0-30, комплексный

пастообразный порообразователь 0,7-1,5, волокнистый наполнитель 7-10, вода до В/Т 0,32-0,53.

Недостатками данного технического решения являются:

- недостаточно высокий прирост прочности пенобетона за счет введения микрокремнезема в состав смеси;
- высокое содержание волокнистого наполнителя затрудняет перемешивание и получение однородной поробетонной смеси, в связи с чем требуется турбулентный смеситель с числом оборотов турбины в минуту 800-1000.

| | |
|-------------------------|---------------------|
| Портландцемент | 44-83,3 |
| Микрокремнезем | 9-10 |
| Природный песок | 0-30 |
| КПП | 0,7-1,5 |
| Волокнистый наполнитель | 7-10 |
| Вода | До В/Т 0,32-0,53 |

Таблица 1. Соотношение компонентов смеси, мас %

Наиболее близким аналогом по совокупности признаков к предлагаемому изобретению является пенобетон, который содержит портландцемент, природный песок, пенообразователь и воду [8].

Особенностью является то, что дополнительно содержит комплексную добавку в количестве 18-20% при следующем соотношении компонентов, мас. %:

1. тонкомолотая известь - 5-6;
2. природный диатомит - 9-10;
3. стекловолокно - 4.

Использование тонкомолотой извести позволяет увеличить прочность.

| Наименование | Содержание 3-4% | Предлагаемое содержание 5-6% | Содержание 7-10% |
|----------------|--------------------|---------------------------------|---------------------|
| Прочность, МПа | 4,4-4,6 | 5,0-5,5 | 4,8-4,9 |

Таблица 2. Влияние тонкомолотой извести на прочность

Применение природного диатомита позволяет увеличить пористость и прочность.

| Наименование | Содержание 6-8% | Предлагаемое содержание 9-10% | Содержание 11-14% |
|----------------|--------------------|----------------------------------|----------------------|
| Прочность, МПа | 4,4-4,6 | 5,0-5,5 | 4,8-4,9 |
| Пористость, % | 82-84 | 90-95 | 86-88 |

Таблица 3. Влияние природного диатомита на прочность и пористость

Использование стекловолокна повышает предел прочности.

| Наименование | Содержание 2-3% | Предлагаемое содержание 4% | Содержание 5-7% |
|----------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|
| Прочность, МПа | 4,3-4,8 | 5,2-5,8 | 4,9-5,1 |

Таблица 4. Влияние стекловолокна на прочность

Итоговая сырьевая смесь для приготовления пенобетона, содержащая портландцемент, природный песок, пенообразователь и воду, отличающаяся тем, что содержит комплексную добавку при следующем соотношении компонентов:

| | |
|----------------------|-------------|
| портландцемент | 28,9-39 |
| природный песок | 41-45 |
| вода | 0,53-0,59 |
| пенообразователь | 0,013-0,015 |
| тонкомолотая известь | 5-6 |
| природный диатомит | 9-10 |
| стекловолокно | 4 |

Таблица 5. Соотношение компонентов смеси, мас %

Выводы. В ходе проведенных работ на текущем этапе исследования наблюдается продвижение в составлении и последующем расширении теоретической базы научной работы. Были проанализированы основные достижения в области разработок бетонов, в том числе ячеистых. Расширилось понимание о влиянии тех или иных составляющих бетона на его характеристики и свойства. Углублены знания о добавках в бетоны для улучшения его свойств. Так же сложилось цельное представление о протекании химических процессов в бетонах.

Следующим этапом научно-исследовательской работы будет выработка оптимального состава как и основных компонентов, так и модифицированной добавки. Решение означенной проблемы получения эффективного теплоизоляционного материала в виде пенобетона неавтоклавного твердения на основе цементного вяжущего вещества обеспечивается стабилизацией пенобетонной смеси комплексными минеральными и химическими добавками-модификаторами с пролонгированным действием.

Список использованных источников

1. Касумов А.Ш. – Пенобетон с повышенными эксплуатационными свойствами. - Дисс. канд. техн. наук. - М.: НИМГСУ. - 2016. - 148 с.
2. Горлов Ю.П., Меркин А. П., Устенко А. А. – Технология теплоизоляционных материалов. - М.: Стройиздат. - 1980. - 399 с.
2. Гусенков С.А., Удачкин В.И., Галкин С.Д., Ерофеев В.С. – Теплоизоляционные и стеновые изделия из безавтоклавного пенобетона // Строительные материалы. - 1999. - № 4. - С.10-11.
3. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. – Строительные материалы. - М.: Стройиздат. - 1986. - 688 с.
4. Сахаров Г.П., Стрельбицкий В.П., Воронин В.А., Скориков Е.П. – Неавтоклавный поробетон для однослойных ограждающих конструкций зданий / Мат. конф. «Проблемы строительной теплофизики, систем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях. - М.: НИИСФ, 2000. - С. 23-242.

5. Воронин В.А. – Неавтоклавный конструкционно-теплоизоляционный поробетон повышенной прочности и энергоэффективности. - Дисс. канд. техн. наук. - М.: МГСУ. - 2001. - 116 с.
6. Удачкин Игорь Борисович (RU), Удачкин Вячеслав Игоревич (RU), Смирнов Виктор Макарович (RU), Колесников Владимир Евгеньевич (RU) Патент RU №2297993. - 2007.04.27.
7. Давыдова Виктория Владимировна (RU), Дементьев Евгений Георгиевич (RU) – Патент RU №2700741. – 2019.09.19
8. Комитет геологии и недропользования РК – Справочник месторождений Казахстана - 2014.