

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМИЧЕСКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ

Джамал Мохаммад Мехди

M.mehdijamal@gmail.com

Магистрант специальности ПСМИК
ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Научный руководитель - А.Киргизбаев

Легкий бетон определяется как бетон, плотность которого составляет от 300 до 1900 кг/м³. Конструкционный легкий бетон является важным и универсальным материалом в современном строительстве. Он находит многочисленные и разнообразные применения, включая каркасы и перекрытия многоэтажных зданий, мосты, морские нефтяные платформы, а также напряженные или сборные элементы всех типов. Многие архитекторы, инженеры и подрядчики признают присущие этому материалу экономичность и преимущества, о чем свидетельствуют многочисленные впечатляющие конструкции из легкого бетона, встречающиеся сегодня во всем мире. Конструкционный легкий бетон решает проблемы веса и прочности зданий и открытых конструкций. Легкий бетон имеет прочность, сравнимую с прочностью бетона нормального веса, но при этом обычно на 25-35% легче.

Применение легких бетонов в строительстве весьма выгодно. Они позволяют повысить теплотехнические и акустические характеристики сооружения, а также уменьшают вес возводимой постройки, что особенно важно при строительстве многоэтажных зданий и строительстве в областях с повышенной сейсмической активностью. Кроме того, использование легких бетонов в значительной мере снижает стоимость строительства (на 10-20%) и трудовые затраты (на 50%), и в общей сложности повышает эффективность производства примерно на 20%.

Преимущества легкого конструкционного бетона:

1. Быстрое и относительно простое строительство;
2. Экономичность в плане транспортировки а также сокращение рабочей силы;
3. Большинство легких бетонов обладают лучшими гвоздильными свойствами, чем у более тяжелых и прочных обычных бетонов.

К основным недостаткам можно отнести – это чувствительность к содержанию воды в смесях при подготовки легкого бетона.

Основные свойства таких бетонов кроме марки и качества цемента определяет и вид заполнителя для бетона.

По происхождению заполнители для легких бетонов можно разделить на две группы: натуральные (природные) и искусственные. Натуральные получают путем измельчения природных пористых материалов: ракушняка, пемзы, лавы, торфа, известняка и т.п. Лучшие из них - пемза и вулканический торф. У них структура пор закрытая, что снижает количество впитываемой материалом влаги.

Для изготовления лёгкого бетона применяют пористые заполнители, которые могут быть органические и неорганические, а в качестве вяжущего используют обычный и быстротвердеющий портландцемент или шлакопортландцемент. Так же как и плотные, пористые заполнители делятся на мелкие и крупные. Крупный заполнитель, такие как пористый гравий или пористый щебень имеют размер частиц от 5 до 40 мм и делятся на по фракциям: 5-10, 10-20 и 20-40 мм. Мелкий пористый заполнитель имеет размер частиц менее 5 мм, таким например является пористый песок. Мелкий

заполнитель, в частности пористый песок, делится на две фракции: от 1,2 до 5 мм это крупный песок, и менее 1,2 мм это мелкий песок.

При возведении теплоизоляционных конструкций и некоторых конструкционно-теплоизоляционных конструкций, используют органические заполнители для бетона. Такими заполнителями могут являться древесина, хлопчатник и гранулы пенополистирола для приготовления стиропорбетона, фибробетона и т.д.

Пористые заполнители неорганического происхождения делятся на природные и искусственные. Природные заполнители получают путём простого отсева, либо отсева с дроблением горных пород, таких как известняк, туф, пемза.

Искусственные заполнители для легкого бетона - это отходы некоторых технологических процессов (шлаки) или специально полученных из природных неорганических материалов (керамзит, аглопорит, вермикулит, перлит и т.д.).

Целью нашей научной работы является исследование основных требований к сырьевым материалам и современные технологии получения искусственных керамических заполнителей для бетона – керамзита (рис.1).

Керамзит - это легкий материал, напоминающий стекло и имеющий пористую структуру. Как правило, гранулы керамзита овальной формы, а их поверхность имеет спекшуюся оболочку. Различают три фракции материала:

Гравий - это пористые частички, имеющие практически круглую форму, поверхность которых оплавлена и покрыта коркой. Именно в качестве гравия создается керамзит. Он, как правило, темно-бурого цвета. Размер гравия составляет от пяти до сорока миллиметров. Гравий устойчив к низким температурам, огнестоек, а также не имеет в своем составе примесей, способных нанести вред цементу.

Щебень - применяется для заполнения легких бетонов, имеющих произвольную форму, чаще всего угловатую. Размер керамзитового щебня примерно такой же, как и у гравия. Его можно получить дробя крупные куски керамзита, чтобы обеспечить лучшую сцепляемость в бетоне.

Песок - применяется для заполнения легких бетонов и растворов, размер частиц которого может варьироваться от 0,14 до 5 мм. Его получают в результате обжига глины в специальных печах, дроблением больших кусков керамзита или же при отсеивании отходов во время производства керамзита.



Рисунок 1. Керамзит

Увеличения мощностей производства керамзита, а так же выбор технологии производства зависит от запасов подходящего сырья и технологического уровня производства. Отличительная особенность сырья это вспучивание при термической обработке в интервале температур от 1050 до 1250° с получением материала ячеистого строения с равномерно распределенными закрытыми порами.

К таким глинам относятся легкоплавкие глины с повышенным содержанием окислов железа, различные твердые глинистые сланцы, а так же трудно вспучивающие глины после специальной обработки. Так же, сырье для керамзита, должны обладать тонкодисперсной структурой, сравнительно небольшой запесоченностью - не более 26%; содержать частиц величиной до 0,005 мм - не менее 20%; иметь интервал размягчения не менее 50°; огнеупорность не выше 1350°, не иметь включений карбонатных пород в виде конкреций (т.н. "дутик"); потери при прокаливании 6-10%.

Для оценки способности глинистого материала вспучиванию определяют коэффициент вспучивания (K_B), который определяется по формуле:

$$K_B = \frac{V_2}{V_1},$$

где V_1 – объем абсолютно сухого сырья; V_2 – объем керамзита (в куске).

В зависимости от степени вспучивания глинистое сырье подразделяется на три категории: со слабой вспучиваемостью $K_B < 2,5$ ($\gamma_{об} = 750-1250 \text{ кг/м}^3$); со средней вспучиваемостью $K_B = 2,5-4,5$ ($\gamma_{об} = 450-700 \text{ кг/м}^3$), хорошо вспучивающиеся $K_B > 4,5$ ($\gamma_{об} < 400 \text{ кг/м}^3$).

Например, некоторые глинистые сырьевые в зависимости от степени вспучивания обладают следующим химическим составом (табл. 1):

Таблица 1. Характеристика глинистого сырья по химическому составу используемого для производства керамзита

Наименование оксидов	Содержание окислов (%) в глинистых породах со степенью вспучивания		
	Высокой	Средней	Weak
S_1O_2	50 – 60	60 – 70	> 70
Al_2O_3	16 – 24	10 – 16	< 10
$FeO + Fe_2O_3$	6 – 10	4 – 6	< 4
$Na_2O + K_2O$	3 – 6	1.5 - 3	< 1.5
CaO	3 - 4	3 – 4	> 4

Керамзит получают в результате обжига глины в специальных вращающихся печах, имеющих форму барабанов, диаметр которых составляет от 2 до 5 метров, а длина – около 70 метров, установленных под некоторым углом. В верхнюю часть печки засыпают керамзитовый полуфабрикат в гранулах, который скатывается в нижнюю часть. Там расположена форсунка, основное предназначение которой – сжигать топливо. Процесс изготовления керамзита занимает примерно 45 минут. В зависимости от того, какой режим работы печи применялся в процессе производства, можно получить продукт с разной плотностью – от 250 кг/м³ до 800 кг/м³. Но несмотря на это, в результате все равно получится легкий пористый материал – керамзит, который полностью экологичен и безопасен.

В некоторых случаях применяют двухбарабанные печи. У них барабаны отделены порогом, что позволяет им совершать вращательные движения с различными скоростями. Даже если было использовано некачественное сырье, получившийся керамзитовый щебень или гравий по качеству не уступают, а частенько даже превышают изготовленные в однобарабанных печах те же фракции керамзита.

Также стоит отметить, что сырье, применяемое в производстве, обязано содержать в себе кварц, количество которого должно составлять примерно треть от всей массы исходного материала.

Сырьем для его производства являются определенные сорта глины – легкоплавкие, имеющие в составе не менее 30 % кварца, вспучивающиеся – с повышенным содержанием окислов железа (не менее 6 %) и органических веществ. При необходимости для усиления вспучивания проводят обогащение сырца мазутом или соляровым маслом.

Наиболее распространены два варианта производства керамзитовой продукции:

Пластичный (мокрый) способ - подготовленная природная глина с влажностью не более 30 % проходит два этапа помола специальными зубчатыми вальцами – грубый и тонкий. В результате получают первичные гранулы диаметром в 5–10 мм, которые подают в сушильный барабан. Здесь полуфабрикат подсушивается и проходит окончательную обкатку, приобретая овальную форму. Только после этого начинается обжиг в печи с помощью высоких температур (800–1350 °С) и при постоянном вращении. Спекшиеся керамические шарики, увеличившиеся после вспучивания в диаметре, направляют во вращающийся холодильный агрегат. Последний этап – рассев керамзита по фракциям.

Сухой способ - в случае получения керамзита из плотного материала – каменистых глинистых пород, сланца – используют сухую технологию. Исходное сырье размельчают на специальном дробильном оборудовании до зерен размером в 1–20 мм. Сырец обжигают в барабанных печах, охлаждают и разделяют по фракциям. При таком способе производства отсутствует этап формовки зерна, поэтому продукт имеет кубические угловатые очертания.

В настоящее время, объемы производства керамзитового материала в Казахстане незначителен, а потребность покрывается за счет импорта и сокращения доли использования ее в строительстве, что влияет на качество конечного продукта.

В Казахстане чаще встречаются глины, которые не полностью удовлетворяют требования к сырью для керамзита, например мало органических примесей, окислов железа и т. п. и исследование по их искусственному устранению является актуальной задачей который может решаться следующими способами:

1. Улучшенная механическая обработка и гомогенизация глинистого сырья;
2. Введение в шихту добавок, повышающих степень вспучивания глин (в % по весу) применение добавок при одновременном повышении степени переработки сырья искусственно улучшает качество керамзита;
3. Создание надлежащей газовой среды. Фактор химического состава влияет на оценку качества керамзитового сырья, но не является единственным. Существенное значение имеет фактор минералогического состава.

Список использованных источников

1. T.Parhizkar et al., “Application of pumice aggregate in structural lightweight concrete”, Asian journal of civil engineering (building and housing) vol.13, (2012) pages 43-54.
2. Nurhayat Degirmenci et al., Use of pumice fine aggregate as an alternative to sand in the production of lightweight cement mortar; November 1 2010 IJEMS PP 61-68.
3. Иванов И. А. Легкие бетоны на искусственных пористых заполнителях. М: Стройиздат, 1993. – 182 с.
4. Abd Elrahman, M.; Chung, S.-Y.; Stephan, D. Effect of different expanded aggregates on the properties of lightweight concrete. Mag. Concr. Res. 2019, 71, 95–107.

5. «Бетоны легкие. Технические условия»
URL:<http://files.stroyinf.ru/Data1/8/8653/#i15398> (дата обращения: 18.03.2017).

6. Монтаев, С. А., Стеновая керамика на основе композиции техногенного и природного сырья Казахстана / С. А. Монтаев, Ж.Т.Сулейменов Уральск: 2006 – 190 с.

UDC 691.327.3

STRENGTH AND DURABILITY OF LIGHTWEIGHT CONCRETE

Mohammad Mehdi Jamal

M.mehdijamal@gmail.com

Master student at L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana,
Kazakhstan

Advisor - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Kirgizbaev A.T

Abstract

This paper aims to discuss the strength and durability of lightweight concrete. Lightweight concrete is a versatile building material that is known for its ability to reduce the weight of structures and improve insulation. However, its strength and durability can be a concern. The paper explores the properties of lightweight concrete, such as its compressive strength, tensile strength, and durability, as well as factors that can affect its performance, including mix design, curing methods, and environmental conditions. The study also highlights various methods for improving the strength and durability of lightweight concrete, such as adding fibers, using admixtures, and incorporating recycled materials. The findings of this study will help engineers and builders design and construct more durable and resilient structures.

Keywords: lightweight concrete, strength, durability, mix design, fibers, Compressive strength, recycled materials

1. Introduction

Lightweight concrete is a building material that has gained popularity in recent years due to its many benefits. It is a type of concrete that has a lower density than traditional concrete, which makes it lighter and more manageable. This type of concrete can be used in a variety of applications, including building foundations, walls, and floors, as well as for precast structures. The use of lightweight concrete can help to reduce the weight of structures, which can be particularly useful in high-rise buildings, where the weight of the structure can become a significant issue [1].

Despite its many advantages, the strength and durability of lightweight concrete can be a concern. Lightweight concrete can have a lower compressive strength than traditional concrete, and it can be more susceptible to cracking and weathering. These issues can affect the overall performance and longevity of structures made from lightweight concrete [2].

2. Method

To investigate the strength and durability of lightweight concrete, this study will review relevant literature on the topic. The review will focus on the properties of lightweight concrete, including its compressive strength, tensile strength, and durability. It will also examine factors that can affect the performance of lightweight concrete, such as mix design, curing methods, and environmental conditions. The study will highlight various methods for improving the strength and durability of lightweight concrete, such as adding fibers, using admixtures, and incorporating recycled materials.

3. Literature Review