

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ СТРОИТЕЛЬНО-ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С УЛУЧШЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Природные цеолиты, представляющие собой пористые кристаллы с регулярной каркасной структурой и являясь по сути дела природными наноматериалами, обладают целым рядом уникальных свойств. К ним можно отнести: высокую адсорбционную способность по воде и различным газам, молекулярно-ситовые свойства (способность избирательно поглощать молекулы определенного размера), высокую температурную и химическую устойчивость, а также радиоэкранирующую способность в ВЧ и СВЧ-диапазонах радиоволн, низкую плотность и теплопроводность.

Все эти свойства цеолитов определяют и оригинальные характеристики строительно-отделочных материалов на их основе: газорегулирующая и влагорегулирующая способность, тепло- и шумоизолирующие свойства, сочетание высокой прочности и малой плотности, радиоэкранирующие свойства.

Цеолитовые породы (с содержанием цеолитовой фазы более 60%) могут применяться как кремнеземистые добавки к бетонам и цементным растворам в количестве до 30-40% по весу [1]. Через 25-30 суток прочность цементного камня с добавками цеолита значительно выше, чем без него.

Введение в рецептуру цеолитовых пород позволяет получать бетоны конструкционного класса со средней плотностью 1750 кг/м^2 и морозостойкостью 150 циклов, конструкционно-теплоизоляционного класса со средней плотностью 1200 кг/м^3 и морозостойкостью не менее 25 циклов, а также теплоизоляционного класса со средней плотностью 450 кг/м^3 и теплопроводностью $0,1 \div 0,2 \text{ Вт/м}\cdot\text{C}^\circ$ [2].

Добавка цеолитов к цементным составам не только активизирует процесс их твердения, но и улучшает микроструктуру полученных композиций, что приводит к увеличению не только прочности, но и коррозионной стойкости последних.

Наличие в структуре цеолитов значительного количества воды (до 10-12%) определяет поглощение ими радиоизлучений ВЧ и СВЧ-диапазонов. Вода распространена в цеолитовой породе равномерно, в полостях, образующих в совокупности систему когерентных рассеивателей, что усугубляет радиопоглощающих эффект строительно-отделочных материалов, содержащих цеолиты.

На первоначальном этапе был проведен теплотехнический расчет бетона и цеолитобетона, с целью сравнения их теплотехнических свойств.

Теплотехнический расчет наружной стены из бетона, г. Санкт-Петербург.

Для расчета был взят слой штукатурки, толщиной 20 мм с теплопроводностью $0,23 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C}^\circ)$, бетон на гравии или щебне из природного камня (ГОСТ 26633), $\rho = 2400 \text{ кг/м}^3$, толщиной 450 мм, обладающим теплопроводностью $1,86 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C}^\circ)$, термическим сопротивлением $0,24 \text{ м}^2\cdot\text{C}^\circ/\text{Вт}$, и пенополистирол $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$, толщиной 135 мм с теплопроводностью $0,23 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C}^\circ)$: $R_0 = 3,09 \text{ м}^2\cdot\text{C}^\circ/\text{Вт} > R_{req} = 3,08 \text{ м}^2\cdot\text{C}^\circ/\text{Вт}$, условие п. 5.3 СНиП 23-02-2003 по приведённому сопротивлению теплопередаче выполняется.

Теплотехнический расчет наружной стены из цеолитобетона, г. Санкт-Петербург.

Для расчета был взят слой штукатурки, толщиной 20мм с теплопроводностью $0,23 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C}^\circ)$, цеолитобетон толщиной 450 мм, обладающим теплопроводностью $0,15 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C}^\circ)$, термическим сопротивлением $3,0 \text{ м}^2\cdot\text{C}^\circ/\text{Вт}$, и пенополистирол $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$, толщиной 135мм с теплопроводностью $0,23 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C}^\circ)$: $R_0 = 5,84 \text{ м}^2\cdot\text{C}^\circ/\text{Вт} > R_{req} = 3,08 \text{ м}^2\cdot\text{C}^\circ/\text{Вт}$, условие п. 5.3 СНиП 23-02-2003 по приведённому сопротивлению теплопередаче выполняется.

Так как термическое сопротивление R_0 значительно превышает нормативное сопротивление, то подберем такую конструкцию, чтобы R_0 стремилось к $R_{req} = 3,08$ $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, но при этом было не меньше его.

Пример теплотехнического расчета наружной стены из цеолитобетона.

1. Расчётная средняя температура внутреннего воздуха: $t_{int} = 20$ $^{\circ}\text{C}$.
2. Средняя температура наружного воздуха за отопительный период: $t_{ht} = -1,8$ $^{\circ}\text{C}$.
3. Продолжительность отопительного периода: $z_{ht} = 220$ сут.
4. Градусосутки отопительного периода:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} = (20 - (-1,8)) \cdot 220 = 4796 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.}$$

5. Тип здания или помещения: жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития.
6. Вид ограждающей конструкции: стена.
7. Нормируемое сопротивление теплопередаче определяется по таблице 4 СНиП 23-02-2003

$$R_{req} = 3,08 \text{ } \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт.}$$

8. Характеристики слоёв ограждающей конструкции приведены в табл. 1.

Таблица 1.

№	Материал	Толщина, мм	Теплопроводность, Вт/(м·°C)	Термическое сопротивление, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$
1	Штукатурка	20	0,23	0,09
2	Цеолитобетон	426	0,15	2,84

9. Термическое сопротивление каждого слоя многослойной ограждающей конструкции является отношением толщины каждого слоя к его теплопроводности (см. таблицу).

10. Термическое сопротивление ограждающей конструкции является суммой термических сопротивлений её слоёв:

$$R_k = 2,93 \text{ } \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт.}$$

11. Внутренняя поверхность ограждающей конструкции: стены, полы, гладкие потолки, потолки с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a < 0,3$. Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$a_i = 8,7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C.}$$

12. Наружная поверхность ограждающей конструкции: наружные стены, покрытия, перекрытия над проездами и над холодными подпольями. Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции:

$$a_e = 23 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C.}$$

13. Сопротивление теплопередаче:

$$R_0 = \frac{1}{a_i} + R_k + \frac{1}{a_e} = \frac{1}{8,7} + 2,93 + \frac{1}{23} = 3,09 \text{ } \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

$$R_0 = 3,09 \text{ } \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт} > R_{req} = 3,08 \text{ } \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт.}$$

Условие п. 5.3 СНиП 23-02-2003 по приведённому сопротивлению теплопередаче выполняется.

Таким образом, можно сделать вывод, что цеолитобетон обладает высокими теплоизоляционными свойствами по сравнению с обычным бетоном. Стены из цеолитобетона в данном расчете можно проектировать без третьего слоя (пенополистирол), что значительно уменьшает толщину наружной стены.

Применение вышеописанных свойств цеолитосодержащих материалов на практике позволит значительно увеличить экологическую безопасность и комфортность современного жилища.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Цицишвили Г.В., Андроникашвили Т.Г. Природные цеолиты – М. Изд-во: Химия, 1985 г. – 224с.
2. Цыремпилов А.Д., Заяханов М.Е. Бесцементные вяжущие и бетоны на основе эффузивных пород Забайкалья – Строительный комплекс России: наука, образование, практика.