

## ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ЗАПОЛНИТЕЛЯ БЕТОНА НА ЕГО ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

Одним из основных показателей качества конструкционно-теплоизоляционного бетона является его теплопроводность. Снижение коэффициента теплопроводности легкого бетона на 10% позволяет при сохранении теплозащитных свойств уменьшить толщину наружной стеновой панели в среднем на 3 – 4 см и массу 1 м<sup>2</sup> стены на 30 – 50 кг [1].

Факторы можно разбить на группы по степени их влияния на теплопроводность шлакобетона, по мере снижения значимости:

- первая группа – пористость бетона и заполнителя, гранулометрический и фазовый составы заполнителя;
- вторая группа – вид и расход цемента;
- третья группа – расход воды затворения;
- четвертая группа – условия твердения бетона.

По мнению ведущих специалистов, факторы четвертой группы оказывают незначительное влияние на теплопроводности легкого бетона.

Чем легче бетон, тем, как правило, меньше его теплопроводность, поскольку уменьшение плотности бетона связано с повышением пористости. Учитывая наличие определенной зависимости между средней плотностью и теплопроводностью бетона, необходимо иметь в виду возможные существенные отклонения от этой зависимости. Твердая фаза в составе материала может находиться в кристаллическом или стеклообразном состоянии.

Теплопроводность реального материала существенно зависит от его влажности. Влияние влажности на коэффициент теплопроводности материала имеет особенно большое значение в теплоизоляции и строительстве. Чтобы учесть влагосодержание материала при определении коэффициента теплопроводности, следует исходить из его значения для материала в сухом состоянии с введением коррективов по влажности.

При анализе экспериментальных данных автор пришел к выводу, что коэффициент теплопроводности керамзита повышается с увеличением его средней плотности (рис. 1). Керамзиты разных партий одного завода и особенно разных заводов отличаются значениями коэффициента теплопроводности. В зависимости от вида керамзита, коэффициент теплопроводности бетона при одинаковой его плотности может изменяться на 0,06 – 0,12 Вт/(м·К). В результате минералогических исследований керамзита установлено, что в составе керамзита преобладают алюмосиликатные фазы с неупорядоченным строением. Для уменьшения теплопроводности существенным является не только общее количество стекла, содержащегося в заполнителе, но и его распределение наиболее выгодным с этой точки зрения является случай, когда стекловидные оболочки покрывают стенки пор и капилляров хотя бы тонким слоем, так как в этом случае уменьшится теплопередача лучеиспускания.

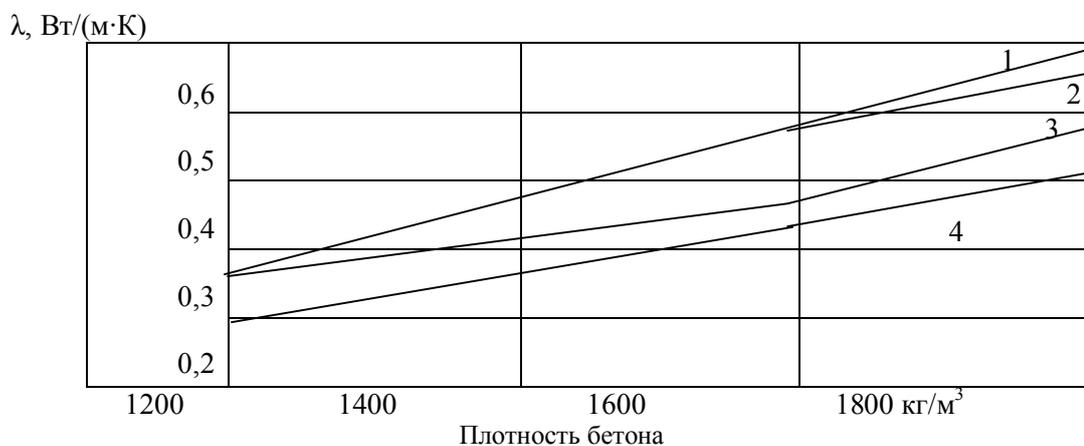


Рис.1. Зависимость теплопроводности бетонов от их плотности:  
1-аглопоритобетон; 2-керамзитобетон; 3-бетон на доменных шлаках; 4-шлакопемзобетон

В результате минералого-петрографических исследований искусственных пористых заполнителей установлено, что в составе керамзита преобладают алюмосиликатные фазы с неупорядоченным строением. Для шлака характерно преобладание кристаллических фаз – низкоосновных силикатов кальция и алюмосиликатов кальция и магния. Стекловидная фаза присутствует лишь в виде примеси – 15-20%. Введение в бетон гранулированного шлака вместо пористого шлака привело к повышению теплопроводности бетона на 14% при одновременном увеличении его средней плотности на 12,5%.

Следовательно, при прочих неизменных условиях теплопроводность материала определяется не только количеством стеклофазы, но и другими параметрами фазового строения материала. Например, установлено, что для уменьшения теплопроводности существенным является не только общее количество стекла, содержащегося в заполнителе, но и его распределение. Наиболее выгодным с этой точки зрения является случай, когда стекловидные оболочки покрывают стенки пор и капилляров хотя бы тонким слоем, так как в этом случае уменьшится теплопередача лучеиспусканием. Важно также, чтобы стенки пор имели не только пористое и порфирированное строение, чтобы кристаллические вкрапления отделялись бы друг от друга хотя бы тонкими стекловидными слоями.

Коэффициенты теплопроводности кристаллов и стекол при одном и том же химическом составе отличаются между собой весьма значительно. Как явствует из табл. 1, составленной по данным, коэффициенты теплопроводности кристаллов основных соединений, обычно входящих в состав строительных материалов, в несколько раз превосходят одноименную величину для стекол того же химического состава.

**Таблица 1. Теплопроводность соединений при 0°С**

Состояние	Соединение	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
Кристаллическое	SiO <sub>2</sub>	8,97
	MgO	41,87
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,47
	CaCO <sub>3</sub>	4,79
Стекловидное	SiO <sub>2</sub>	1,38
	MgO	0,97
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,67
	CaO	0,48

С увеличением содержания стеклофазы теплопроводность шлака уменьшается. Так, увеличение стеклофазы на 10-20% снижает коэффициент теплопроводности засыпок из шлака на 10%. При одинаковой средней плотности и зерновом составе коэффициент теплопроводности засыпки из полностью закристаллизованного шлака на 16-20% выше, чем у остеклованного.

В доменных шлаках, содержащих большое количество различных примесей, возможно такое частое нарушение кристаллических решеток, образовавшихся в шлаке минералов, когда теплопроводность их станет близка к величине теплопроводности стекол, кроме того, на снижение теплопроводности шлаков оказывает влияние также то обстоятельство, что в шлаках, особенно кислых, всегда имеется некоторое количество стекла, обволакивающего кристаллы. Кроме того, введение в бетон гранулированного шлака вместо пористого привело к повышению теплопроводности бетона, при одновременном увеличении его средней плотности. Обволакивавшая же составляющая оказывает несколько большее влияние на теплопроводность, чем обволакиваемая. Доказательством этого положения служит то, что коэффициенты теплопроводности сыпучих материалов всегда несколько ниже, чем ячеистых материалов той же средней плотности.

В абсолютно сухом пористом теле передача тепла может происходить не только теплопроводностью через твердый скелет тела и находящийся в порах воздуха, но и путем конвекции и излучения между стенками пора. При диаметре поры меньше 1 мм конвективный теплообмен практически равен нулю, а коэффициентом лучистой теплопроводности можно пренебречь лишь в случае, когда диаметр поры менее 0,5 мм. Следовательно, при одинаковой пористости величина коэффициента теплопроводности будет тем больше, чем крупнее поры материала. Поэтому создание мелкопористой структуры легкого бетона и применение

мелкопористых заполнителей способствует получению бетона пониженной теплопроводности. Доказательством могут служить результаты экспериментов и представленные кривые.

Увеличение размера пор на поверхности зерен заполнителей приводит к увеличению межзерновых пустотностей смесей, что вызывает дополнительные расходы вяжущего. Снижение плотности заполнителей с увеличением размера пор приводит к увеличению плотности бетона, следовательно, и его коэффициента теплопроводности. Характер пористости также влияет на теплопроводность. Замкнутая пористость не только уменьшает теплопроводность заземленного в ней воздуха, но и препятствует водопоглощению.

Исследования бетонов на основе керамзитового гравия показали, что коэффициент теплопроводности керамзитобетона может колебаться в довольно широких пределах в зависимости от подобранной структуры при одной и той же средней плотности. Решающим фактором в структурообразовании легкого бетона является содержание мелкого заполнителя в бетоне.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов Е.П. и др. Качество теплоснабжения городов. СПб.: ПЭИПК. 2004. 295.
2. Карпикова Л.И. Зависимость плотности легкого бетона от некоторых технологических факторов. Сборник трудов НИИЖБ. – М., 1975. – Вып. 25.

#### Резюме

Конструкциялық жылу өткізбейтін бетонның негізгі көрсеткіші, ол оның жылу өткізгіштігі болып табылады. Өйткені оларды ғимараттардың қоршау құрамаларын жасау үшін көптен қолданады. Жеңіл бетондардың пайдалану тиімділігін арттыру үшін, жасанды жеңіл толықтырғыштарды пайдалану арқылы физика-механикалық қасиетін жақсарту болып табылады.

#### Summary

Influence humidity on heat conduction material mean greater meaning at keep warm. Easy concrete everywhere remain material promote diminish in the mass construction building site, it is important role in perspective previous, take construction- no heat conduction easy concrete, which take pleasure in larger application in one-layer fence oneself in construction building.

**Key words:** heat conduction, easy concrete, pore, slag.

*Казахский национальный  
технический университет имени К.И. Сатпаева*

*Поступила 05.03.09 г.*