

Двухслойная стеновая панель из пеплотуфобетона

В.Х. Хуранов, А.С. Ципинов, А.Р. Исупов, А.А. Бербеков

*Кабардино-Балкарский государственный университет им Х.М. Бербекова, г.
Нальчик, Россия*

Аннотация: Предложены составы пеплотуфобетона класса В15-20 на туфовом пепле и щебне с использованием пластификатора для использования в качестве конструкционно-теплоизоляционного слоя в двухслойных стеновых панелях. Определено расчетное сопротивление теплопередачи двухслойной конструкции, установлены зависимости плотности и прочности смеси от расхода цемента на 1 м^3 .

Ключевые слова: Туфовый щебень, туфовый пепел, керамзитобетон, пеплотуфобетонная смесь, многослойная стеновая панель, конструкционно-теплоизоляционный бетон.

Улучшение теплофизических качеств наружных стеновых конструкций зданий путем снижения средней плотности конструкционно-теплоизоляционных бетонов, всегда являлась одной из основных задач при проектировании. Достичь этой цели можно заменой тяжелых заполнителей легкими природными (туф, известняк-ракушечник, пемза, пепел и др.) или искусственными заполнителями. Возможность использования пористых заполнителей на основе отходов разработки туфовых месторождений в качестве заполнителя в бетонах позволяет решить еще одну важную задачу – охрану окружающей среды.

Использование заполнителя из туфового щебня фракции 5-20 мм с плотностью $\rho=650-900\text{ кг/м}^3$ и пепла фракции 0-2,5 мм насыпной плотностью $\rho=1000-1100\text{ кг/м}^3$ Каменского месторождения вулканического туфа и пепла Кабардино-Балкарской Республики (КБР) позволяет получить конструкционно-теплоизоляционный бетон класса В15-30 со средней плотностью $\rho=1500-1900\text{ кг/м}^3$ [1, 2]. Замена плотного заполнителя на пористый позволит на 20-35% снизить массу ограждающих конструкций по сравнению с тяжелым бетоном при сравнительно одинаковых расходах цемента на 1 м^3 бетонной смеси [3-5].

Цель работы состоит в подборе состава конструкционно-теплоизоляционного пеплотуфобетона для двухслойной наружной стеновой панели, установлении зависимости прочности на сжатие и плотности бетонной смеси от расхода цемента, приведении расчетного сопротивления теплопередачи двухслойной конструкции к нормативным показателям. Для этого воспользуемся формулой (1).

Сечение ограждающей конструкции для определения расчетного сопротивления теплопередачи показано на рис. 1.

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,64} + \frac{0,16}{0,23} + \frac{0,1}{0,52} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} = 1,055 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт} , \quad (1)$$

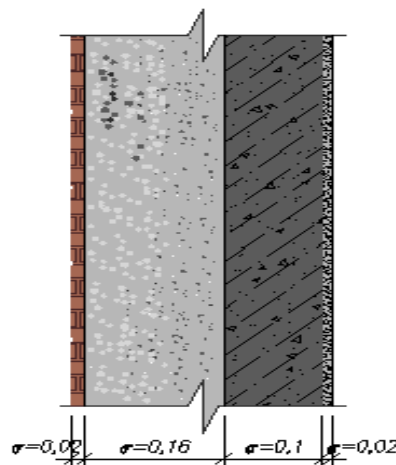


Рис. 1 – Сечение ограждающей конструкции

Для двухслойной стеновой панели составим график распределения температур по слоям ограждающей конструкции (Рис. 2).

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции $t_{в}$ больше температуры точки росы внутреннего воздуха $t_d=10,7^{\circ}\text{C}$, что удовлетворяет второму санитарно-гигиеническому условию [6-8].

Предлагаемая конструкция соответствует нормам теплозащиты исходя из комфортных условий при минимальной толщине панели 280 мм. Возможно дальнейшее использование 2-х типоразмеров стеновых опалубочных кассет ДСК г. Нальчика [9, 10].

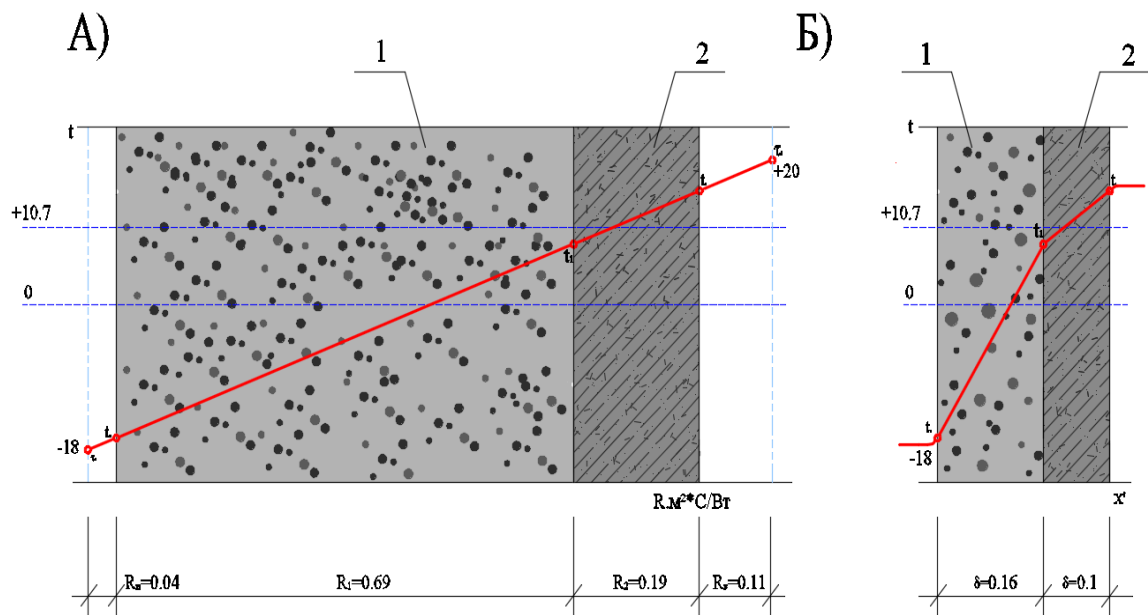


Рис. 2. – Распределение температур в двухслойной ограждающей конструкции: а) в масштабе толщин слоев; б) в масштабе термических сопротивлений. 1 – Керамзитобетон; 2 – Пеплотуфобетон

Таблица №1

Характеристики слоев стеновой панели

Наименование материала	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты				
	Плотность γ , кг/м ³	Удельная теплоемкость С кДж/(кг*°С)	Коэф. теплопровод. Вт/(м*°С)	Теплопроводности Вт/(м*°С)		Теплоусовое ния (при периоде 24ч.) S, Вт ² /(м*°С)		Паропроницаемости μ , мг/(м*ч*Па)
				А	Б	А	Б	
Пеплотуфобетон	1400	0,84	0,41	0,52	0,58	7,76	8,63	0,11
Керамзитобетон на керамзитовом песке	500	0,84	0,47	0,22	0,23	7,75	9,14	0,098

Проведены эксперименты для подбора состава конструкционно-теплоизоляционного пеплотуфобетона класса В12,5-20 на пористых заполнителях Каменского месторождения туфа и пепла КБР. Были приготовлены три состава пеплотуфобетонной смеси с различным расходом цемента одинаковой подвижности (Табл. 2, рис. 3). В качестве вяжущего применялся портландцемент ПЦ500-Д0-Н производства «КАВКАЗЦЕМЕНТ». В бетонную смесь при приготовлении добавлялся пластификатор Д5 в количестве 2% от массы цемента. Изготовленные образцы-кубы размером 100x100x100 мм хранились в нормальных условиях и испытывались для установления марки и класса пеплотуфобетона.

Таблица 2

Расход компонентов на 1 м³ пеплотуфобетонной смеси

№ п/п	№ состава Показатели	№ состава		
		А	Б	В
1	Туфовый щебень, кг	784	732	701
2	Пепел, кг	442	429	413
3	Портландцемент, кг	221	300	372
4	Пластификатор Д5, кг	4,4	6,0	7,5
5	Вода, л	327,4	331,4	325,0
6	Подвижность смеси, ОК – см	7-8	7-8	7-8
7	Прочность, R _{сж} , МПа в возрасте:			
	7 суток – R ₇	7,55	10,6	12,6
	21 сутки – R ₂₁	9,44	16,93	15,89
	28 суток – R ₂₈	12,56	17,0	18,51
8	Плотность пеплотуфобетонной смеси, кг/м ³	1758	1798	1817

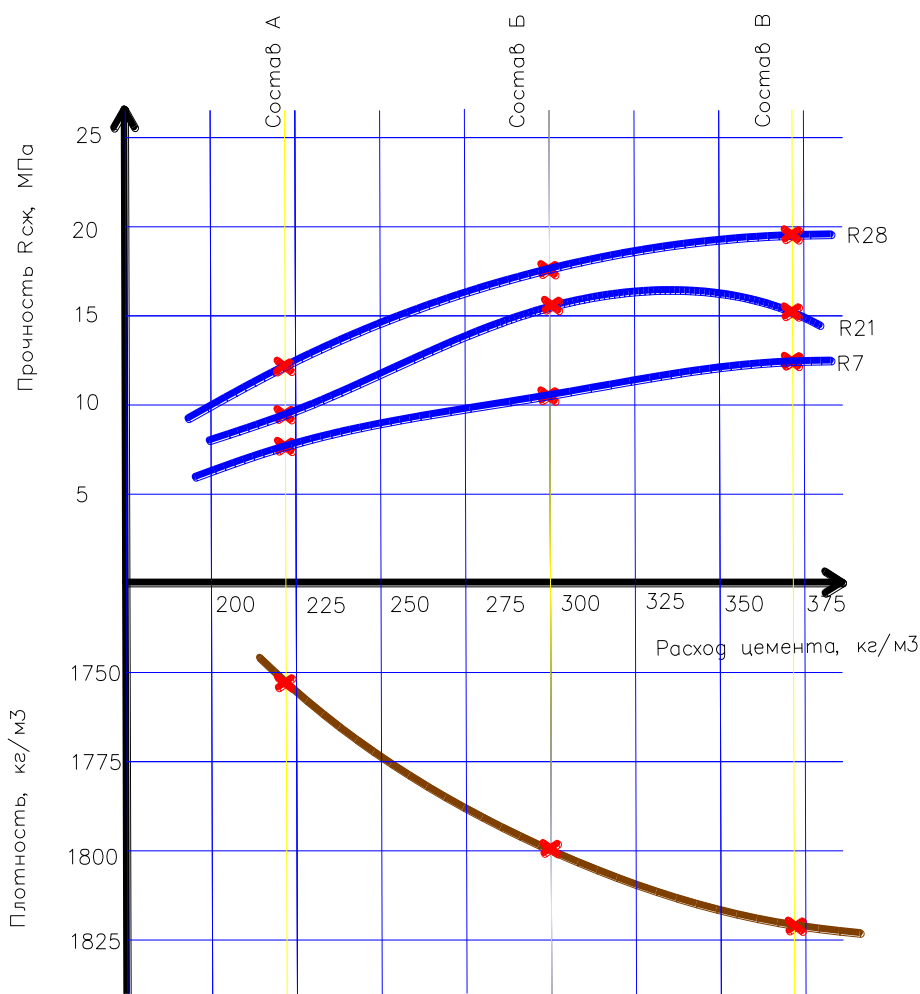


Рис. 3 – Зависимость прочности и плотности пеплотуфобетона от расхода цемента

По результатам испытания образцов можно сделать следующие **ВЫВОДЫ:**

– при среднем расходе цемента в 250 кг/м^3 получен пеплотуфобетон класса В15, при расходе цемента в 300 и 370 кг – бетон класса В17,5 и В20 соответственно;

– плотность пеплотуфобетонной смеси составила 1750-1800 кг/м^3 , в воздушно-сухом состоянии 1400-1500 кг/м^3 ;

– подобранные составы пеплотуфобетона рекомендуется использовать в качестве конструктивно-теплоизоляционного в двухслойных стеновых панелях для условий КБР.

Литература

1. Ахматов М.А. Легкие бетоны и железобетонные конструкции на заполнителях из каменных отходов и рыхлых пористых // Нальчик: КБГСХА, 2010. – С.10-12, 51.
2. Khuranov V., Tshipinov A, Vjakhov M. Wall Panels with Improved Thermal Properties on KBR's Porous Fillers: Materials Science Forum. 2018. Vol. 931. p. 243-246
3. Карпенко Н.И., Ярмаковский В.Н. Основные направления ресурсоэнергосбережения при строительстве и эксплуатации зданий. Часть 1. Ресурсоэнергосбережение на стадии производства строительных материалов, стеновых изделий и ограждающих конструкций // Строительные материалы. 2013. № 7. С. 12–21.
4. Довжик В.Г. Расчет и нормирование теплопроводности керамзитобетона и других видов бетонов // Бетон и железобетон. 2007. №5 С. 15-19.
5. Kosmatka S., Kerkoff B., Hooton R. Design and control of Concrete Mixtures. The Guide to Application, Methods and Materials. Eight Canadian Edition: Cement Association of Canada. Ottawa. 2011. pp. 35–68.
6. Седегова Л.Н. Особенности строительства гражданских зданий в сложившейся городской застройке // Инженерный вестник Дона, 2013, №2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1698.
7. Беляев В.С., Ахмяров Т.А. Энергоэффективность крупнопанельных зданий // Жилищное строительство. 2013. № 4. С. 47–49.
8. Szokolay S.V. Environmental science handbook for architects and builders Lancaster: Construction Press, 1980. 532 p.
9. Бжахов М.И., Карданов Л.Т., Кучуков М.А., Антипова Е.А., Люев А.Х. Повышение теплозащитных качеств наружной ограждающей конструкции



жилого дома типовой серии // Инженерный вестник Дона, 2016, №2 URL:
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3544.

10. Бжахов М.И., Султанова А.М., Гедгафов А.А. Применение плит негорючей базальтовой теплоизоляции ROCKWOOL для теплоизоляции наружных стен и повышения пластичности фасадов зданий // Инженерный вестник Дона, 2019, №5. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2019/6007.

References

1. Ahmatov M.A. Nalchik: KBGSKHA, 2010. pp. 10-12, 51.
 2. Khuranov V., Tsipinov A, Bjakhov M. Wall Panels with Improved Thermal Properties on KBR's Porous Fillers: Materials Science Forum. 2018. Vol. 931. pp. 243-246.
 3. Karpenko N.I., YArmakovskij V.N. Stroitelnye materialy. 2013. № 7. pp. 12–21.
 4. Dovzhik V.G. Beton i zhelezobeton. 2007. №5 p. 15-19.
 5. Kosmatka S., Kerkoff B., Hooton R. Designand controlof Concrete Mixtures. The Guideto Application, Methods and Materials. Eight Canadian Edition: Cement Association of Canada. Ottawa. 2011.pp. 35–68.
 6. Sedegova L.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №2. URL:
ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1698.
 7. Belyaev V.S., Ahmyarov T.A. ZHilishchnoe stroitel'stvo. 2013. № 4. pp. 47–49.
 8. Szokolay S.V. Environmental science handbook for architects and builders Lancaster: Construction Press, 1980. 532 p.
 9. Bzhahov M.I., Kardanov L.T., Kuchukov M.A., Antipova E.A., Lyuev A.H. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №5. URL:
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2019/6007.
 10. Bzhahov M.I., Sultanova A.M., Gedgafov A.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2016, №2. URL:
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3544.
-