

УДК 622.274

ПОРИСТЫЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ ДЛЯ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ КВАРЦЕВОГО ПОРФИРА И ОТХОДА УГЛЕДОБЫЧИ

Т.Т. Шакиров, к.т.н., доцент

Ташкентский архитектурно-строительный институт
г. Ташкент

В настоящее время в Республике Узбекистан резко сократился объем выпуска пористых заполнителей для легкого бетона из-за непоставок высокопластичного глинистого сырья из соседних республик. В связи с этим приостановлен выпуск продукции на Чукурсайском керамзитовом заводе в г. Ташкенте и соответственно, производство изделий и конструкций из легкого бетона.

Выход из создавшейся ситуации нами найден в возможном получении в производственных масштабах пористых заполнителей путем замены дефицитного глинистого сырья (бентонитовые, каолиновые, монтмориллонитовые, аргиллитовые глины) на отходы Ангреного месторождения угля содержащих каолиновую глину и уголь до 30% (зауглероженная каолиновая глина). В качестве второго компонента пористого заполнителя используются местные горные породы-кварцевые порфиры, как легкоплавкие и широко распространенные в Ангреном регионе, что позволяет резко сократить энергетические и транспортные затраты[1].

Кварцевые порфиры представляют собой легкоплавкую горную породу и представлены следующим химическим составом:

SiO_2 - 72.40; Al_2O_3 - 14.13; Fe_2O_3 - 1.55; CaO - 1.78; Na_2O - 2.85; K_2O - 4.56;
 MgO - 0.52;
и другими окислами.

Химический состав Ангреной зауглероженной каолиновой глины характеризуется довольно высоким содержанием Al_2O_3 – 38,40% и SiO_2 – 40,81%, а также незначительным количеством оксида железа, а по оксидам натрия и калия можно судить о наличии в глине полевого шпата. Анализируя химический состав зауглероженной каолиновой глины можно сделать вывод, что по количеству глинозема, кремнезема, потерь при прокаливании и другим признакам данная глина близка к теоретической формуле природного каолина - $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Экспериментально установлено, что зауглероженная каолиновая глина является не только пластифицирующей, но и порообразующей за счет наличия в ней угля, который выгорая в процессе обжига гранул образует крупнопористую структуру легкого заполнителя[2].

Компоненты пористого заполнителя для определения оптимального состава шихты предварительно измельчаются до крупности частиц 1-2 мм.

Смесь перемешивается в соотношениях: кварцевые порфиры – 70-90%, зауглероженная каолинистая глина – 10-30%, увлажняется до 15-20% и формуется в гранулы на грануляторе. Отформованные гранулы заполнителя предварительно высушивали, а затем подвергали обжигу при температуре 1000-1100⁰С, при этом время обжига варьировалось в пределах 15-30 минут.

Оптимизация состава шихты пористого заполнителя выполнена с использованием метода математического планирования эксперимента. В качестве оптимизируемых величин приняты: прочность заполнителя ($R_{сж}$, МПа) и насыпная плотность ($\gamma_{ср}$, кг/м³), а переменными факторами являлись:

x_1 – содержание кварцевого порфира в % от массы шихты;

x_2 – содержание угля в составе каолинистой глины в % от массы глины;

x_3 – влажность в % от массы шихты.

В таблице-1 приведены исходные данные для реализации математического планирования эксперимента по установлению оптимального состава шихты

Таблица-1

Наименование исходных данных	x_1	x_2	x_3
Центр эксперимента x_{oi}	80	6,8	20
Интервал варьирования Δx_i	10	3,4	10
Верхний уровень (x_i+1)	90	10,2	30
Нижний уровень (x_i-1)	70	3,4	10
Звездная точка +2= +1,215	82,1	10,9	32,1
Звездная точка -2= -1,215	67,8	2,7	7,8

После определения коэффициентов уравнения регрессии и подстановки их значений получены следующие математические модели свойств пористого заполнителя:

$$Y = R_{сж} = 2,41 + 0,23x_1 - 0,18x_2 + 0,05x_3 + 0,06x_1^2 + 0,07x_2^2 - 0,14x_3^2$$

$$Y = \gamma_{ср} = 718,8 + 31,4x_1 - 21,08x_2 + 5,45x_3 + 8,06x_1^2 + 9,34x_2^2 - 25,24x_3^2$$

Проверка тождественности уравнений по F-критерию показала, что они адекватно описывают свойства пористого заполнителя, а технологический анализ полученных математических моделей графоаналитическим способом позволил построить графические зависимости прочности при сжатии и насыпной плотности пористого заполнителя от варьируемых переменных факторов[3].

Анализ матрицы планирования и результатов после реализации плана эксперимента по определению оптимального состава шихты для получения пористого заполнителя позволяет утверждать следующее:

1. Наиболее значимым фактором оказывающим влияние как на величину $R_{сж}$ так и $\gamma_{ср}$ пористого заполнителя является фактор x_1 -содержание кварцевого порфира в шихте. Об этом свидетельствуют значения сумм коэффициентов при x_1 и x_1^2 , которые по абсолютной величине превышают аналогичную сумму коэффициентов как при x_2 , x_2^2 , так и при x_3 , x_3^2 ;

2. Вторым по значимости фактором оказался фактор x_2 – содержание угля в составе глины;

3. Менее значимым фактором, влияющим на исследуемые свойства пористого заполнителя оказался фактор x_3 – влажность шихты.

4. Характер графических зависимостей для $R_{сж}$ и $\gamma_{ср}$ от x_1 свидетельствует о том, что значения прочности и пористости будут расти и за пределами исследуемой области, но не значительно. Поэтому по технологическим и экономическим соображениям содержание кварцевого порфира следует ограничить и принять его равным 80%.

5. Характер закономерностей по графическим зависимостям для $R_{сж}$ и $\gamma_{ср}$ от x_2 также свидетельствует о том, что значения прочности и пористости будут снижаться и за пределами принятого интервала. Поэтому, согласно установленной зависимости, оптимальным содержанием x_2 в составе глины следует считать 6,8%.

6. Значения коэффициентов при $x_3(+0,05)$ и $x_3^2(-0,14)$, а также $x_3(+5,45)$ и $x_3^2(-25,24)$ позволяют предполагать, что центр эксперимента был выбран правильно в области оптимума. Используя метод функционального анализа можно вычислить, что оптимальным параметром для x_3 будет значение влажности равное 19%.

Таким образом, в результате оптимизации состава шихты пористого заполнителя и технологических параметров его получения методом математического планирования эксперимента получен заполнитель вполне удовлетворяющий нормативным требованиям по своим основным физико-механическим характеристикам, которые приведены в таблице-2.

Основные показатели пористого заполнителя

Таблица-2

Показатели	Единица измерения	Результаты по фракциям	
		5-10 мм	10-20 мм
Объемная насыпная масса	Кг/м ³	750	730
Прочность при сдавливании в цилиндре	МПа	2,50	2,30
Водопоглощение через 1 час	%	14,7	15,9
Морозостойкость	циклы	50	50
Потери массы:			
• при железистом распаде	%	нет	нет
• при силикатном распаде	%	нет	нет
• кипячении	%	нет	нет
• при прокаливании	%	нет	нет

Примечание: Приведены результаты свойств пористого заполнителя полученные при апробации расчетных и лабораторных данных в заводских условиях.

Результаты научно-исследовательской работы по получению пористого заполнителя с использованием отхода угледобычи и местных горных пород, а также применение этого заполнителя в легких бетонах можно охарактеризовать по 3 категориям:

- научно-техническая – пористые заполнители имеют насыпную плотность 730-750 кг/м², прочность при сдавливании в цилиндре 2,3-2,5 МПа, обладают хорошими теплофизическими показателями и долговечностью. Применение их позволяет уменьшить массу бетонных и железобетонных изделий и конструкций на 25-35%.

- экономическая – уменьшается использование дефицитного природного глинистого сырья, используются отходы промышленности, сокращаются топливно-энергетические затраты, снижается себестоимость добываемого сырья и выпускаемой продукции. Стоимость одного кубометра разработанного пористого заполнителя на 35120 сумов дешевле выпускаемого на заводе керамзита из бентонитовых глин.

- социальная – решаются проблемы по защите окружающей среды и уменьшаются земельные площади отчуждаемые под отвалы.

Список литературы:

1. Газиев У.А. Отходы промышленности в производстве строительных материалов и изделий/ У.А. Газиев, Х.А. Акрамов. –Т.: Учебное пособие, 2003.-205с.
2. Шакиров Т.Т. Технология получения пористого заполнителя из кварцевого порфира и отхода угледобычи для легкого бетона/ Т.Т.Шакиров.–Т.: Автореферат диссертации канд. тех. наук, 2010.-15-18с.
3. Рекитар Я.А. Использование вторичного сырья и отходов в производстве. Отечественный и зарубежный опыт – эффективность и тенденции/ Я.А.Рекитар.- М.: Экономика, 1997. -54с.