

**Министерство высшего и среднего специального образования
Республики Узбекистан
Ташкентский АрхитектурноСтроительный Институт
Факультет Инженер-строительной инфраструктуры
КАФЕДРА: «ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ,
ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИИ»**

Магистерская диссертационная работа

**Тема диссертационной работы: «Конструктивные легкие бетоны пористых
заполнителей из местного сырья»**

магистра: Умматов Алишер Эшмуродович

Зав. кафедрой

д.т.н., проф. Акрамов Х.А.

Руководитель

к.т.н., доц. Шакиров Т.Т.

Ташкент-2015

**Министерство высшего и среднего специального образования
Республики Узбекистан
Ташкентский АрхитектурноСтроительный Институт
Факультет Инженер строительной инфраструктуры
КАФЕДРА: «Технология строительных материалов, изделий и
конструкции»
Направление 5А580501-Технология производства строительных
материалов и изделий**

*Утверждаю
Зав. кафедрой
проф. Х.А .Акрамов
«___»_____2015г.*

**ЗАДАНИЕ
магистру на разработку диссертационной работы**

(Ф.И.О)

1.Тема работы

утверждаю приказом по институту от «___»_____2013г. № - _____

**2.Исходные данные к
работе**_____

3. Индивидуальное задание

4. Содержание расчетно-пояснительной записи

5. Перечень графического материала

6. Руководитель работы

№	Разделы	Руководитель	Подпись, дата	
			Зад.выдал	Зад.принял
1	Технологический			
2	Расчетный			
3	Экономический			
4	Охрана труда и техника безопасности			

7. Дата выдачи задания

8. Руководитель

(подпись)

9. Задание принял к исполнению

(подпись)

№	Наименование разделов	Срок выполнения разделов	Примечание
1	Технологический		
2	Расчетный		
3	Экономический		
4	Охрана труда и техника безопасности		

10. Календарный план

11. Срок представления к предварительной защите_____

12. Магистрант:

_____ (подпись)

13. Руководитель проекта:

_____ (подпись)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
ГЛАВА 1. Анализ эффективности применения легких бетонов на базе местного сырья.....	11
1.1. Бетон на базе местного сырья, его эффективность и конструктивные особенности.....	12
1.2. Определение состава бетона на базе местного сырья.....	16
1.3. Задачи исследования.....	18
ГЛАВА 2. Особенности технологии легких бетонов на новых видах пористых заполнителях.....	20
2.1. Оценка свойств пористых заполнителей и влияние их на прочность и деформативность легких бетонов.....	21
2.2. Характеристики заполнителей из лессовидных суглинков.....	25
2.3. Оптимизация зернового состава заполнителей и водопотребность бетонной смеси.....	28
2.4. Выводы.....	38
ГЛАВА 3. Технология изготовления изделий из легкого бетона.....	39
3.1. Основы организации технологического процесса.....	40
3.2. Номенклатура железобетонных изделий.....	42
3.3. Производство железобетонных изделий.....	55
3.4. Выводы.....	55
ГЛАВА 4. Экономическая эффективность применения бетона и железобетона на легких заполнителях Узбекистана.....	65
4.1. Экономические преимущества применения пористых заполнителей.....	66
4.2. Экономическая эффективность применения легких бетонов.....	69
4.3. Основные требования по технике безопасности.....	70
4.4. Охрана труда.....	71
Заключение.....	74
Список литературы.....	75

ВВЕДЕНИЕ

Переход к рынку обусловил необходимость качественных сдвигов в экономике. В связи с этим необходим комплексный анализ основных направлений ресурсосбережения во всех звеньях экономики.

Основная цель ресурсосбережения - экономия и рациональное использование материальных ресурсов. Одним же из важнейших факторов повышения эффективности производства является режим экономии, т. е. совокупность планомерно внедряемых организационных, технических, экономических и других мероприятий.

Как подчеркивает Президент Узбекистана И. А. Каримов, с каждым днем нашего продвижения по пути независимости идет процесс более ускоренного осуществления процессов глубокого реформирования общества и обновления всех сфер его деятельности - политической, экономической, социальной[1].

Формирование рыночных отношений, привело к созданию класса собственников, а любой собственник, тем более хороший хозяйственник, при недостаточных и очень дорогих ресурсах будет изыскивать пути для производства оптимальной экономии материальных ресурсов и снижения их расходов. Таким образом, главная задача состоит в выявлении наиболее эффективных путей снижения расходов материальных ресурсов, используемых в производстве, но без ущерба качественных характеристик.

Следует отметить, что промышленность строительных материалов является отраслью, для которой вопросы ресурсосбережения, использования отходов особенно актуальны. Сегодня отрасль использует свыше двух миллиардов тонн различного минерального сырья, причем доля затрат на сырье в себестоимости продукции составляет 25—50%. В этих условиях привлечение в качестве сырья миллионов тонн промышленных отходов может принести и приносит значительный народнохозяйственный эффект. Показателен в этом отношении опыт цементной промышленности, где ежегодно используется с большой выгодой около 30 млн.т. различных отходов. В настоящее время крупнотоннажные отходы, представляющие интерес как сырье для производства строительных материалов, образуются на предприятиях десятков министерств и ведомств. Вместе с тем министерства, производящие строительные материалы, утилизируют не более 5 - 10% всех отходов[2].

Как правило, предприятиям, использующим отходы, повышенные финансовые и трудовые затраты не компенсируются дотацией, а общий народнохозяйственный эффект, включающий сокращение ущерба окружающей среде, не учитывается.

Одной из главных экономических задач, является рациональное использование местных сырьевых ресурсов и отходов

промышленностей, позволяющих экономить топливно-энергетических и материальные ресурсы.

В условиях возрастающих темпов научно-технического прогресса и перевода экономики на интенсивный путь развития вопросы повышения эффективности использования материальных ресурсов в народном хозяйстве страны приобретают решающее значение.

Следует отметить, что научно-технический прогресс должен быть нацелен на радикальное улучшение использования природных ресурсов, сырья, материалов, топлива и энергии на всех стадиях - от добычи и комплексной переработки сырья до выпуска и использования конечной продукции [4]. Вопросы утилизации отходов тесно связаны с охраной окружающей среды. Это объясняется тем, что развитие материального производства сопровождается непрерывным ростом объемов отходов. Эти отходы часто занимают земли, пригодные для ведения сельского хозяйства, загрязняют воздушный и водный бассейны. На удаление отходов производства затрачивается в среднем 8-10% стоимости производимой продукции. Решение вопросов экономии и рационального использования материальных ресурсов заключается прежде всего в реализации имеющихся резервов, возникновение и возрастание которых обусловлено непрерывным повышением уровня развития науки, техники, технологии, экономики и организации производства.

Практическое осуществление режима экономии требует значительного улучшения использования вторичных материальных ресурсов и отходов производства. Эти ресурсы должны занимать важное место в сырьевом балансе промышленности. Вместе с тем к настоящему времени доля их использования составляет всего около 3—5%, хотя по расчетам в общем объеме сырья она может достигать 30%. Вот почему на современном этапе развития национального хозяйства, в условиях кардинального ускорения научно-технического прогресса, вопросы оптимального использования отходов различных отраслей промышленности имеют чрезвычайно важное практическое значение.

В настоящее время следует выделить два принципиально различных подхода к решению этой проблемы. Первый — очистка вредных выбросов промышленных предприятий, второй — комплексное использование природных ресурсов, разработка и применение безотходных и малоотходных технологических процессов производства. Первый, по нашему мнению, не является решением проблемы, так как с помощью очистных сооружений не всегда удастся полностью прекратить поступление вредных веществ в окружающую среду. На строительство указанных сооружений затрачиваются значительные средства. Кроме того, они порождают сопутствующую проблему, связанную с утилизацией или уничтожением отходов, накапливающихся в процессе очистки вредных выбросов.

На современном этапе научно-технического прогресса наряду с созданием более совершенных новых видов оборудования,

предназначенного для очистки сточных вод и отходящих газов промышленных предприятий, более радикальным и в то же время более экономичным является второй путь - разработка таких технологических процессов производства, которые позволяли бы полностью или на первом этапе частично утилизировать многие отходы производства, в том числе и вредные. Рассматривая всю проблему использования отходов, приходится сделать вывод, что отходы могут быть огромным богатством, а если их правильно не использовать, тяжким бременем для государства. Широкие возможности по наиболее полному использованию отходов и попутных продуктов имеются в промышленности строительных материалов. Прежде всего, это объясняется крупными масштабами производства строительных материалов, что позволяет использовать большое количество отходов. Кроме того, многие отходы по своему составу и свойствам близки к природному сырью используемого различными отраслями промышленности строительных материалов.

В настоящее время в Республике Узбекистан определяющее значение приобретают такие качественные показатели, как снижение удельных затрат сырья, материалов и топлива. Это означает необходимость увеличения применения прогрессивных конструкционных материалов, металлических порошков и пластмасс, замены дорогостоящих материалов более дешевыми, синтетическими без снижения качества продукции; сокращения отходов производства, комплексного использования природных и материальных ресурсов, широкого вовлечения в хозяйственный оборот вторичных ресурсов, а также попутных продуктов. Бесспорно, использование таких основных направлений экономии ресурсов, как внедрение новых технологий, повышение качества сырья и материалов, снижение отходов, вторичных ресурсов, позволяет создать надежно действующий противозатратный механизм функционирования народного хозяйства.

Огромный потенциальный ресурс образования вторичных материальных ресурсов находится и в сфере потребления, т.е. у населения этот источник заготовки по многим видам вторичного сырья уже сегодня занимает значительное место, и с каждым годом его доля будет возрастать. В перспективе сбор и использование вторичного сырья от населения будет играть еще большую роль, так как объемы промышленных отходов постоянно увеличиваются.

«Избранный нами путь, - подчеркивает Президент Узбекистана И. А. Каримов, - нацелен на формирование сильного демократического правового государства и гражданского общества с устойчивой социально ориентированной рыночной экономикой». Одним же из важнейших условий рыночной экономики является рациональное использование (потребление) и экономия сырья, материалов, топлива и энергии (СМТЭ) [2]. В силу этого рациональное использование материальных ресурсов

означает непрерывный процесс его совершенствования, predeterminedного развитием производства.

На современном этапе развития нашего общества возрастает значение экономии как средства расширения и укрепления сырьевой базы страны, что объясняется быстрым ростом объемов производства и потребления материалов. О том, что либерализация экономики и эффективное использование материальных ресурсов являются главным направлением Узбекистана, свидетельствует Решение Заседания Кабинета Министров РУз, принятое 16 февраля 2002 г. Это решение служит руководящим документом для выполнения поставленных в нем задач, направленных на обеспечение экономного, рационального использования важнейших материальных и природных ресурсов нашего государства.

Таким образом, актуальностью темы является высокий рост применения строительных материалов и изделий на основе металлургических отходов. Использование отходов - это экономия труда, средств, природных ресурсов. От замены строительных материалов, получаемых из природного сырья, строительными материалами из шлаков можно получить экономический эффект в народном хозяйстве.

Цель настоящей работы: - на основании результатов экспериментальных исследований установить конструктивные свойства легких бетонов на новых пористых заполнителях Узбекистана. Определить правила назначения эффективных составов бетонных смесей и условия рационального использования их в конструкциях.

Научная новизна работы: - определения номинальных составов легких бетонов на новых пористых заполнителях, установление оптимального расхода воды, описывающие зависимости прочности на сжатия и средней плотности бетона от расхода воды, вяжущего и зернового состава заполнителей; эффективность и рациональные области применения конструкционных бетонов на новых пористых заполнителях.

На защиту выносятся:

экспериментальные исследования прочностных свойств легких бетонов.

Практическое значение результатов работы:

получен конструкционный легкий бетон на пористых заполнителях из местного сырья.

Структура и объём работы: Диссертация состоит из введения, 4 глав, основных выводов и списка литературы. Работа содержит 76 страниц машинописного текста.

ГЛАВА 1.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ НА БАЗЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

1.1. Бетон на базе местного сырья, его эффективность и конструктивные особенности

Широкое применение в Узбекистане современных методов индустриального строительства из сборных и панельных конструкций потребовало организации производства новых эффективных материалов, важное место, среди которых заняли легкие бетоны на искусственных пористых заполнителях.

Большой вклад в разработку теоретических основ и практики получения пористых заполнителей, легких бетонов на их основе и различных легкобетонных конструкций внесли фундаментальные труды ученых.

А. А.Аракеляна, И.Н. Ахвердова, Ю.М. Беженев, Г.А. Бужевича, Г.С. Бурлакова, А.И. Ваганова, И.А. Гервидса, Г.И. Гарчакова, В.Г. Довжика, И.А. Иванова, И.Г. Иванова-Детлова, Р.Л.Маиляна, Е.Н.Мали некого, С.А.Миронова, Н.А.Попова, В.Н.Пунагина, М.И.Рагового, М.З.Симонова, Б.Г.Скрамтаева, Н.Я.Спивака, М.П.Элинзона и многих других. Вопросы проектирования и расчета армированных конструкций из легких бетонов посвящены работы А.А.Гвоздева, К.П.Деллоса, Н.А.Корнева, Р.Л.Маиляна, В. В.Пинаджяна, А.Б.Пирадова, Ю.В.Чиненкова и др.

В Узбекистане имеется определенный опыт применения конструкционных и высокопрочных легких бетонов на пористых различных заполнителях. Наиболее распространены следующие виды конструкций: плиты перекрытий и покрытий, а также фермы, балки, арки, опоры ЛЭП и другие/13,19,23/.

Около 80% производимого в нашей стране легкого бетона используется в жилищно-гражданском, около 15% в промышленном и около 5% - в сельскохозяйственном строительстве.

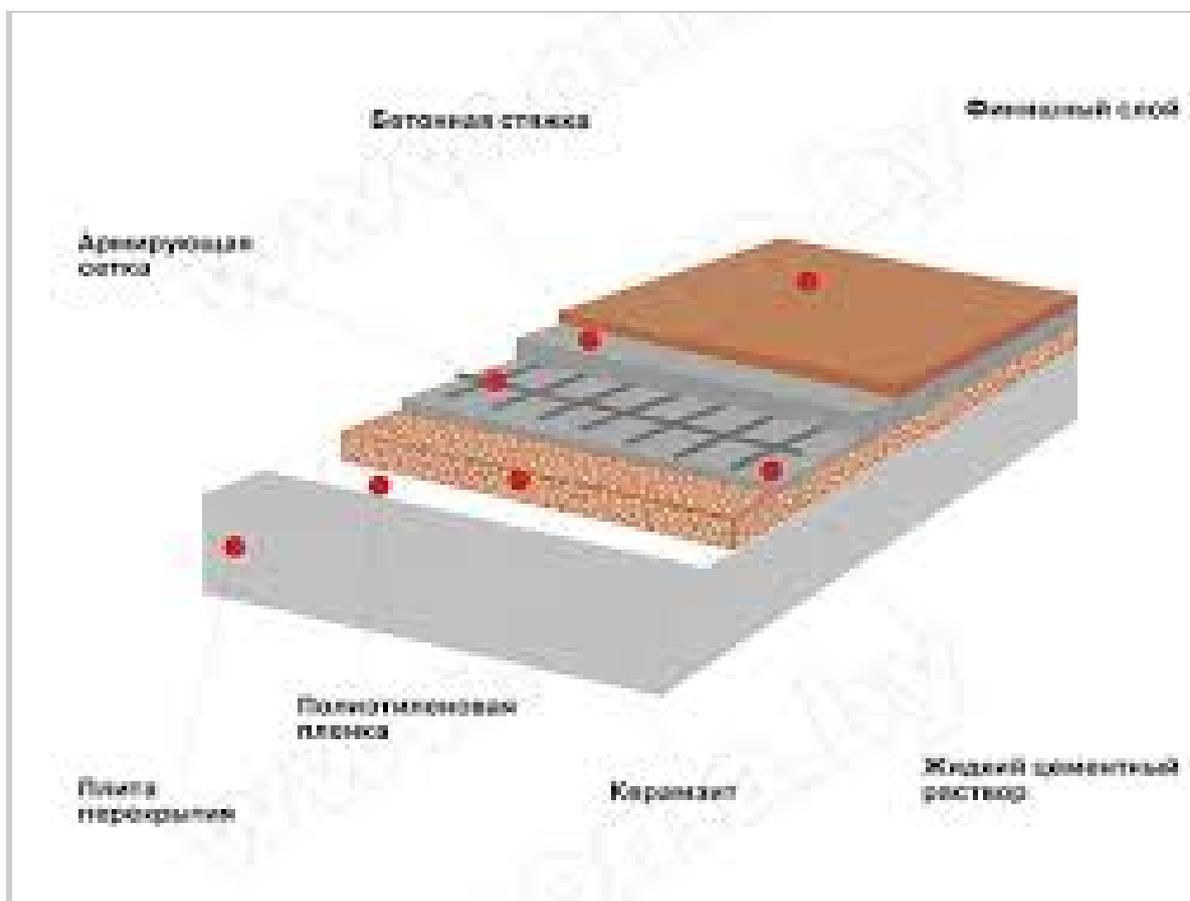
Общий объем производства различными странами легких бетонов на пористых заполнителях составляет большой объем.

Номенклатура легких бетонов весьма обширна, по прочности от 0,5 до 50 МПа и выше, по средней плотности от 300 до 2000 кг/м³.

За рубежом легкий высокопрочный бетон на искусственных пористых заполнителях, в основном, из глины и сланцев наиболее широко применяется в США, и его выпуск с каждым годом увеличивается /13,16/.

За последнее время производство конструкционного и высокопрочного легкого бетона значительно расширилось в таких странах как Англия, Австралия, Германия, Дания, Канада, Польша, Франция, Швейцария, Швеция, Япония /25,26/.

Широкое применение легких бетонов в наружных стенах, перекрытиях и комплексных конструкциях покрытий подтвердило техника - экономическую эффективность строительства из легкого бетона, позволившего снизить массу конструкций - на 35%, расход стали - на 10%, трудозатраты - на 20%.



Практикой установлено, что экономическая эффективность бетонов конструктивного назначения в основном зависит от соотношения стоимости крупного пористого и плотного заполнителя в регионе /12,14/.

Ведущими научно - исследовательскими институтами в области строительства обобщен имеющийся опыт проектирование и строительства зданий и сооружений различного назначения с применением легких бетонов/2,4,15,17/.

Замена тяжелого бетона легкими экономически эффективна, если соотношения стоимостей крупного пористого и плотного заполнителя не превышает в одноэтажных и многоэтажных промышленных зданиях 1:1,5; в крупнопанельных жилых домах 1:2,5; в сельскохозяйственных зданиях 1:3. С этих позиций наиболее эффективными является пористые природные заполнители, шлаковая пемза, аглопорит из топлива содержащих зол и отходов угледобычи, а также пористые заполнители из местного сырья.

В настоящее время результаты исследований большого числа ученых показывают, что легких бетоны на пористых заполнителях можно получить с равным и даже более высокими показателями /8,19,20/.

Малая средняя плотность, развитая поверхность и ряд других специфических свойств пористых заполнителей в совокупности определяют особенности легких бетонов. Легких бетон является более однородным композиционным материалом, по сравнению с тяжелым бетоном. Относительно близкие значения пористости легкого заполнителя и цементно-песчаного компонента, повышенное сцепление пористого заполнителя с цементным камнем, определяют конструкционную однородность легкого бетона и особенности его технологии /9,15,20/.

И.Н.Ахвердов, изучая влияние структуры пористых заполнителей на легких бетон, пришел к выводу, что «идеальную» модель легкого бетона можно

получить на заполнителе ноздреватой структуры (типа аглопорита, керампорита). Данный бетон, по мнению автора, является главным представителем всех видов бетона и даже бетон на плотных заполнителях рассматривается им как частный случай.

М.З.Симонов выявил, что бетонной смеси и в свежее отформованным бетоне на пористых заполнителях через поры происходит отсос влаги из цементного теста. При этом объеме отсасываемой воды превышает объем воздуха, отдаваемого тесту. В результате возникает градиент давления в контактном слое между заполнителем и цементным тестом, обуславливающий повышение плотности цементного теста и улучшения его адгезии с заполнителем. Данный эффект получил название «самовакуумирования».

В дальнейшем при уменьшении количества воды в цементном камне вследствие гидратации цемента пористые заполнители возвращают ранее поглощённую воду, создавая благоприятные условия для протекания гидротации цемента и уменьшения усадочные явления в цементном камне. Исследование, проведенные рядом ученых/10,18,25/ показали, что в капилляры заполнителя диаметром более 0.05 мм, которые характерны большинству видов пористых заполнителей, проникает из цементного теста цементно-водная суспензия, количество которой тем меньше, чем меньше величина, вод содержания бетонной смеси и размер открытых пор заполнителя. Внутри пор крупного заполнителя происходит процесс гидратации цемента сообразованием кристаллогидратов, срастание которых с поверхностью капилляров упрочняет заполнитель и обуславливает высокую силу сцепления последнего с цементным камнем.





Г.И.Гарчаков, исследуя стойкость бетона в зависимости от свойств керамзитного гравия и гранитового щебня, пришел к выводу, что самоуплотнение повышает стойкость керамзитобетона в агрессивных средах по сравнению с тяжелым бетоном на плотном заполнителе /17/.

В процессе твердения бетона происходит деформации цементного камня, известные как усадка. Под действием данных деформаций происходит предварительное обжатие заполнителя. Интенсивность обжатия, а также значение стабильность этого явления зависят не только от степени усадки растворной составляющей, но и от деформации расширения крупного заполнителя, причем эффект предварительного обжатия усиливается в результате встречного расширения последнего под действием влаги в процессе формирования структуры легкого бетона. Обжатие пористого заполнителя цементным камнем повышает его растяжимость и прочность. Фактическая прочность керамзита в легком бетоне не является постоянной величиной, т.к. повышается с увеличением степени предварительного обжатия.

Влияние предварительного обжатия может быть сведено на нем образованием усадочных микротрещин в цементном камне.

Л.Л.Кудрявцевым было установлено, что керамзитобетон при нормальных условиях имеет усадку примерно в 2-2,5 раза больше, чем обычный тяжелый бетон. По этому важна не только конечная величина прочности растворной части, но и кинетика набора прочности.

Фактическая прочность пористых заполнителей повышается с увеличением прочности растворной составляющей. В свою очередь увеличение прочности растворной части повышает прочность бетона лишь до определенного предела. Дальнейшее повышение прочности раствора в этом случае экономически нецелесообразно, так как оно достигается за счет, увеличения большого расхода цемента, что связано с увеличением средней плотности бетона.

1.2. Определение состава бетона на базе местного сырья

Конструкции из легких бетонов должны иметь возможно меньшую массу, стабильные показатели количества и достаточную стойкость в условиях воздействия окружающей среды. При этом для преобладающего большинства легкобетонных конструкций требуется определенное наивыгоднейшее сочетание показателей средней плоскости и прочности бетона.

Поскольку физико-механические свойства бетона зависят от параметров его состава, большое значение в технологии легкого бетона приобретает правильный метод определения показателей конструктивности бетона и способ оперативного управления качеством в условиях производства бетонных работ. Устанавливаемые в процессе определения состава легкого бетона параметры его состава должны обеспечивать:

нерасслаиваемость бетонной смеси и его формуемость при принятом методе укладки и уплотнения;

требуемые показатели назначения бетона; его прочность, среднюю плотность и коэффициент теплопроводности;

необходимую степень морозостойкости и длительное сохранение конструктивных свойств в конкретных условиях эксплуатации конструкции в сооружении /16,25/.

Отмеченные требования должны достигаться при минимальных затратах материальных средств, энергетических и трудовых ресурсах.

Технология конструктивных высокопрочных легких бетонов на базе местного сырья имеет ряд закономерностей, которые используются при определении его состава. В настоящее время при подборе состава легкого бетона используется две группы методов: расчетно-экспериментальные, устанавливающие количество материалов по способу абсолютных объемов и экспериментальный, предусматривающий опытное определение оптимального количества воды и рационального зернового состава пористых заполнителей.

Расчет состава по методу абсолютных объемов предусматривает определение по таблицам концентрации пористого заполнителя в бетоне, расход цемента определенной марки для обеспечения требуемой прочности и вода содержания бетонной смеси установленной марки по удобоукладываемости. Расчетные параметры состава обязательно уточняются в процессе опытных затворений и испытания прочности контрольных образцов. К недостаткам этого метода следует отнести отсутствие непосредственного учета и взаимосвязи между оцениваемой удобоукладываемостью и принятым способом формования /2,3,18/.

Второй метод основывается на положении, что каждому составу бетона при данном способе формования соответствует определенное оптимальное количество воды, при котором бетон приобретает максимальную прочность. Оптимальное количество воды затворения устанавливаются опытным путем в процессе формования способом, соответствующим принятому на производстве методу формования легкобетонного изделия. Разработан метод предусматривающий опытное определение зернового состава,

обеспечивающего максимальную насыпную плотность смеси пористых заполнителей, при котором бетон получают с минимальной средней плотностью. Достоинством этого метода является непосредственный учет всех особенностей материалов и технологии в процессе опытного определения функциональных зависимостей водопотребности, зернового состава и расхода цемента от показателей свойств бетона и бетонной смеси.



К недостатку метода определения состава легкого бетона по оптимальному расходу воды с следует отнести достаточную трудоемкость выполнения всех экспериментальных работ. Следует заметить, что недостатки этого метода практически исключаются при использовании методически подбор состава бетона регламентированной УзРСТ27006-96 «Бетоны. Правила подбора состава». Государственный стандарт предусматривает этапное определение рабочих дозировок бетонных смесей. На первом этапе экспериментальным путем устанавливаются основные зависимости показателей качества бетонной смеси и бетона от параметров его состава. По полученным зависимостям назначается номинальный состав бетона отвечающий установленным требованиям, при использовании материалов определенного качества. На втором этапе определяют рабочий состав бетона, учитывающий конкретно качество применяемых материалов. Назначения рабочего состава и последующие его коррекции выполняют с помощью установленных ранее функциональных зависимостей.

Стандартная методика подбора состава бетона при использовании положений определения состава по оптимальным параметрам обеспечивает получение бетона в конструкциях при минимальном расходе цемента и позволяет учесть все технологические особенности производства изделий и условия эксплуатации легкобетонной конструкции. Надежность предлагаемого способа будет обеспечена при правильном выборе и построении зависимостей показателей качества от параметров состава.

1.3. Задачи исследований

Анализ состояния вопроса по рассматриваемой проблеме позволяет сделать следующие выводы. Ограниченность производства высокопрочных легких бетонов в Узбекистане связана с недостатком достаточного количества эффективных пористых заполнителей.

Невысокое качество бентонитовых глин для производства керамзита, минералогические особенности лессовидных суглинков необходимых для аглопорита, отсутствие промышленных запасов перлита, шунгизита, опоки, доломита и трепела не позволяют увеличить производство пористых заполнителей.

Решение производственных программ Узбекистана невозможно без расширения ассортимента пористых заполнителей за счет использования местной сырьевой базы и отходов промышленности. Такими заполнителями является «керампорит» и высокопрочный гравиеподобный пористый заполнитель из лессовидных суглинков.

Для получения экономических бетонов необходимо при подборе составов бетона учитывать специфические свойства пористых заполнителей, а также климатические условия Узбекистана.

Важным является глубокое изучение конструктивных свойств легких бетонов на новых видах заполнителей с позиции современных методов расчета железобетонных конструкций. К ним относятся предельные значения деформативности бетона, периметрический уровни микротрещины- образование и другие механические характеристики бетонов.

Недостаточны также данные об анкеровке арматуры в таких бетонах, нет в частности данных о длине зоны анкеровки, которые весьма важны для правильного и обоснованного проектирования армированных конструкций.

В связи с этим в диссертационной работе поставлена цель, исследовать особенности технологии бетонов на новых видах пористых заполнителей Узбекистана и установить основные структурно-механические свойства таких бетонов.

Главная задача в технологии конструкционного легкого бетона на базе местного сырья - обеспечить, возможно, меньшую плотность при заданной довольно высокой прочности, а также достаточную стойкость и стабильность свойств. При этом необходимо отметить, что техническая и экономическая эффективность конструктивных легких бетонов, как вытекает из анализа применения их, зависит главным образом от качества пористых заполнителей



и показателей конструктивности бетона, установленных с учетом особенностей применяемых материалов и местных климатических условий.

Перспективным для районов Средней Азии являются пористые высокопрочные искусственные заполнители из широкого местного распространенного сырья - лессовидных суглинков. При получении их используются также добавки в виде зауглероженной каолиновой глины, являющейся отходом угледобывающей промышленности, а также отвальные низкосортные не вспучивающиеся бентонитовые глины. Получаемые заполнители гравиеподобной форме имеют высокие показатели прочности, поэтому их следует рассматривать как основной компонент легких бетонов высоких марок.

Для достижения максимальной эффективности бетонов на базе местного сырья необходимо разработать способы оперативного определения производственных составов бетона в местных условиях. При этом необходимо учитывать, что внедрение разработанных заполнителей в бетонах будет тормозиться отсутствием основных физико - механических свойств и показателей деформативности нового материала.

Рабочая гипотеза:

Техническая и экономическая эффективность конструкционных легких бетонов достигается применением качественных пористых заполнителей из местного сырья, при показателях конструктивности бетонной смеси, установленных с учетом особенностей применяемых материалов.

ГЛАВА 2.
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ
ЛЕГКИХ БЕТОНОВ НА НОВЫХ ВИДАХ
ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ

2.1. Оценка свойств пористых заполнителей и влияние их на прочность и деформативность легких бетонов

В настоящее время результаты исследований большого числа ученых показывают, что легкие бетоны на пористых заполнителях можно получить с равными и даже более высокими показателями, прочности, деформативности, водопроницаемости, долговечности, чем у тяжелого бетона.

Однако необходимо учитывать специфические особенности полученного вида заполнителя.

Н.Я.Спивак в своих работах приводит к выводу о том, что для обеспечения более высокой относительной прочности зерен керамзита, а затем керамзита бетона заполнитель должен иметь шарообразную форму. Трещины на поверхности зерен снижают прочность заполнителя и легкого бетона, а каверны приводят к увеличению расхода цемента (10).

Н.А.Попов и другие отмечают, что гравиеподобные заполнители по межзерновой пустотности имеют значительное преимущество перед щебнеподобными. У последних межзерновая пустотность находится в пределах 50-65%, иногда достигает и 70%, а у гравиеподобных заполнителей - в пределах 42-47%. Исследования показали, что за счёт лучшей уплотняемости легкобетонных смесей на заполнителях гравиеподобной формы бетон может иметь повышенную прочность при остальных равных условиях, чем бетон на заполнителях щебневидной формы. Кроме того, для заполнителя округлой формы, обладающих минимальной межзерновой пустотностью, требуется наименьший расход цементно-песчаного раствора, который, являясь наиболее тяжелым компонентом бетона, значительно увеличивает его плотность.

При одинаковых показателях реологических свойств растворной части и её количества бетонные смеси на заполнителях с меньшей пустотностью характеризуются лучшей удобоукладываемостью.

Бетон нельзя назвать изотропным материалом, структура которого состоит из компонентов, по своим свойствам резко отличающихся между собой. Поэтому исследователи рассматривают бетон с точки зрения конгломератного материала, причем как гетерогенное тело, состоящее из двух компонентов: заполнителя и цементного камня.

Пористая поверхность и ряд других специфических свойств пористых заполнителей в совокупности определяют особенности легких бетонов.

Следует отметить, что легкий бетон является более однородным материалом по сравнению с тяжелым бетоном в виду относительно близкой пористости легкого компонента, а также повышенного сцепления заполнителя с цементным камнем.



И.Н.Ахвердов, изучая влияние структуры пористых заполнителей на легкий бетон, пришел к выводу, что «идеальную» модель легкого бетона можно получить на заполнителе ноздреватой структуры (типа аглопорита). Данный бетон, по мнению автора, является главным представителем (общий случай) всех видов бетонов, и даже бетон на плотных заполнителях рассматривается им как его разновидность (частный случай). И.Н.Ахвердов предполагает, что не раскрытый в достаточной мере закон изменения пористости бетона и есть главный ключ к физической общности бетонов на различных видах пористых заполнителей (11).

С.П.Онадский на основании своих исследований приходит к выводу о том, что для получения заполнителя с наименьшей межзерновой пустотностью, а следовательно, легкого бетона на его основе с лучшей структурой необходимо применять заполнитель шаровидной или сфероидальной формы с шероховатой поверхностью, обеспечивающей прочное сцепление с растворной частью. В то же время, автор подчеркивает, что сильно развитая поверхность заполнителя приводит к перерасходу вяжущего, а остеклованная поверхность заполнителя предопределяет слабое его сцепление с цементным раствором (12).

Заполнители в зависимости от величины их водопоглощение и пористости оказывают различное влияние на поведение бетонной смеси и формирование её структуры.

М.З.Симонов считает, что наличие открытых пор на поверхности зерен пористых заполнителей не всегда приводит к отрицательному результату. В бетонной смеси и в свежееотформованном бетоне на таких пористых заполнителях через поры происходит отсос, при этом объем отсасываемой воды превышает объем воздуха, отдаваемому тесту. В результате возникает градиент давления в контактном слое между заполнителем и цементным тестом, обуславливающим повышение цементного теста и улучшение его адгезии с заполнителем. Данный эффект получил название «самовакуумирования» (13).

Следует подчеркнуть целесообразность применения в условиях сухого жаркого климата заполнителей с повышенным вод поглощением. Эти заполнители при приготовлении бетонной смеси насыщаются водой и в течении длительного времени являются «резервуарами» для её хранения. По мере высыхания цементного камня вода под воздействием влажностного градиента постепенно мигрирует из заполнителя в высыхающий цементный камень, обеспечивая более благоприятные условия твердения бетона.

Исследования, проведенные рядом ученых. Показали, что в капилляры заполнителя диаметром более 0,05 мм, характерные для большинства видов пористых заполнителей, из цементного жеста проникает цементно-водяная суспензия, количество которой тем меньше, чем меньше величина В/Д бетонной смеси и размер открытых пор заполнителя. Внутри капилляров крупного заполнителя происходит процесс гидратации цемента с образованием кристаллогидратов, срастание которых с поверхностью капилляров упрочняет заполнитель и обуславливает высокую силу сцепления последнего с цементным камнем.

Г.И.Горчаков, исследуя стойкость бетона в зависимости от свойств керамзитового гравия и гранитного щебня, пришел к выводу, что самоуплотнение повышает стойкость керамзитобетона в агрессивных средах с тяжелым бетоном на плотных заполнителе.

Характеристики легкого бетона наряду с качеством составляющих и их расходом в большой степени зависят от силы сцепления цементного камня с заполнителем. Эта связь обусловлена физико-химическими и чисто физическими факторами в зоне их контакта.

Изучению адгезии заполнителей с цементным камнем, состоянию контактной зоны посвящено много работ.

Как показали исследования, повышенная связь пористого заполнителя с цементно-песчаным компонентом сохраняется даже при высоких напряжениях в бетоне близком к его пределу прочности. Сцепления цементного камня с заполнителем может превышать предел прочности при растяжении цементного камня и является одним из важных показателей, определяющих прочность бетона. Зацепления цементного камня с заполнителями зависит от многих факторов, которые влияют на свойства и строение контактной зоны.

Исследователи отмечают три основных вида связей:

- а) механическое зацепление за счет шероховатой поверхности заполнителей;
- б) ионная связь за счет прорастания решеток цементного камня и заполнителя;
- в) капиллярная связь, обусловленная наличием жидкой фазы на границе цементный камень - заполнитель.

Существуют различные, порой противоречивые мнения относительно взаимосвязи прочности применяемых пористых заполнителей с прочностью легких бетонов. Однако большинство исследователей считают, что при одних и тех же характеристиках растворной части прочность легкого бетона определяется в основном прочностью заполнителя.

М.З.Симонов считает, что чем прочнее пористый заполнитель, тем прочнее легкий бетон на его основе.

Ю.Д.Нациевский выдвигает гипотезу о том, что зерна заполнителей в бетоне подвергаются всестороннему обжатию вплоть до величины 0,8К (граница образования макротрещин по О.Я.Бергу). После этого, происходит перераспределение усилий между раствором и заполнителем. Раствор, по его мнению, включается в работу (объем его уменьшается), а заполнитель выключается из работы (объем его возрастает). Автор также считает, что повышение прочности бетона пропорционально прочности заполнителя.

Исследования Ю.И.Корниловича дополняют, а в отдельных положениях подразумевает с теорией А.И.Ваганова. Ю.И.Корнилович основывается на

изучении структурной прочности легкого бетона как конгломерата. Автор выделяет три основных вида разрушения бетона на пористых заполнителях:

1. Разрушение по цементному раствору и заполнителю.
2. Разрушение по цементному раствору и его контакту с заполнителем
3. Разрушение только по цементному раствору.



В то же время автор считает, что возможно и различное сочетание данных видов. Им была выдвинута теория об одновременном разрушении элементов, определяющих прочность конгломерата легкого бетона в целом. Важным выводом работы Ю.Е.Корниловича является утверждения о возможности и целесообразности получения бетонов на слабых заполнителях, т.е. о целесообразности использования II фазы.

Е5 месте с тем все исследователи приходят к общему мнению о существовании взаимосвязи прочности пористого заполнителя с прочностью легкого бетона. Однако количественное выражение этой связи у автора совершенно различно. Соответственно и требования, выдвигаемые авторам к прочности заполнителей, неоднозначны. Это положение наглядно проиллюстрировано в таблице-1.

Таблица-1

Требования к прочности керамзита для легких бетонов

Минимально требуемая прочность керамзитного гравия в МПа для бетонов классов				
В 15	В 20	В 22,5 (В 25)	В30	В 40
3,7-4.5	5-6	7-8	9-10	12-13
4	4,5	5,5	8	11
2.5	3	3,5	4	5
2,5	3,6	4,4	6	7,2
2	2,5	3,3	5,5	6,5
2	2,5	3,5	5	7

Из приведенных видно, что требуемая прочность керамзита может быть в 4 - 10 раз ниже прочности бетона.

Для других пористых заполнителей (табл.2.) эта разница, еще более ощутима. Например, для аглопоритового щебня или щебня из шлаковой пемзы предъявляются совсем иные требования, чем для керамзитового

[Введите текст]

гравия. Связано это с различием в сырье, составе, структуре, форме, характере поверхности заполнителей, которые оказывают существенное влияние на характеристики бетона.

Исследования, проводимые в последнее время, указывают на то, что оптимальные прочностные и деформативные показатели легких бетонов могут быть получены при сближении свойств пористого заполнителя и пористого цементного камня.

Таблица-2

Требуемая прочность заполнителя для обеспечения заданного класса легкого бетона

Класс по прочности на сжатие	Минимально требуемая прочность пористого заполнителя, Мпа		
	Керамзитовый гравий	Аглопортовый щебень	Щебень из шлаковой пемзы
15,0	1,5	0,6	0,5
20,0	2,0	0,7	0,6
25,0	2,5	0,8	0,8
30,0	2,3	0,9	1,1
35,0	4,5	1,0	1,4
40,0	5,5	1,2	1,8
50,0	6,5	1,4	2,2

2.2. Характеристики заполнителей из лессовидных суглинков

На кафедре «Технология строительных материалов, изделий и конструкций» ТАСИ проведены исследования технологии получения гравиеподобного пористого заполнителя.(14,15,16)

Объектов таких исследований послужили лессовидных суглинки Ташкентского месторождения. В качестве добавки применяли отвальный не вспучивающийся бентонит Келесского месторождения для получения пористого заполнителя «Керампорита».

Из опытной массы в заводских условиях получен пористый заполнитель «керампорит» при следующем составе шихты (первый вид заполнителя):

1. Лессовидный суглинок -75%
2. Бентонит -15%
3. Уголь -10%

Сырьем для опыта послужил лессовидный суглинок Ташкентского месторождения, просеянный через сито 2мм, который смешали с углем Ангренского месторождения, просеянного через сито 2,5 мм, а также с бентонитом Келесского месторождения, смолотого в шаровой мельнице СМ-434. Бентонит был просеян через сито 1,2мм. Формовку гранул осуществляли с помощью тарельчатого гранулятора, при 21-22% влажности шихты. После подсушивания до воздушно-сухого состояния гранулы направляли на обжиг во вращающуюся печь длиной 8 м и диаметром 0,9м.

Температура обжига составила, 1060-1100°С, отходящих газов 435-520° С. Режим обжига от момента загрузки и выхода гранул составил 40-45 мин.

Обожженный пористый наполнитель «керампорит»- шарообразной формы характеризуется физико-механическими свойствами, приведенными в табл.3.

Таблица-3

Основные характеристики пористого наполнителя «керампорита»

Показатели	Единица измерения	Значение для фракций	
		5-10мм	10-20мм
Насыпная плотность	кг/м ³	772	752
Средняя плотность зерен	г/см ³	1,31	1,30
Прочность при сдавливании в цилиндре(сТ=150мм)	МПа	5,5	4,5
Водопоглощение через 1 час	%	18	18
Потери массы при:			
а) прокаливании	%	1,6	1,2
б) силикатном распаде	%	0,54	0,58
в) железистом распаде	%	0,61	0,63
г) кипячении	%	0,72	0,74
Морозостойкость	цикл.	более 100	более 100
Содержание CO ₃	%	1,6	1,2

Данные таблицы свидетельствуют о том, что испытания, проведенные по методике - УзРСТ 9758-94 «Заполнители пористые неорганические для бетона. Методы испытаний», показали, что полученный пористый наполнитель шарообразной формы-керампорит, удовлетворяет требованиям УзРСТ 9757-94. Обожженный пористый наполнитель «керампорит» имеет следующий фракционный состав: менее 5 мм - 10%; 5-10 мм - 40 %; 10-20 мм - 50%.

Обжигом во вращающейся печи были получены опытно промышленные партии пористых наполнителей по технологии производства керамзита как керамзитоподобных наполнителей. Пористые наполнители из лессовидных суглинков относятся к маркам по насыпной плотности 800, по прочности фракций 5-10 мм - к марке П-300, фракций 10-20 мм - к марке П-250, что соответствует требованиям для применения в конструктивных легких бетонах со средней плотностью в сухом состоянии 1600-1800 кг/м³ и кубковой прочностью 20-40Мпа.

Однако, раскрывая положительные свойства полученных наполнителей, следует отметить, что водопоглощение наполнителей из лессовидных суглинков все же несколько выше, чем у керамзитового гравия, так как по исходному сырью и природе порообразования полученные наполнители ближе к аглопоритовому щебню, водопоглощение которого вообще не нормируется.

Прочностные характеристики гранул в 4,5 - 5,5 МПа позволяют сделать вывод о том, что из лессовидных суглинков с добавкой Ангрениских [Введите текст]

каолининовых глин возможно получить высокопрочный гравиеподобный пористый наполнитель для конструктивных и высокопрочных легких бетонов, то есть принципиально новый прогрессивный строительный материал.

При изготовлении легких бетонов в качестве вяжущего использован шлакопортландцемент Ахангаранского завода марки 400, характеристики которого представлены в табл.4 и 5.

Мелким наполнителем в бетонах служил песок Чирчикского месторождения, свойства которого представлены в табл.2.7, удовлетворяющий требованиям УзРСТ 10268-94.

Химический состав портландцемента

Таблица-4

Название	Количество оксидов, % по массе								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	SO ₃	K ₂ O +Na ₂ O ₃	П.П.П
Ахангаранский шлакопортланд цемент М400	21-24	4-7	2-4	60-63	1-2	1,1-1,5	0,2-0,3	0,3-0,7	0,6-0,7

Таблица-5

Физико-механические свойства цемента

Наименование	Нормальная густота цементного теста %	Проба на равномерное изм. в объеме	Сроки схватывания(мин)		Предел прочности при сжатии, МПа			Предел прочности при растяжении, МПа		
			начало	конец	3 сут	7 сут	28 сут	3 сут	7 сут	28сут
Ахангаранский шлакопортланд цемент М400	25	Выдерживает	100	630	23,0	30,0	42,0	4,2	5,6	7,6

Свойства песка Чирчикского месторождения

Наименование песка	Полные остатки на ситах, %						Модуль крупности, Мкр	Отмучивание, %	Насыпная плотность, г/см ³	Объемная плотность после виброуплотнения в течении 30 сек г/ см ³	Плотность, г/см ³	Пустотность всостоянии, %	
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14						Рыхлом	уплотненном
Песок Чирчикского месторождени я	-	4,8	12,3	35,4	71,3	96,3	2,2	0,5	1,38	1,8	2,63	40	30

В качестве добавки применяли ЛСТ. Эта добавка представляет собой в основном кальциевые соли лигносульфоновых кислот. Получают ее в виде жидкости из сульфитных щелоков, образующихся при переработке целлюлозы. Применяемая добавка соответствовала УзРСТ 13- 183-94.

2.3. Оптимизация зернового состава заполнителей и водопотребность бетонной смеси

Значительнее влияние на плотность и прочность бетона оказывает исходный зерновой состав заполнителей. Крупнопористые легкие бетоны, состоящие преимущественно из пористого щебня или гравия, обладают наименьшей плотностью, однако их прочность также невелика. Наиболее же прочим легкие бетоны можно получить лишь при правильно подобранном соотношении между песком и щебнем (гравием). Также бетоны (на одинаковых заполнителях) тяжелее, чем крупнопористые, но гораздо прочнее их. Абсолютные величины изменения плотности бетона и расхода цемента в связи с различием в зерновом составе заполнителей могут колебаться в широких пределах в зависимости от качества и особенностей заполнителя и вяжущего. Поэтому нельзя дать одного или даже нескольких определенных составов для всех пористых заполнителей. Для каждого заполнителя эти величины должны быть найдены опытным путем.

Задача подбора состава смеси с оптимальным расходом воды состоит в том, чтобы для заданной прочности бетона установить расход вяжущего, воды, а также зерновой состав заполнителей, обеспечивающих требуемую плотность бетона при наименьшем расходе вяжущего и при заданных параметрах уплотнения смеси. (17,18).

Для получения бетона заданной плотности и прочности при наименьшем расходе вяжущего рекомендуется использовать наиболее простой метод нахождения оптимального зернового свойства заполнителя, который имеет важное практическое значение и особенно пригоден для заводов, получающих фракционированные заполнители.

Подбор состава легкого бетона с оптимальным расходом воды наиболее рационально производить по способу опытных затворений, включающему следующие операции:

- выбор предельной крупности заполнителя; назначение зернового состава смеси заполнителей;
- выбор предварительного расхода вяжущего для изготовления пробных замесов;
- определение оптимальных расходов воды для выбранных расходов вяжущего при принятых параметрах уплотнения смеси;
- установление зависимости между расходом вяжущего и прочностью бетонов в заданных условиях его уплотнения и твердения;
- назначение производственного состава бетона.

Предельную крупность заполнителя назначают, исходя из размеров конструкции и расположения арматуры. При назначении предельной крупности заполнителя необходимо учитывать, что уменьшение предельной крупности повышает удобоформуемость и связность бетонных смесей и до известных пределов повышает прочность бетона, а увеличена предельной крупности уменьшает плотность бетона. Как правило, крупность пористого гравия не должна превышать 200мм(19). Зерновой состав заполнителей оказывает сильное влияние на плотность бетона и расход вяжущего. Зерновой состав назначают предварительно по графикам или таблицам и затем уточняют путем, изготовления нескольких серий бетонных образцов с заполнителями разного зернового состава(17,18).

Исследования, выполненные Я.Ш.Штейном и Н.А.Поповым позволили выявить влияние зернового состава заполнителей на основные свойства бетона. Наименьшей плотностью характеризуются, бетоны, которые не содержат мелких фракций. По мере увлечения содержания наиболее мелких фракций плотность бетона возрастает. Наиболее легкими следует считать беспесчаные и мало песчаные бетоны, в которых содержание крупного песка (1,2...5 мм) не превышает 20%, а мелкого-10% от объема фракционированного заполнителя.



Наименьший расход цемента имеет место при определенном соотношении мелких и крупных фракций и небольшом количестве средних фракций.

Испытания большого количества различных пористых заполнителей в бетонах, проведенные рядом исследователей, показали, что оптимальные с точки зрения расхода вяжущего зерновые составы смесей заполнителей практически очень мало зависят от прочности бетона и находятся в пределах, приведенных в табл. 7.

Таблица-7

**Зерновые составы пористых заполнителей для
выброуплотняемых легких бетонов**

Вид пористого заполнителя	Предельная крупность заполнителя, мм	Содержан фракций, ¹ % по объёму при крупности, мм)		
		менее 1,2	1,2... 5	более 5
Щебень	10	45...65	0...20	35...55
	20	30...50	0...20	50...70
	40	20...35	0...20	65...80
Гравий	10	40...60	0...20	40...60
	20	25...45	0...20	55...75
	40	15...30	0...20	70...85

Для оптимизации состава бетона на заполнителях из суглинков одновременно были подобраны расходы цемента и вода по пяти составам бетонов, характеризующихся различными соотношениями фракций заполнителей, приведенными в табл.8 и в дальнейшем установлены средняя плотность и прочность этих бетонов в сухом состоянии.

Оптимальный расход воды для бетона с заданными значениями зернового состава заполнителей и расхода вяжущего находим путем изготовления четырёх серий бетонных образцов с разным расходом воды. Первый (исходный) расход воды устанавливаем по состоянию бетонной смеси: расход воды был таким, при которой бетонная смесь комковалась, но не прилипла к поверхностям. Кроме того, смесь имела характерный блеск, отсутствие

[Введите текст]

блеска(матовая смесь) указывало на недостаточное количество воды. Признаком явно избыточного количества воды в смеси явилось отделение от нее цементного молока в период перемешивания или укладки.

Таблица-8

Варианты зерновых составов заполнителей

№ варианта зернового состава заполнителя	Содержание фракций, % по объему (при крупности, мм)		
	Менее 1,2	1,2...5	Более 5
I		-	100
II	10	5	85
III	20	10	70
IV	30	15	55
V	40	20	40

В последующем готовим еще два замеса бетонной смеси, в которых содержание воды на 10 и 20% меньше, чем в первом замесе, и один с расходом воды на 10% большим, чем в первом замесе. Изготавливаем опытные образцы размером 10 x 10 x 10 см при предельной крупности заполнителя 20 мм.

На всех четырех замесов готовим бетонные образцы. После выдержки в течение 2-3 ч образцы пропаривались по режиму 3+6+3 ч с температурой изотермического прогрева 80-85°C. После выдержки в течение 4 - 8 ч после пропаривания определяем плотность и прочность бетона. По полученным данным строим график- зависимости предела прочности при сжатии бетона от расхода воды, представленный на рис. 1 .Оптимальным считается такой расход воды, при котором прочность бетона при заданном зерновом составе заполнителя, расходе цемента и условиях уплотнения получается наибольшей. Для каждого расхода цемента по графику оптимальный расход воды в зависимости от максимальной прочности бетона.

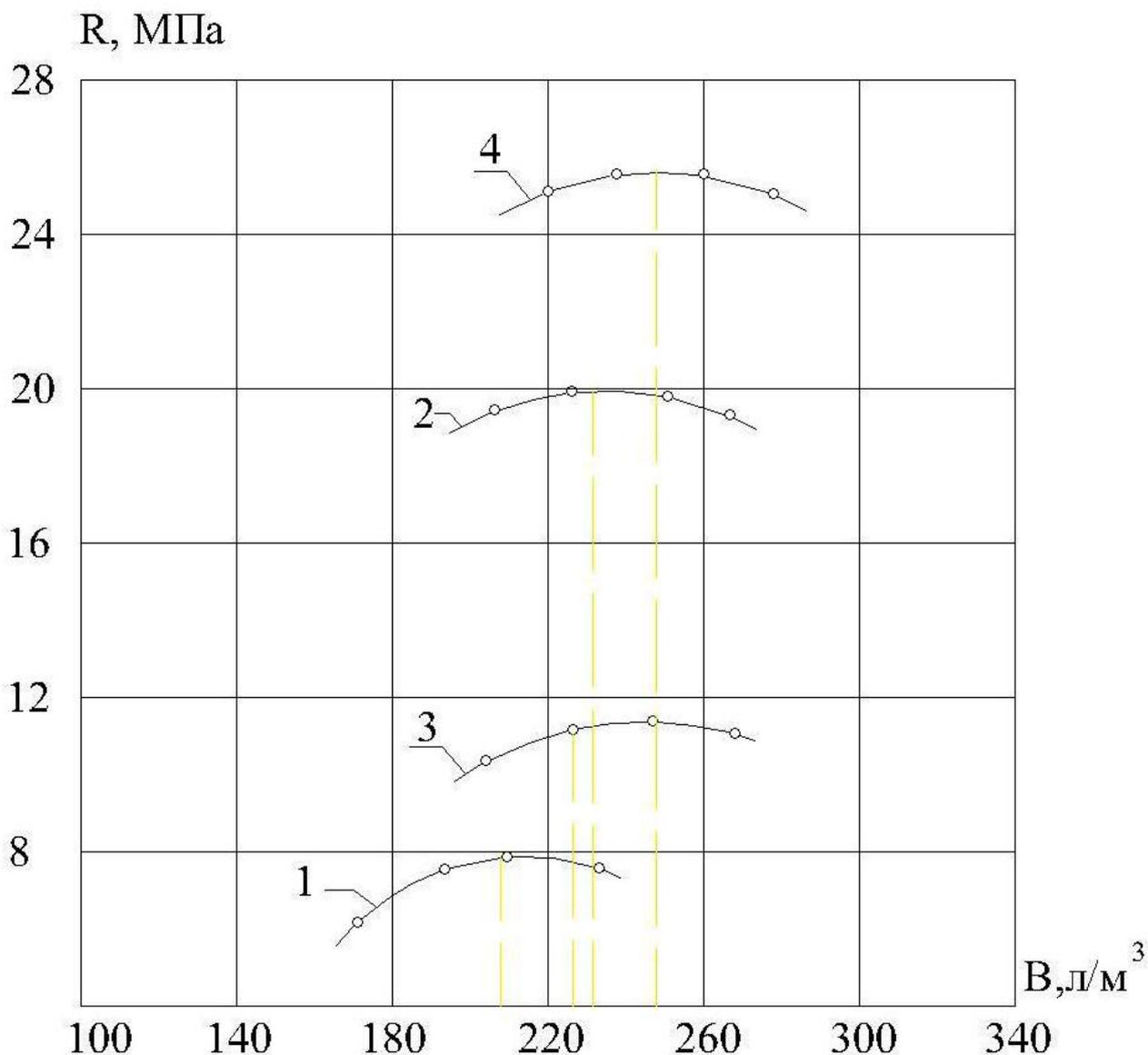


Рис1. График для определения оптимальных расходов воды по результатам испытания бетонных образцов:

1 и 2-зерновой состав с расходом цемента соответственно 225 и 450 кг на 1 м³ бетона;

3 и 4 -зерновой состав с расходом цемента соответственно 225 и 375 кг на 1 м³ бетона;

Для выявления оптимального зернового состава заполнителя обеспечивающего получение заданных свойств бетона при наименьшем расхода цемента, необходимо проверить, все составов приведенные в табл.8 Для образцов размером 100x100x100 мм находим расход отдельных фракций заполнителя на один замес по таблице 10, для фракции 5... 10 мм - 40% для фракции 10...20 мм -60%.

Таблица-9

Расход заполнителей на один замес (для шести кубов-близнецов размером 100 x 100 мм)

№ варианта зернового состава заполнителя	Расход отдельных фракция заполнителя на I замес, л				Общий расход всех фракций на замес, л
	(при крупности, мм)				
	до 1,2	1,2...5	5...10	10...20	
I	-		4,8	7,2	12
II	1,2	0,6	4,08	6,12	12
III	2,4	1,2	3,36	5,04	12
IV	3,6	1,8	2,64	3,96	12
V	4,8	2,4	1,92	2,88	12

Опытным путем устанавливаем оптимальный расход воды для двух зерновых составов заполнителей (I и III) с двумя разными расходами цемента каждый. Для состава I расход цемента принимаем из расчета 225 г и 450г на 1 л заполнителя. Путем построения кривых зависимости прочности бетона от расхода воды (рис.1.) для этих зерновых составов заполнителей и расходов цемента находим оптимальные расходы воды, приведенные в табл.11. Оптимальный расход воды для двух остальных расходов цемента при данном зерновом составе заполнителя находим расчетным путем по формуле:

Таблица -10

Значения оптимального расхода воды

№ варианта зернового состава заполнителя	Расход цемента		Оптимальный расход воды	
	на 1 л заполнителя	на один замес, см ³	на один замес, см ³	на 1м ³ бетона, л
I	225	2700	2520	210
	300	3600	2612	218
	375	4500	2704	225
	450	5400	2796	233
II	225	2700	2610	218
	300	3600	2724	227
	375	4500	2838	237
	450	5400	2952	246
III	225	2700	2700	225
	300	3600	2836	236
	375	4500	2972	248
	450	5400	3108	259

IV	225	2700	2790	233
	300	3600	2948	247
	375	4500	3106	259
	450	5400	3264	272
V	225	2700	2880	240
	300	3600	3060	255
	375	4500	3240	270
	450	5400	3420	285

$$B_x = B_1 + \frac{(B_2 - B_1)(C_x - C_1)}{(C_2 - C_1)} \quad (2.1)$$

где B_x - искомый оптимальный расход воды на 1 м бетона (или замес) при расходе цемента C_x , л (или см³);

B_1 - оптимальный расход воды на 1 м бетона (или на замес) при меньшем расходе цемента C_1 , л (или см³);

B_2 - оптимальный расход воды на 1 м³ бетона (или на замес) при большем расходе цемента C_2 , л (или см³); По формуле находим оптимальный расход воды для всех значений расхода цемента (225, 300, 375 и 450 г на 1 л заполнителей) при I и III зерновых составах заполнителей.

Методом графической интерполяции находим оптимальный расход воды для всех остальных величин расхода цемента.

Установив оптимальный расход воды для всех зерновых составов заполнителей и всех вариантов расхода цемента, готовим и испытываем дополнительные бетонные образцы (в нашем примере 16 различных замесов). Расход воды на 1 м бетона определяем расчетным путем по формуле 2.1. Результаты опытов и составы бетонов на различных вариантах соотношений заполнителей представлены в табл. 11.

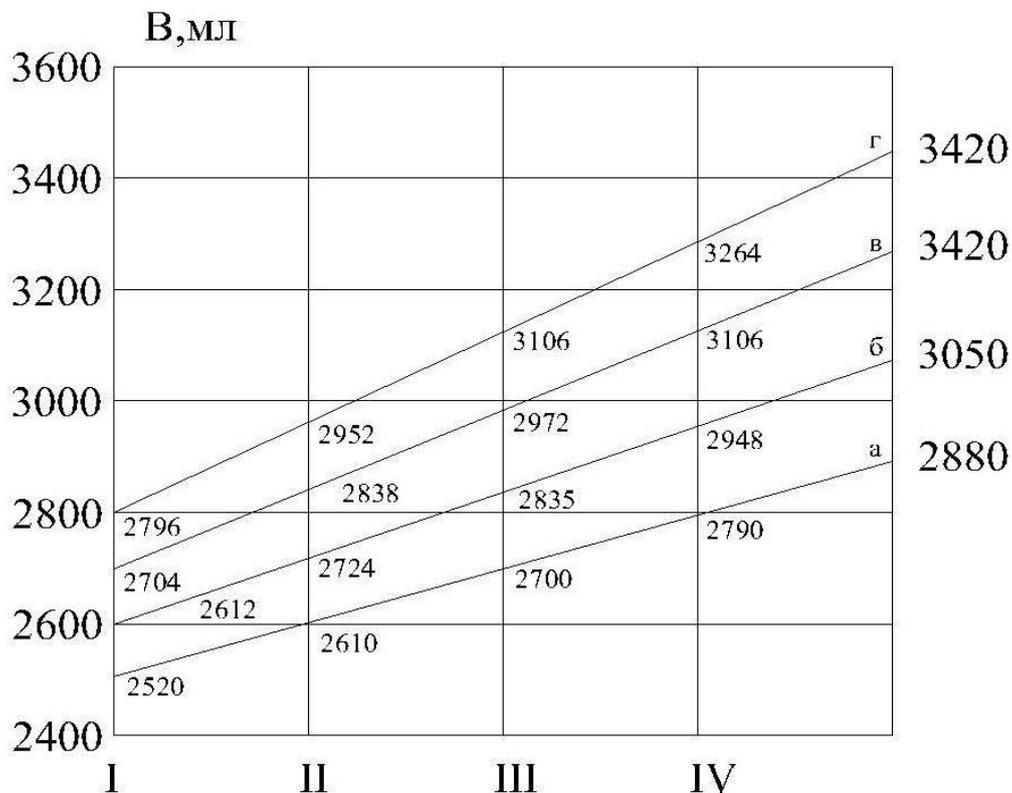
Таблица-11

Расход материалов для легких бетонов на пористом гравии, плотном песке и цементе марки 400

№ варианта зернового состава заполнителя	Расход заполнителя, кг (при крупности, мм)		Расход цемента кг(Ц)	Расход воды кг(В)	Прочность бетона МПа(R)	Плотность бетона кг/м ³ (ρ)
	менее 5	более 5				
	2	3	4	5	6	7
I	0	912	225	210	8	1171
II	243	775	225	218	10	1277
III	486	638	225	225	12	1383
IV	729	502	225	233	14	1490
V	972	365	225	240	16	15%

[Введите текст]

1	0	912	300	218	13	1257
II	243	775	300	227	15	1363
III	486	638	300	236	18	1469
IV	729	502	300	247	20,5	1576
V	972	365	300 *	255	23	1682
1	0	912	375	225	175	1343
II	243	775	375	237	21,5	1449
III	486	638	375	248	25,5	1555
IV	729	502	375	259	295	1662
V	972	365	375	270	34	1768
I	0	912	450	233	20	1430
II	243	775	450	246	25	1536
III	486	638	450	259	30	1642
IV	729	502	450	272	35	1749
V	972	365	450	285	40	1855



№ № зерновых составов заполнителя

Рис.2. График для определения оптимальных расходов воды методом графической интерполяции:

о - точки, полученные опытным путем.

• - точки, полученные методом графической интерполяции и расчетным путем; а,б,в и г - расход цемента на замес соответственно: 2700 , 3600 , 4500 и 5400 г

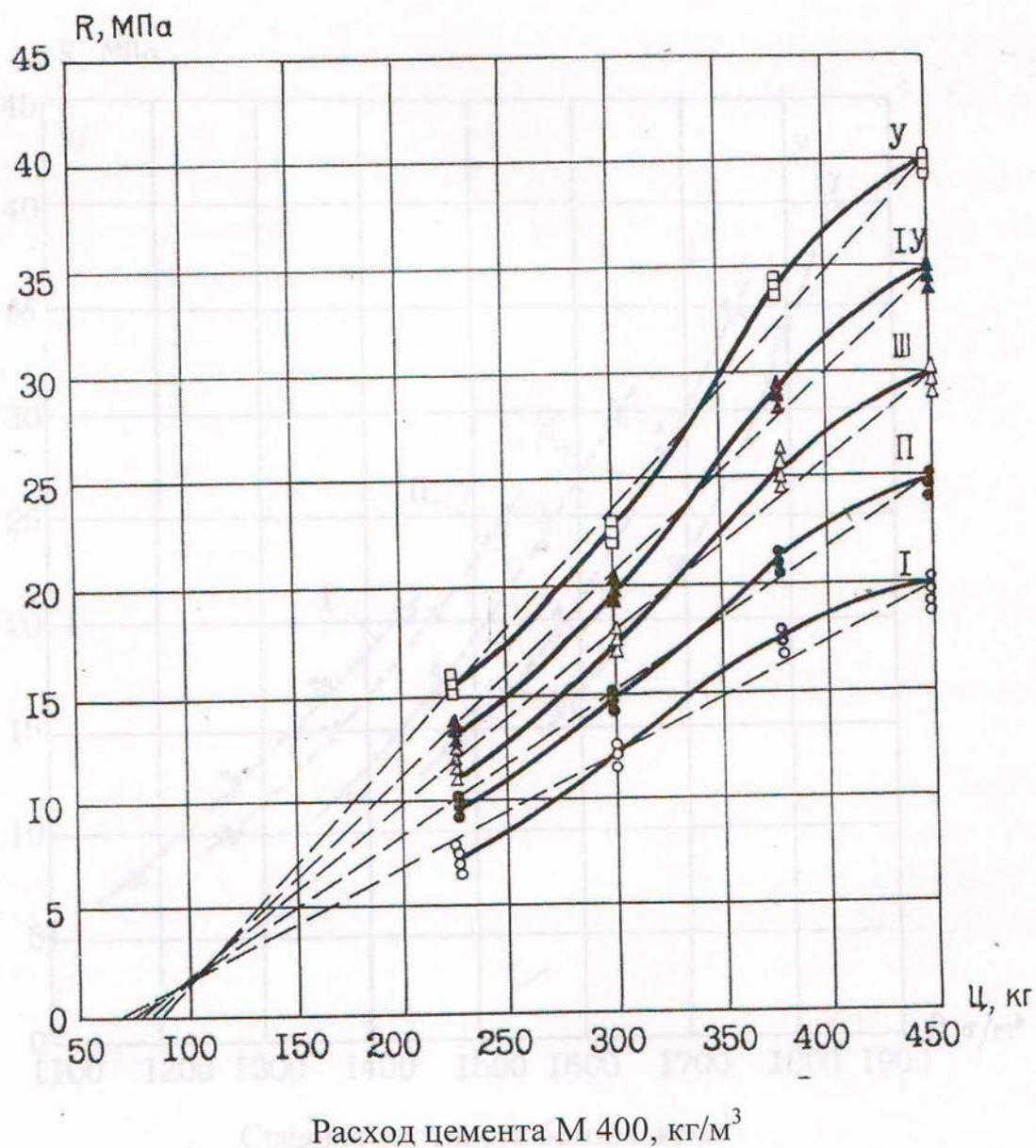
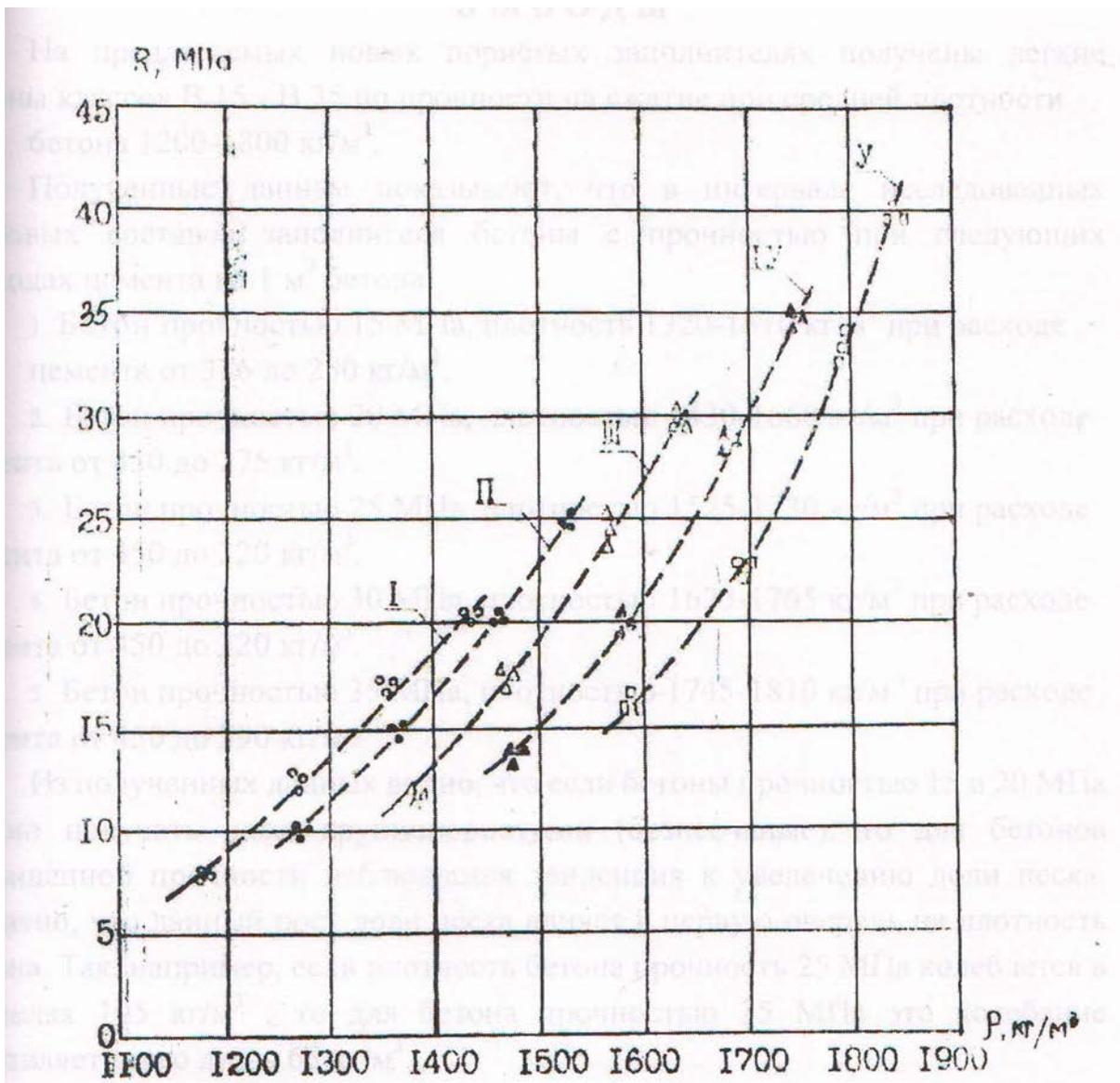


Рис. 3. Зависимость прочности бетона от расхода цемента: I, II, III, IV, V-зерновые составы заполнителей.



Средняя плотность бетона, кг/м^3

Рис 4. Зависимость прочности бетона от средней плотности бетона : I , II , III . IV , V - зерновые составы заполнителей .

В ы в о д ы

На предлагаемых новых пористых заполнителях получены легкие бетоны классов В 15 - В 35 по прочности на сжатие при средней плотности бетона 1200-1800 кг/м³.

Полученные данные показывают, что в интервале исследованных зерновых составов заполнителя бетоны с прочностью при следующих расходах цемента на 1 м³ бетона:

1. Бетон прочностью 15 МПа, плотность 1320-1570 кг/м³ при расходе цемента от 336 до 250 кг/м³.
2. Бетон прочностью 20 МПа, плотностью 1430-1660 кг/м³ при расходе цемента от 450 до 275 кг/м³.
3. Бетон прочностью 25 МПа, плотностью 1525-1730 кг/м³ при расходе цемента от 450 до 320 кг/м³.
4. Бетон прочностью 30 МПа, плотностью 1625-1765 кг/м³ при расходе цемента от 450 до 320 кг/м³.
5. Бетон прочностью 35 МПа, плотностью 1745-1810 кг/м³ при расходе цемента от 450 до 390 кг/м³.

Из полученных данных видно, что если бетоны прочностью 15 и 20 МПа можно получать даже крупнопористыми (безпесчаные), то для бетонов повышенной прочности наблюдается тенденция к увлечению доли песка. Понятно, что данный рост доли песка влияет в первую очередь на плотность бетона составляет всего лишь 65 кг/м³

ГЛАВА 4.
ТЕХНОЛОГИЯ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ
ЛЕГКОГО БЕТОНА

4.1 Основы организации технологического процесса

Технологический процесс производства сборных бетонных и железобетонных изделий состоит из ряда самостоятельных операций, объединяемых в отдельные процессы.

Операции условно разделяют на основные, вспомогательные и транспортные. К основным операциям относят приготовление бетонной смеси, включая подготовку составляющих материалов; изготовление арматурных элементов и готовых каркасов; формование изделий, куда водит их армирование; тепловую обработку отформованных изделий, освобождение готовых изделий из форм и подготовка форм к очередному циклу; отделка и обработка лицевой поверхности некоторых видов изделий и т.п.



Кроме основных технологических операций на каждом этапе производят вспомогательные операции: получение и подачу пара воды. Сжатого воздуха, электроэнергии, складирование сырьевых материалов, полуфабрикатов и готовой продукции, пооперационный контроль и контроль качества готовой продукции и др., необходимые для выполнения основных операций.

К транспортным относятся операции по перемещению материалов, полуфабрикатов и изделий без изменения их состояния формы.

Оборудование, используемого для выполнения соответствующих операций, называют соответственно основным (технологическим), вспомогательным и транспортным.

Основное и транспортное оборудование, предназначенное для выполнения операций в определенной последовательности. Называют технологической линией. Наиболее прогрессивной принцип организации технологического процесса в производстве сборного железобетона поточность и возможно большая специализация технологических линий по виду изготавливаемой продукции. Принцип поточности предусматривает более полное использование

установленного оборудования. Применение более полное использование установленного оборудования, применение комплексной механизации и автоматизации процессов. Этот принцип включает ритмичность процесса и синхронизацию длительности циклов рабочих операций, выполняемых на каждом рабочем посту. Ритмичность требует соблюдения постоянства установленных норм времени повторяемости циклов через строгие интервалы времени.

Синхронизация заключается в расчленении операций по отдельным постам технологической линии таким образом, чтобы длительность цикла на каждом посту была равна длительности цикла всех постах данного технологического потока. На тех постах, где цикл вдвое или втрое больше других, должно быть соответственно увеличено число рабочих мест или установок, чтобы не снижалась пропуская способность остальных постов линии и был обеспечен принятый ритм съема продукции.

Непрерывность потока при передаче изделий от поста к посту позволяет лучше использовать производственные площади. В состав завода железобетонных изделий входят следующие цеха, здания и службы: склады вяжущих, заполнителей и арматурной стали, бетоносмесительной цех; арматурный цех со складом готовых арматурных изделий; цех формования, ускорения твердения бетона, отделки и комплектации изделий; склад готовой продукции; здание вспомогательных служб и административно-бытовые здания; межцеховой и внутрицеховой транспорт; водопроводно канализационное, тепло и энергосиловое хозяйство, диспетчеризация и средства связи.

Генеральные планы заводов и комбинатов различного назначения по структуре близки между собой, отличаются лишь компоновочными решениями и размерами, зависящими в основном от мощности предприятий и в меньшей мере от номенклатуры выпускаемых конструкций.

Формовочные технологические линии с отделением ускорения твердения бетона, а также линии заготовки арматуры и арматурных каркасов обычно размещают в отдельном здании - главном производственном корпусе.

Клады вяжущих веществ, заполнителей и бетонный узел. А также склады арматуры и готовых изделий размещают с учетом взаимосвязи заполняемых процессов. Вспомогательные здания и сооружения размещают обычно отдельно.

Эффективность выпускаемой продукции зависит главным образом от принятой технологии выполнения наиболее сложных и трудоемких основных операций формования изделий и процессов ускорения твердения бетона. Эти операции, осуществляемые на обособленных технологических линиях с использованием специальных машин, механизмов и оборудования, определяют метод изготовления изделий.

На заводах сборного железобетона приняты поточные методы организации технологического процесса, сущность которых состоит в том, что весь процесс расчленяется на отдельные операции, которые выполняются в строгой последовательности на определенных рабочих местах, оснащенных специализированным оборудованием. На каждом рабочем месте в соответствии с принятыми методами обработки, оборудованием и организационным строением выполняется одна или несколько близких между собой технологических операций.

Полная синхронизация операций на всех рабочих местах достигается более детальным разделением процесса на отдельные операции. В промышленности сборного железобетона наиболее распространены два основных метода организации производства: в перемещаемых и неперемещаемых формах, они отличаются условиями перемещения форм, изделий, машин и рабочих.

Технологический процесс при изготовлении изделий в перемещаемых формах организуют по трем основным способам: агрегатно-поточному и полу конвейерному способам, а также по конвейерному способу периодического и непрерывного действия. При этих способах посты стационарны и специализированы для выполнения одной или нескольких взаимосвязанных операций, образующих элементный процесс; оборудование и рабочих закрепляют за отдельными постами. Организация технологического процесса в неперемещаемых формах производится по стендовому и кассетному способам.

3.2. Номенклатура изделий

Начальным этапом работы является уточнение номенклатуры железобетонных изделий. Так как изделия все время совершенствуются, студент-дипломник должен конкретизировать и уточнить их в соответствующих и уточнить их в соответствующих проектных и конструкторных организациях.

В промышленном и гражданском строительстве нашей страны около 90% сборного железобетона составляет типовые унифицированные конструкции при разработке которых определяющим является требование обуславливает предельную массу изделий их форму и размеры, вид армирования и т.д.

Для производства железобетонных многопустотных плит перекрытия используется обычный тяжелый бетон марки В30 и арматуры класса А – II и А – III.

Железобетонные многопустотные плиты перекрытия производятся в агрегатно-поточных технологических линиях.

Номенклатура изделий

№	Маркировка изделий	Эскиз изделий	Габаритные размеры, mm			Расход бетона на одного изделия м ³	Расход арматурной стали на одного изделия, кг	Удельный расход стали на 1м ³ бетона, кг/м ³
			Длина L	Ширина В	Высота Н			
1	Железо-бетонная многопустотная плита перекрытия ПБ60-12-8		5980	1195	220	0,88	38,2	43,4

Выбор и обоснование способов производства

Технологический процесс производство сборных железобетонных изделий состоит из ряда самостоятельных операций, объединяемых в отдельные процессы.

Операции условно разделяют на основные, вспомогательные и транспортные. К основным операциям относятся: приготовление бетонной смеси, изготовление арматурных элементов и готовых каркасов, формование изделий с армированием, тепловая обработка, освобождение готовых изделий из форм и подготовка форм к очередному циклу, отделка и обработка лицевой поверхности некоторых видов изделий и т.п. вспомогательные: получение и подача пара и воды, получение сжатого воздуха, электроэнергии, складирование сырьевых материалов, полуфабрикатов и готовой продукции. Кооперационный контроль и контроль качества готовой продукции и др. необходимые для выполнения основных операций.

К транспортным относят операции по применению материалов, полуфабрикатов и изделий без изменения их состояния и формы. Оборудование используемое для выполнения соответствующих операций называют соответственно основным, вспомогательным и транспортным.

Основное и транспортное оборудование, предназначенные для выполнения операций определенной последовательности называют технологической линией. Наиболее прогрессивный принцип организации

технологического процесса в производстве сборного железобетона поточность и возможно большая специализация технологических линий по виду изготавливаемой продукции. Принцип поточности предусматривает более полное использование установленного оборудования, применение комплексной механизации и автоматизации процессов.

Непрерывность потока при передаче изделий от поста к посту позволяет лучше использовать производственные площади. Генеральные планы заводов и комбинатов различного назначения по структуре близки между собой, отличаются лишь компоновочными решениями и размерами, зависящими в основном от мощности предприятия и в меньшей мере от номенклатуры выпускаемых конструкций.

Формовочные технологические линии с отделением ускорения твердения бетона, а также линии заготовки арматуры и арматурных каркасов обычно размещают в отдельном здании-главном производственном корпусе.

На заводах сборного железобетона приняты поточные методы организации технологического процесса, сущность которых состоит в том, что весь процесс расчленяется на отдельные операции которые выполняются в строгой последовательности на определенных рабочих местах, оснащенных специализированным оборудованием. На каждом рабочем месте в соответствии с принятыми методами обработки, оборудованием и организационным строением выполнения одно или несколько близких между собой технологических операций.

Типы линии их число выбирают в зависимости от заданной номенклатуры изделий и мощности предприятия или цеха. Выбор технологических линий и оборудования начинается с анализа степени совместимости конструктивных технологических параметров изделий в процессе их формования и твердения.

Агрегатно-поточный способ производства

При агрегатном способе производства изделия формуют на выброплощадке или на специально оборудуемых установках агрегатах, состоящих из формовочной машины для распределения бетонной смеси на формы (бетоноукладчики).

Отформованные изделия в формах мостовым краном перемещают в камеры тепловой обработки бетона на твердения. Завершающая стадия-выдача изделий из камеры и их распалубка на специальном посту. После приемки готовых изделий ОТК их направляют на склад, а освободившиеся формы подготавливают к очередному технологическому циклу и возвращают на формовочный пост.

В агрегатном производстве весь технологический процесс распределяется на шесть рабочих постов: распалубка и осмотр изделий, сборка формы, подготовка формы и бетонированию, укладка арматурного каркаса (или предварительного напряжения арматуры), заполнения формы бетонной смесью и уплотнения её на формовочном посту, заглаживание

верхней формовочной поверхности изделия или декоративная обработка, укладка изделий в камеры тепловой обработки и извлечения изделий из камеры.

Некоторые операции выполняют параллельно, так распалубку, осмотр изделий и подготовку форм совмещают по времени с формованием.

Для осуществления непрерывного производства технологическую линию оборудуют необходимыми транспортными средствами. Продолжительность агрегатной технологической линии определяется продолжительностью цикла формования изделия. Агрегатный способ получил широкое распространение при небольших капитальных затратах он допускает выполнения широкой номенклатуре изделий.

К агрегатному способу производства относятся формование изделий на различных формующих агрегатах, например, на центрифугах, формующей установке с выбривкадами и др. По агрегатной технологии изготавливают на рементных центрифугах в разъемных и не разъемных формах напорных и безнапорных труб, пустотных колонн, стоек, опор ЛЭП и освещения, на специальном оборудовании для виброгидропрессования производят напорные трубы.

При большем расчленении технологического процесса на отдельные элементные процессы с соблюдением единого ритма возможна поточная организация производства технологическая линия при этом оснащается необходимыми транспортными средствами.

Стендовый способ производства

Сущность стендовой технологии состоит в том, что изделия формуют и они твердеют в стационарном положении на стенде или специальной установке без применений а не материалы формующие и другое технологическое оборудование, а также обслуживающие его рабочие звенья перемещаются от одной формы на стенде к другой. Этот способ требует больших производственных площадей, усложнения механизации и автоматизации производства, высоких трудозатрат.

Вместе с тем стендовая технология целесообразно при изготовлении крупногабаритных большой массы конструкций-ферм, двухскатных балок больших пролетов, колонн длиной более 12м и др. Особенно эффективен этот способ для предварительно напряженных изделий, которые нецелесообразно изготавливать на поточно-агрегатных или конвейерных линиях.

Стендовый способ позволяет производить широкую номенклатуру изделий при сравнительно не сложной переналадке оборудования. При изготовлении изделий применяют стенды двух типов: длинные и короткие. Длинные стенды (пакетные и протяжные) применяют при изготовлении нескольких изделий по длине стенда одновременно.

На пакетных стендах арматурные пакеты с зажимами на концах собирают на отдельной установке а затем их переносят и укладывают в захваты стендов или форм. На протяжных стендах арматурную проколку сматывают с бухт, размещенных с одного конца стенда и протягивают по всей длине стенда непосредственно на линии формования до упора, расположенного с другой стороны стенда. Изделия большой ширины или высоты (балки, прогоны, плиты и т.п.) большим поперечным сечением требующие поштучного или группового натяжения стержневой арматуры, более рационально выполняют на протяжных стендах.

На коротких стендах изготавливают одно изделия по длине или одно-два изделия по ширине стенда чаще всего в горизонтальном положении (фермы, двухскатные балки и т.п.). На коротких стендах арматуру (проволочную, стержневую) натягивают гидродомкратами на упоры стенда или электротермическими способом.

Способы армирования определяют степень механизации оборудования. На пакетных целесообразно изготавливать изделия с небольшим поперечным сечением и компактным расположением арматуры (сваи, балки, опоры). Изделия требующие поштучного или группового натяжения стержневой арматуры целесообразно изготавливать на протяжных стендах. Формование изделий на стендах зависит от вида стенда и типа формируемого изделия.

Конвейерный способ производства

Конвейерный способ производства усовершенствованный агрегатно-поточный способ формования железобетонных изделий. При конвейерном способе технологический процесс расчленяется на элементарные процессы, которые выполняются одновременно на отдельных рабочих постах.

При конвейерном способе формы с изделиями перемещаются от одного поста к другому специальными транспортными устройствами, каждое рабочее место обслуживается закрепленным за ним звеном. Для конвейера характерен принудительный ритм работы, т.е. одновременно перемещение всех форм по замкнутому технологическому кольцу с заданной скоростью. Весь процесс изготовления изделий разделяется на технологические операции, причём одна или несколько из них выполняются на определенном посту.

Тепловые агрегаты являются частью конвейерного кольца и работают в его системе также в принудительном ритме. Это обуславливает одинаковые или краткие расстояния между технологическими постами (шаг конвейера), одинаковые габариты форм и развернутую длину тепловых агрегатов. Конвейерные линии по характеру работы могут быть периодического и непрерывного действия, по способу транспортирования – с формами, передвигающимися по рельсам или роликовым конвейерам с формами, образуемыми непрерывной стальной линией или составленными из ряда элементов и бортовой оснастки: по расположению тепловых агрегатов параллельно конвейеру, в вертикальной или горизонтальной плоскости, а также в створе его формовочной части. Конвейерная технология позволяет

расчленив процесс на ряд последовательно выполняемых операций с четкой специализацией оборудования и рабочих, максимально использовать механизацию и автоматизацию производства.

Режим работы предприятие

Для предприятий сборных железобетонных изделий следует принимать:

- количество расчетных рабочих суток за год – 262;
- по выгрузке сырья и материалов с железнодорожного транспорта – 365
- количество рабочих смен в сутки (без тепловой обработки) - 2
- количество рабочих смен в сутки и для тепловой обработки - 3
- количество рабочих смен в сутки по приему сырья и материалов и отгрузки готовой продукции:

а) железнодорожным транспортом – 3;

б) автотранспортом – 2 или 3;

Продолжительность количество рабочих суток в году (262) исходит 5 дневной рабочей недели.

При 5-дневной рабочей недели режим работы принимается:

а) при двух сменах: 8 час всего 16 час в сутки, кроме этого два раза обед по 1 час.

б) при трех сменах: первая и вторая смены по 8 час кроме этого по 0,5 час перерыв: третья смена 7 час, без перерыва, итого в сутки 23 рабочих часа.

Годовой фонд времени работы основного технологического оборудования принимается – 247 дня.

Годовой коэффициент использования основного технологического оборудования - $247:262=0,943$;

Таблица-13

Режим работы предприятие

№	Наименование цехов или отделений	Количество дней в году	Количество смен в сутки	Длительность рабочей смены, час	Годовой фонд рабочей времени, час	Коэффициент использования эксплуатационного времени	Годовой фонд эксплуатации времени, час
1	Формовочный	262	2	8	4192	0,943	3953
2	Тепло-влажная обработка	262	3	8	6288	0,943	5929

Расчет производительности цеха по видам изделий

Годовая программа цеха (предприятия) и номенклатура изделий задается в задании. Исходя из принятого режима работы цеха, производится расчет производственной программы изделий и полуфабрикатов с учетом возможного производственного брака и потерь по отдельным пределам.

Рекомендуется величины возможных производственных потерь и брака.

Для заводов железобетонных изделий:

- по бетонной смеси – до 0,5 %
- по изделиям - до 1,0%

Расчет производительности для каждого технологического предела производится по формуле:

$$P_p = \frac{P_o}{1 - \frac{B}{100}} = \frac{17000}{1 - \frac{1,5}{100}} = 17259 \text{ м}^3$$

где: P_p - производительность рассчитываемого предела;
 P_o – заданная производительность цеха (предприятия);
 B – производственная потери от брака, 1,5%.

Таблица-14

Производственная программа цеха (предприятия)

№	Наименование изделий	Единица измер.	Формула расчета	Производительность			
				В году	В сутки	В смену	В час
1	Железобетонная плита перекрытия	м ³	$P_p = \frac{P_o}{1 - \frac{B}{100}}$	17259	65,8	32,9	4,1
2	Железобетонная плита перекрытия	штук	$\frac{P_p}{V_u} = \frac{17259}{0,88}$	19613	75	38	5

Определение потребности предприятия в сырье и полуфабрикатах

Бетонная смесь-совокупность компонентов: цемента, мелкого заполнителя-песка, крупного заполнителя-щебня и воды.

Бетонная смесь по своему составу–многокомпонентная полидисперсная система. Она состоит из неоднородных по свойствам и размерам частиц твёрдой фазы-цемента, мелкого и крупного заполнителя, жидкой фазы-воды затворения.

Поскольку физико-механические свойства бетона зависят от параметров его состава, большое значение в технологии легкого бетона приобретает правильный метод определения показателей конструктивности бетона и способ оперативного управления качеством

в условиях производства бетонных работ. Устанавливаемые в процессе определения состава легкого бетона параметры его состава должны обеспечивать:

- нерасслаиваемость бетонной смеси и его формуемость при принятом методе укладки и уплотнения;

- требуемые показатели назначения бетона: его прочность, среднюю плотность и коэффициент теплопроводности;

- необходимую степень морозостойкости и длительное сохранение конструктивных свойств в конкретных условиях эксплуатации конструкции в сооружении.

Отмеченные требования должны достигаться при минимальных затратах материальных средств, энергетических и трудовых ресурсах.

Технология конструктивных высокопрочных бетонов на базе местного сырья имеет ряд закономерностей, которые используются при определении его состава. В настоящее время при подборе состава бетона используется две группы методов: расчетно-экспериментальные, устанавливающие количество материалов по способу абсолютных объемов и экспериментальный, предусматривающий опытное определение оптимального количества воды и рационального зернового состава пористых заполнителей.

Расчет состава по методу абсолютных объемов предусматривает определение по таблицам концентрации пористого заполнителя в бетоне, расход цемента определенной марки для обеспечения требуемой прочности и водосодержания бетонной смеси установленной марки по удобоукладываемости. Расчетные параметры состава обязательно уточняются в процессе опытных затворений и испытания прочности контрольных образцов. К недостаткам этого метода следует отнести отсутствие непосредственного учета и взаимосвязи между оцениваемой удобоукладываемостью и принятым способом формования.

Второй метод основывается на положении, что каждому составу бетона при данном способе формования соответствует определенное оптимальное количество воды, при котором бетон приобретает максимальную прочность. Оптимальное количество воды затворения устанавливаются опытным путем в процессе формования способом, соответствующим принятому на производстве методу формования легкого бетонного изделия. Разработан метод предусматривающий опытное определение зернового состава, обеспечивающего максимальную насыпную плотность смеси пористых заполнителей, при котором бетон получают с минимальной средней плотностью. Достоинством этого метода является непосредственный учет всех особенностей материалов и технологии в процессе опытного определения функциональных зависимостей водопотребности, зернового состава и расхода цемента от показателей свойств бетона и бетонной смеси.

К недостатку метода определения состава легкого бетона по оптимальному расходу воды следует отнести достаточную трудоемкость выполнения всех экспериментальных работ.

Следует заметить, что недостатки этого метода практически исключаются при использовании методически подбор состава бетона регламентированной УзРСТ 27006-96 «Бетоны. Правила подбора состава». Государственный стандарт предусматривает этапное определение рабочих дозировок бетонных смесей. На первом этапе экспериментальным путем устанавливаются основные зависимости показателей качества бетонной смеси и бетона от параметров его состава. По полученным зависимостям назначается номинальный состав бетона отвечающий установленным требованиям, при использовании материалов определенного качества. На втором этапе определяют рабочий состав бетона, учитывающий конкретно качество применяемых материалов. Назначения рабочего состава и последующие его коррекции выполняют с помощью установленных ранее функциональных зависимостей.

Стандартная методика подбора состава бетона при использовании положений определения состава по оптимальным параметрам обеспечивает получение бетона в конструкциях при минимальном расходе цемента и позволяет учесть все технологические особенности производства изделий и условия эксплуатации легкобетонной конструкции. Надежность предлагаемого способа будет обеспечена при правильном выборе и построении зависимостей показателей качества от параметров состава.

Состав бетона выражают расходом всех составляющих материалов по массе на 1 м^3 уложенной и уплотненной бетонной смеси или отношением массы составляющих материалов смеси к массе цемента, то есть $I:x:y$ (цемент, песок, щебень или гравий) при $B/C = Z$.

Для расчета состава тяжелого бетона имеется несколько методов, среди которых наиболее простым и удобным является метод расчета по «абсолютным объемам».

В основу этого метода положено условие, что свежее приготовленная бетонная смесь после укладки в форму и уплотнения в ней не будет иметь пустот.

Состав бетона по методу «абсолютных объемов» подбирают в два этапа. В начале рассчитывают ориентировочный состав бетона, затем расчет проверяют и уточняют по результатам пробных замесов и испытаний контрольных образцов.

Расчет ориентировочного состава бетона

Для расчета состава тяжелого бетона необходимо иметь следующие данные: заданную марку бетона (R_b), требуемую удобоукладываемость бетонной смеси, а также характеристику исходных материалов.

Состав бетона для пробных замесов рассчитывают в следующей последовательности: вычисляют В/Ц отношение, расход воды, расход цемента, после чего определяют расходы крупного и мелкого заполнителя на 1 м^3 бетонной смеси.

Расчет состава тяжелого бетона

Проектное задание:

Марка бетона - $R_b = 400$

Назначение бетона – для железобетонных плит перекрытия

Подвижность бетонной смеси, осадка стандартного конуса ОК - 5 см.

Исходные материалы:

1. Вяжущие материалы – портландцемент

Активность цемента - $R_u = 500 \text{ кгс/см}^2$

Плотность цемента - $\rho_u = 3,1 \text{ г/см}^3$

Объемная масса цемента - $\rho_{u.u} = 1,3 \text{ г/см}^3$

II. Мелкий заполнитель – песок речной

Истинная плотность песка $R_n = 2,5 \text{ г/см}^3$

Насыпная плотность песка $\rho_{n.n.} = 1,4 \text{ г/см}^3$

Модуль крупности – $M_{кр} = 2,2$

III. Крупный заполнитель – щебень (гравий)

Истинная плотность щебня (гравия) - $\rho_k = 2,6 \text{ г/см}^3$

Насыпная плотность щебня (гравия) - $\rho_{n.k.} = 1,4 \text{ г/см}^3$

Пустотность щебня (гравия) $V_k = 0,4$

Методика расчета

1. Водоцементное отношение (В/Ц)б определяют из условия получения бетона необходимой прочности при данной активности (марке) цемента R_u .

Поскольку прочность бетона R_b при (В/Ц)б = 0,40 и более выражается как

$$R_b = R_u \cdot A(C / B - 0,5),$$

а при (В/Ц)б менее 0,4

$$R_b = A_1 \cdot R_u / (C / B - 0,5),$$

водоцементное отношение можно определить из выражения при (В/Ц)б = 0,40 и более

$$(B/C)_{\delta} = A_1 \cdot R_y / (R_{\delta} + 0,5 A_1 \cdot R_y) = \frac{0,6 \cdot 500}{400 + 0,5 \cdot 0,6 \cdot 500} = 0,54$$

и при (В/Ц)б менее 0,40

$$(B/C)_{\delta} = A_1 \cdot R_y / (R_{\delta} - 0,5 A_1 \cdot R_y)$$

Коэффициенты А и А₁, зависящие от качества заполнителей, соответственно имеют следующие значения: для высококачественных заполнителей (мытые и фракционированные щебень и песок) – 0,65; 0,43; для рядовых щебня и песка – 0,60; 0,40; для гравия и мелкого песка – 0,55; 0,37.

2. Определяем ориентировочный расход воды (кг) для приготовления 1 м³ бетонной смеси, по табл. 16:

$$B = 190 \text{ л.}$$

3. Расход цемента (кг) для приготовления бетонной смеси вычисляют, по уже известному водоцементному отношению и определенной водопотребности

$$C = B / (B/C)_{\delta} = \frac{190}{0,54} = 352 \text{ кг}$$

4. Расход крупного заполнителя (кг) для приготовления 1 м³ бетонной смеси

$$K = 1000 / (V_k \cdot \alpha / \rho_{н.к} + 1 / \rho_k) = \frac{1000}{\frac{0,4}{1,4} \cdot 1,38 + \frac{1}{2,6}} = 1298 \text{ кг}$$

где P_k - Пустотность крупного заполнителя в рыхлом состоянии

$\rho_{н.к}$ - насыпная плотность крупного заполнителя, кг/м³

ρ_k - плотность крупного заполнителя, кг/м³

α - коэффициент раздвижки зерен крупного заполнителя.

Значение коэффициента раздвижки зерен крупного заполнителя

Таблица-15

Расход цемента, кг/м ³	Коэффициент α при В/Ц					
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	-	-	-	1,26	1,32	1,38
300	-	-	1,3	1,36	1,42	-
350	-	1,32	1,38	1,44	-	-
400	1,31	1,4	1,46	-	-	-
500	1,44	1,52	1,56	-	-	-
600	1,52	1,56				

Примечание: При других Ц и В/Ц коэффициент находится интерполяцией.

Водопотребность бетонной смеси

Таблица-16

Показатель удобоукладываемости бетонной смеси		Расход воды, л/м ³ при крупности гравия и щебня, мм							
		Гравий				Щебень			
Осадка конуса, см	Жесткость,	10	20	40	70	10	20	40	70
-	40...50	150	135	125	120	160	150	135	130
-	25...35	160	145	130	125	170	160	145	140
-	15...20	165	150	135	130	175	165	150	145
-	10...15	175	160	145	140	185	175	160	155
2...4	-	190	175	160	155	200	190	175	130
5...7	-	200	185	170	165	210	200	185	180
8...10	-	205	190	175	170	215	205	190	185
10...12	-	215	205	190	180	225	215	200	190
12...16	-	220	210	197	185	270	220	207	195
16...20	-	227	218	203	192	237	228	213	202

2. При изменении нормальной густоты цементного песка на каждый процент в меньшую сторону расход воды уменьшается на 3 ... бл, в большую сторону – увеличивается на 3 ... 5л/м³.

3. При изменении модуля крупности песка на каждые 0,5 в меньшую сторону расход воды увеличивается на 3 ... 5л, в большую сторону – уменьшается на 3 ... 5л.

После определения расхода крупного заполнителя (К), рассчитывают расход песка в кг/м³ как разность между проектным объемом бетонной смеси и суммой абсолютных объемов цемента, воды и крупного заполнителя по формуле

$$П = \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\rho_c} + \frac{В}{\rho_v} + \frac{К}{\rho_k} \right) \right] \cdot \rho_n = \left[1000 - \left(\frac{352}{3,1} + 190 + \frac{1298}{2,6} \right) \right] \cdot 2,5 = 496 \text{ кг}$$

5. Определение расход компонентов Ц, В, П, К на 1м³ бетонной смеси, вычисляют расчетную объемную массу:

$$\rho_{о.б.см} = Ц + В + П + К = 352 + 190 + 496 + 1298 = 2336 \text{ кг} / \text{м}^3.$$

Расчет материала с учетом 2% потери:

$$\text{Цемент} = 352 + 352 \cdot 0,02 = 359 \text{ kg}$$

$$\text{Шебен} = 1298 + 1298 \cdot 0,02 = 1324 \text{ kg}$$

$$\text{Песок} = 496 + 496 \cdot 0,02 = 506 \text{ kg}$$

$$\text{Вода} = 190 + 190 \cdot 0,02 = 194 \text{ kg}$$

$$\text{Арматура} = 43,4 + 43,4 \cdot 0,02 = 44,3 \text{ kg}$$

Расход материалов для 17259 м³ бетона:

$$\text{Цемент} = 359 \cdot 17259 = 6196 \text{ т}$$

$$\text{Шебен} = 1324 \cdot 17259 = 22851 \text{ т}$$

$$\text{Песок} = 506 \cdot 17259 = 8733 \text{ т}$$

$$\text{Вода} = 194 \cdot 17259 = 3348 \text{ т}$$

$$\text{Арматура} = 44,3 \cdot 17259 = 765 \text{ т}$$

Таблица-17**Расход сырьевых материалов**

№	Наименование материала	Един. измер.	Расходы			
			В год	В сутки	В смену	В час
1	Цемент	т	6196	23,6	11,8	1,5
2	Шебен	т	22851	87,2	43,6	5,5
3	Песок	т	8733	33,3	16,7	2,1
4	Вода	т	3348	12,8	6,4	0,8
5	Арматура	т	765	29,2	1,5	0,2

3.3. ПРОИЗВОДСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

При размещении основного технологического оборудования в формовочном цехе необходимо учитывать, что все производственные линии должны размещаться в типовых промышленных зданиях, состоящих из унифицированных типовых пролетов, имеющих размеры в плане 144x18м. Использование зданий с пролетами большей ширины и длины допускается в случаях серьезного обоснования принимаемого решения и при обязательном согласовании с преподавателем – консультантом.

В формовочном цехе (пролете) размещаются: посты подготовки форм, укладки и уплотнения бетона, расформовки, ремонта, остывания, выдержки, отделки и приемки изделий, площади заняты камерами тепловой обработки, складирование запасов арматурных изделий и комплектующих деталей, участки текущего ремонта форм и текущего их запаса, постов или конвейеров укрупненной сборки и отделки, площади для выдерживания изделий в зимнее время после тепловой обработки.

При размещении основного оборудования, постов, промежуточных складирований и др. должна соблюдаться поточность производства сборных железобетонных изделий и конструкций.

Основное внимание уделяется расчетам и подбору формовочного оборудования, все же остальные посты должны обеспечивать ритмичную и бесперебойную его работу.

Расчет производительности формовочных линий

а) Расчет производительности агрегатно-поточной линии

Годовая производительность агрегатно-поточной линии рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{60 \cdot h \cdot C \cdot V}{t} = \frac{60 \cdot 16 \cdot 262 \cdot 0,88}{15} = 14755 \quad (\text{м}^3),$$

где h – количество рабочих часов в сутки;

C – количество рабочих дней в году -262 дня;

V – объема одновременно формуемых изделий, м^3 ;

t – цикл формования, мин (на посту укладки и уплотнения бетона), определяется по нормам технологического проектирования предприятий сборного железобетона (ОНТП -7-80).

**Нормы технологического проектирования формовочных цехов
(отделений)
Агрегатно-поточное производство**

№	Характеристика формуемых изделий	Максимальная продолжительность ритма работы линий, мин, при длине изделий, м			
		до 6		более 6	
		Объем бетона в одной формовке, м ³			
		до 1,5	1,5-3,5	до 3,5	3,5-5
1	Однослойные изделия несложной конфигурации	12	15	20	25
2	Однослойные изделия сложной конфигурации, группы изделий в одной форме	15	20	30	35
3	Многослойные, офактуренные декоративными материалами, крупногабаритные, изделия сложного профиля	20	30	35	40

Примечание: При формовках изделий, характеристика которых значительно отличается (в сторону усложнения) от приведенной в таблице, продолжительность ритма может быть увеличена против указанных, но не более чем на 20%.

Количество технологической линии рассчитывается по формуле:

$$\frac{P_p}{P} = \frac{17259}{14755} = 1,2 \approx 2$$

где P_p – годовая расчетная производительность;

P – годовая производительность одной технологической линии.

Принимаем 2 агрегатно-поточной технологической линии.

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА КАМЕР ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ И РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ФОРМ

Камеры циклического действия

Пропарочные камеры ямного типа применяются при агрегатно-поточном способе производства. Ямные камеры не являются стандартным оборудованием и поэтому их габаритные размеры и количества подбираются и рассчитываются отдельно для каждого конкретного случая.

Желательно, чтобы в одном пролете цеха все камеры были взаимозаменяемы и имели одинаковые размеры.

При назначении размеров камеры исходят из того, что глубина камеры не должна быть больше 2,8 м во избежание значительных температурных перепадов по высоте. Необходимо учитывать, что в ямных камерах формы с изделиями устанавливаются одна на другую, в 4-6 ярусов.

С тем, чтобы не портилась открытая верхняя поверхность изделия и был доступ теплоносителя, между формами устанавливаются прокладки толщиной 5-7 см.

Таким образом, общая высота камеры будет складываться: из суммы высот форм, двух зазоров по 10 см между днищем нижней формы и полом камеры и верхней формы и крышки, зазоров между формами, равными толщине прокладок.

Длина и ширина камеры определяется, исходя из общей длины и ширины изделий с учетом габаритных размеров формы и зазора между торцами и бортами формы и стенками камеры, принимаемыми от 10 до 15 см.

Если изделия в камере устанавливаются в плане в два или в три ряда, то учитываются зазоры между рядами. Обычно размеры камеры рассчитываются на общий объем изделий 18-20 м³.

Коэффициент использования объема камер для крупногабаритных изделий находится в среднем в пределах 0,3-0,4. Зная размеры и объем изделий, подвергаемых тепловой обработке при оптимальной ее загрузке за один цикл работы камеры, легко определить годовую производительность камеры, измеряемую в м³ готовых изделий.

После определения производительности одной камеры рассчитывают общее количество камер в данном пролете. Полученное расчетом количество камер следует увеличить на 1-2 камеры, учитывая возможность увеличения программы цеха и остановки камер на ремонт.

Для сокращения сроков загрузки каждую освободившуюся камеру загружают изделиями со всех постов формования в данном пролете цеха. Продолжительность цикла работы камеры определяется суммой затрат времени на отдельные операции: снятие крышки, разгрузка после тепловой обработки; загрузка ее новыми изделиями; закрытие крышкой; тепловая обработка изделий.

Производительность камеры зависит не только от продолжительности цикла, но и от количества оборотов камеры в год.

Чтобы рассчитать потребное количество ямных камер необходимо определить среднюю продолжительность оборота ямной камеры.

Средняя продолжительность оборота ямной камеры (T_k) определяется из таблицы, исходя из продолжительности пропаривания (S) и цикла (времени) загрузки камеры (t_k).

Время загрузки камеры (мин) определяется:

-при загрузке с одного поста $t_k = t \cdot m$ (мин) ;

-при загрузке с двух постов $t_k = t \cdot m/2$ (мин),

где t – цикл формования (мин) ;

m - количество форм, размещаемых в камере;

S – продолжительность пропаривания (приложение).

$$t_k = 15 \cdot 8 / 2 = 60 \text{ min}$$

**Средняя продолжительность оборота камеры (T_k)
в часах**

№	Время тепловой обработки, час	При цикле загрузки камеры (t_k), мин							
		30	60	80	100	120	140	160	180
1	6	10	11	12	13	13,5	14,5	15	16
2	7	11,5	12	13	13,5	14,5	15	15,5	16,5
3	8	12	13	14	14,5	15,5	16	17	18
4	9	13	14	15	16	17	17,5	18,5	19
5	10	15	15,5	16,5	17,5	18,5	19	19,5	20,5
6	11	16	17	18	19	19,5	20,5	21	22,5
7	12	17,5	18,5	19	20,5	21	21,5	22,5	23
8	13	18,5	19,5	20	21	21,5	22	23	23,5
9	14	19	20	21	22	23	23,5	24,5	25
10	15	21	22	23	23,5	24,5	25	26	27
11	16	22	23	24,5	25	25,5	26,5	27,5	28,5
12	17-18	24	25	26	27	27,5	28,5	29	30

Потребное количество ямных камер в агрегатно-поточном производстве определяется:

$$M = \frac{60 \cdot h \cdot T_k}{24 \cdot t \cdot m} = \frac{60 \cdot 16 \cdot 19,5}{24 \cdot 15 \cdot 8} = 6,5 \approx 8 \quad (\text{шт.}),$$

где h - количество рабочих часов в сутки (по режиму работы предприятия, цеха).

Расчет потребного количества форм

Потребность в формах при агрегатно-поточном производстве определяется из средней продолжительности оборота камеры.

Среднее время одного оборота формы:

$$T_{\phi} = T_{\kappa} + \frac{t}{60} + \frac{\sum t_{\phi}}{60} = 19,5 + \frac{15}{60} + \frac{15 \cdot 2}{60} = 19,5 + 0,25 + 0,5 = 20,25 \quad (\text{час}),$$

где $\sum t_{\phi}$ - время пребывания формы на остальных постах (распалубка, чистка, смазка, армирование, кроме поста бетонирования, как правило, оно кратко циклу формования).

Количество форм для одной агрегатно-поточной линии, оснащенной ямными камерами (округляемое до целого количества):

$$N = 1,05 \cdot \frac{60 \cdot h \cdot T_{\phi}}{24t} = 1,05 \cdot \frac{60 \cdot 16 \cdot 20,25}{24 \cdot 15} = 57 \quad (\text{шт.}),$$

где 1,05 – коэффициент запаса на ремонт.

РАСЧЕТ И ПОДБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В данном разделе приводится только технологический расчет оборудования, без каких-либо конструктивных расчетов отдельных узлов машины. Под технологическим расчетом оборудования понимается определение производительности машины (или установки) и определение числа машин, необходимых для выполнения производственной программы по данному переделу.

Общая формула для технологического расчета оборудования имеет вид:

$$P_M = \frac{P_T}{P_{II} K_{BH}},$$

где P_M - количество машин, подлежащих установке;

P_T - требуемая часовая производительность по данному технологическому переделу;

P_{II} - часовая производительность машин выбранного типа размера;

K_{BH} - нормативный коэффициент использования оборудования по времени (принимается обычно равным 0,8-0,9).

Ведомость оборудования цеха

№	Наименование и краткая характеристика оборудования	Ед. изм.	Количество	Примечание
1	Электрическая мостовой кран (грузоподъемность – 20 т)	Шт.	2	
2	Вибраплошадка	Шт.	2	
3	Форма для изделия	Шт.	57	
4	Домкраты для преднапряжения арматур	Шт.	8	
5	Бетоноукладчик	Шт.	2	
6	Самоходная тележка	Шт.	2	
7	Бадья для бетона	Шт.	2	

РАСЧЕТ СКЛАДА ЦЕМЕНТА

Бетоносмесительные цехи и заводы для хранения цемента оснащают обычно складами силосного типа. Они состоят из отдельных ячеек – силосов диаметром 5-10м, вместимостью 25-1500 т. и более изготовленных из металла или железобетона. Для мелких установок применяют инвентарные силосы объемом 10-20 т.

Нормируемый запас цемента применяют из условия 5-10 суточной потребности предприятия. Расчетное количество цемента для определения вместимости склада можно определить по формуле:

$$N_{\text{це́м}} = P_{\text{г}} \cdot Ц \cdot Z_{\text{ц}} \cdot 1,04/0,9С \quad (\text{т}),$$

$$N_{\text{це́м}} = \frac{17259 \cdot 0,359 \cdot 10 \cdot 1,04}{0,9 \cdot 262} = \frac{64438}{235,8} = 273\text{Т}$$

где $P_{\text{г}}$ – годовая производительность предприятия, м^3 ;
 $Z_{\text{ц}}$ - запас цемента на складе, сутки;
1,04 – коэффициент возможных потерь цемента при разгрузочных и транспортных операциях;
0,9 – коэффициент заполнения емкости для хранения цемента;
 C – количество рабочих дней в году;
 $Ц$ – усредненный расход цемента на 1м^3 продукции, т.

Техническая характеристика складов цемента

Вместимость склада, т	360 (240)	720 (480)	1700 (1100)	4000 (2500)	60
Количество силосных банок	6 (4)	6 (4)	6 (4)	6 (4)	4
Грузооборот склада, тыс.т/год	17 (11)	32 (23)	82 (54)	196 (131)	284
Число работающих в смене	2	2	2	2	2

Для проекта принимаем 4 силосных банок, объем каждого составляет 60т, общей объем 240т. Грузооборот склада, 11тыс.т/год. Число работающих в смене-2рабочих.

РАЧЕТ СКЛАДА ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

Склады заполнителей заводов железобетонных изделий могут быть различных типов в зависимости от вида транспорта, способа приема, хранения и выдачи заполнителей. Склады могут быть открытыми и закрытыми, а в зависимости от способа складирования и хранения заполнителей – штабельные, полубункерные и силосные. Штабельные и полубункерные склады могут быть оборудованы эстакадами, подземными галереями и т.д.

Нормативные запас материалов на складе заполнителей принимают 5-10 сут. Ориентировочно на 1м³ тяжелого бетона требуется 0,45м³ песка и 0,9м³ щебня или гравия, а легкого бетона соответственно 0,55 и 0,8м³. При использовании фракционированных заполнителей вводят поправочный коэффициент (для двух фракций -1,05, трех-1,1, четырех -1,15).

Вместимость склада заполнителей определяются по формуле:

$$\text{для песка} \quad N_{п} = P_{г} \cdot П \cdot Z_{п} \cdot 1,04 / 0,9 \cdot C \quad (\text{м}^3);$$

$$\text{для щебня} \quad N_{щ} = P_{г} \cdot Щ \cdot Z_{щ} \cdot 1,04 / 0,9 \cdot C \quad (\text{м}^3);$$

$$N_{п} = 17259 \cdot 0,45 \cdot 10 \cdot 1,04 / 0,9 \cdot 262 = 80772 / 235,8 = 342 \text{ м}^3$$

$$N_{щ} = 17259 \cdot 0,9 \cdot 10 \cdot 1,04 / 0,9 \cdot 262 = 161544 / 235,8 = 684 \text{ м}^3$$

где $P_{г}$ – годовая производительность предприятия, м³;

$П$ – расход песка -0,45 м³;

$Z_{п}$ - запас пека и щебня на складе, сутки;

1,04 – коэффициент возможных потерь;

0,9 – коэффициент заполнения склада;

C – количество рабочих дней в году,;

$Щ$ –расход щебня – 0,9м³.

Максимальная высота штабелей заполнителей во время их отсыпки с эстакад составляет 12 м при угле естественного откоса 40°. При разгрузке заполнителя с железнодорожного состава передвижной разгрузочной машиной высоту штабеля принимают 4-6м. Наименьшее число отсеков для хранения заполнителей: для песка – 2; для крупного заполнителя – 4.

Общую площадь склада заполнителей определяют по формуле:

$$S_{\text{скл.}} = S_{\text{п}} \cdot K_{\text{п}} = 483 \cdot 1,4 = 676 \text{ м}^2$$

где $S_{\text{п}}$ – полезная площадь склада, равная суммарной площади всех штабелей, м^2 ;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент увеличения площади склада для устройства проездов, проходов и т.д. ($K_{\text{п}} = 1,4 - 1,5$).

РАСЧЕТ БЕТНОСМЕСИТЕЛЬНОГО ЦЕХА

На заводах сборного железобетона следует использовать стационарные бетоносмесители периодического действия со свободным падением (гравитационные) и с принудительным перемешиванием материалов.

Выбор марки бетоносмесителей следует производить с учетом их основных характеристик: объем готового замеса, количество замесов в час, способа перемешивания, предельной крупности заполнителя и др.

Часовая производительность бетоносмесительной установки определяется по формуле:

$$Q_{\text{ч}} = V \cdot \Pi_3 \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{н}} \cdot m / 1000 \quad (\text{м}^3/\text{ч}),$$
$$Q_{\text{ч}} = 250 \cdot 20 \cdot 0,91 \cdot 0,8 \cdot 0,74 / 1000 = 2,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

где V – объем смесительного барабана;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент использования времени – 0,91;

$K_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности выдачи – 0,8;

m – коэффициент выхода бетонной смеси – 0,65 – 0,75;

Π_3 – число замесов в час.

Количество замесов (Π_3) в бетоносмесителях емкостью 325 л и выше, замесов в час:

- принудительное перемешивание -20;
- гравитационное перемешивание жестких смесей – 15;
- то же, смесей на легких заполнителях -15;
- силикатных и ячеистых смесей – 10;
- растворов – 30.

Годовая производительность бетоносмесительного узла определяется по формуле:

$$Q_{\text{г}} = Q_{\text{ч}} \cdot T_{\text{см}} \cdot N \cdot T_{\text{ф}} \quad (\text{м}^3),$$
$$Q_{\text{г}} = 2,7 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 247 = 10670 = 10,7 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$$

где $Q_{\text{ч}}$ – часовая производительность бетоносмесителя $\text{м}^3/\text{ч}$;
 $T_{\text{см}}$ – время работы в смену, ч;
 N – количество смен;
 $T_{\text{ф}}$ – годовой фонд времени работы оборудования -247 сут.

Техническая характеристика бетоносмесителей

№	Наименование показателей	Гравитационные смесители				Смесит. Принудит. Действия			
		СБ-10 1	СБ-30 Б	СБ-16 Б	СБ-10 В	СБ-8 0	СБ-3 5	СБ-7 9	СБ-13 8
1	Вместимость, л	100	250	500	1200	250	500	750	1500
2	Объем готового замеса, л.	65	165	330	800	165	375	500	1000
3	Число циклов, цикл/ час	Ручн.	Упр.	30	20	-	40	-	45

Техническая характеристика бетоносмесительных установок и цехов

№	Наименование установки	Шифр проекта	Производительность		Мощность двигателя, 53Вт.	Численность работающих.
			$\text{М}^3/\text{ч}$	$\text{т.М}^3/\text{Г}$		
1	Типовые секции: -унифицированные с двумя бетоносмесителями 1200 или 1500л	409-28-23/ 74	48	160	153	6
2	-автоматизированные с двумя смесителями 500 или 750 л.	409-28-30	20 25	70 92	83	6
3	Автоматизирование установки: -с двумя смесителями 1200 или 1500 л	409-28-2 8	48 60	160 200	175	10
4	-с четырьмя смесителями 1200 или 1500л.	409-28-29	96	320	323	14

Для проекта принимаем 2 стационарные бетоносмесители с принудительным перемешиванием материалов.

РАСЧЕТ СКЛАДА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Склады готовой продукции на предприятиях железобетонных изделий предназначены для приема и хранения принятых отделом технического контроля изделий до отгрузки их потребителю по железной дороге или автотранспортом. В теплое время года склад используют для выдерживания изделий с целью ускорения оборачиваемости пропарочных камер и форм.

В состав склада входят сборно-разборные деревянные и металлические кассеты для хранения в них в вертикальном или слегка наклонном положении крупноразмерных панелей, кондукторы для индивидуального или группового хранения и укрупнительной сборки железобетонных изделий, инвентарные подкладки и прокладки, кантователи, траверсы, такелаж, роликовые лапы и трапы, ручные скаты. Высота штабелирования изделий – мелких-1,6 м, крупных -3м. Расстояние между штабелями изделий – 20см, а через каждые два штабеля – проходы от 0,7-1м и один центральный проход -1,5м.

Площадь склада готовой продукции определяется по формуле:

$$A = Q_{\text{сут.}} \cdot T_{\text{хр}} \cdot K_1 \cdot K_2 / Q_{\text{н}} \quad (\text{м}^2),$$

$$A = \frac{75 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,3}{1} = 1462 \text{ м}^2$$

где $Q_{\text{сут}}$ – количество изделий, поступающих в сутки, м^3 ;

$T_{\text{хр}}$ – продолжительность хранения изделий – 10-14 сут.;

K_1 – коэффициент учитывающий площадь на проходы-1,5м;

K_2 – коэффициент учитывающий увеличение площади склада в зависимости от типа крана:

- мостовые - 1,3;

- башенные -1,5;

- козловые - 1,7;

$Q_{\text{н}}$ – нормативный объем изделий, допускаемый для хранения на 1 м^2 площади склада:

-для ребристых панелей, ферм, балок покрытий и других конструкций сложного профиля – $0,5 \text{ м}^3/\text{м}^2$;

-для пустотных панелей, колонн и других линейных элементов – $1 \text{ м}^3/\text{м}^2$.

Например: объем фермы (расход бетонной смеси) - 4 м^3 .

Если на 1 м^2 площади нормативный объем изделий - $0,5 \text{ м}^3$, то на 4 м^3 изделий требуется 8 м^2 площади склада.



**ГЛАВА 5.
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПРИМЕНЕНИЯ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА
НА ЛЕГКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ УЗБЕКИСТАНА**

4.1. Экономические преимущества применения пористых заполнителей

Уменьшение веса строительных материалов и конструкций - одной из наиболее важных направлений научно-технического прогресса в области строительства. Среди ряда способов облегчения железобетонных конструкций весьма эффективным и рациональным является применение легких бетонов на местных строительных материалах. Практически неисчерпаемые запасы пористых местных заполнителей, которые составляют более 80 % веса бетона, залегают в Узбекистане. Использование пористых заполнителей Узбекистана за счет их низкой стоимости и уменьшения транспортных расходов позволит не только обеспечить строительство необходимыми материалами.

В современном строительстве затраты на материалы составляют около 60%

общей стоимости строительно-монтажных работ, в связи с этим позволит сэкономить стоимость материалов на 5%.

Определенную экономию может обеспечить рациональное проектирование железобетонных конструкций из легких бетонов на пористых местных заполнителях.

Для определения экономического эффекта полученного пористого заполнителя шарообразной формы-керампорита необходима сопоставить техника-экономические показатели производства.

Сущность сравнительного анализа заключается в том, что поставляются приведенные затраты двух вариантов. Первый вариант изготовления керамзитового гравия на действующем производстве, а второй вариант изготовление вновь полученного «керампорита». Основным критерием при этом является обеспечение капитальных наименьших суммарных вложений в производственную базу и наименьшей суммарной себестоимости материала.

При сравнении для технологий получения материалов следует, что в обоих вариантах использовано одно и то же оборудование. Следовательно, капитальные суммарные вложения в обоих вариантах одинаковы и требует сравнения, являются суммарная себестоимость материала.

Рассмотрим калькуляцию себестоимости изготовления 1 м^3 керамзитового гравия, применяемую в настоящее время керамзитовым заводом (таб. 19)

Затраты на сырьевые материалы для изготовления новых пористых заполнителей представлены в таб.20.

3) Калькуляция себестоимости 1 м^3 полученных пористых заполнителей представлена в таб.21.

Таким образом, сравнивая себестоимость 1м³ керамзитового гравия и керампорита, приходим к выводу, что изготовление 1м³ керампорита дешевле на 6864 сум-5920сум=944сум.

Годовой объем производства составляет 40 тыс.м³. Годовой экономический эффект от применения «керампорита» составит:

$$\text{Э} = A(C_1 - C_2) = 40000 (6864 - 5920) = 37\,760\,000 \text{ сум.}$$

Таблица-19

**Калькуляция на изготовление 1м³ керамзитового гравия
керамзитовым заводом**

№	Наименование статей	Себестоимость 1 м ³ керамзитового гравия, в сум в 2013год
1	Сырье и материалы	25200
	в т.ч. материалы	13200
	Заготовительные расходы	12000
2	Вспомогательное сырье	2320
3	Покупное изделие и полуфабрикаты	2080
4	Топливо и энергия на технологические цели	1 1680
5	Основная зарплата производственных	3600
6	Рабочих	960
7	Дополнительная зарплата производственных рабочих	560
8	Отчисление на соц. страхование	1264
9	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	5440
10	Цеховые расходы	4000
11	Общезаводские расходы	6848
12	Производственная себестоимость	160
13	Воспроизводственные расходы	6864
	ИТОГО полная себестоимость	96176

Таблица -20

**Затраты на сырьевые материалы для изготовления пористого
заполнителя-«керампорита»**

№	Наименование материала	Ед. изм.	Цена за 1т, сум	Расходы на 1м ³ ,т.	Сумма, сум
1	Лессовидный суглинок	т	808	0,695	5600
2	Бетонит с углем	т	2768	0,175	4480
3	Вода	м ³	32	0,20	80

Таблица-21

**Калькуляция стоимости 1м³ пористого заполнителя на основе
лессовидного суглинка**

№	Наименование статей	Стоимость за 1м ³ керампорита, сум	Стоимость за 1м ³ керамзитового гравия, сум
1	Сырье и материалы	20160	25200
	в т.ч. материалы	10560	13200
	Заготовительные расходы	9600	12000
2	Вспомогательное сырье	1520	2320
3	Покупное изделие и полуфабрикаты	1680	2080
4	Топливо и энергия на технологические цели	8480	1 1680
5	Основная зарплата производственных	3600	3600
6	Рабочих	960	960
7	Дополнительная зарплата производственных рабочих	560	560
8	Отчисление на соц. страхование	1264	1264
9	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	5440	5440
10	Цеховые расходы	4000	4000
11	Общезаводские расходы	5904	6848
12	Производственная себестоимость	160	160
13	Воспроизводственные расходы	5920	6864
	ИТОГО полная себестоимость	79808	96176

1 м³ Керампорит дешевле 16368 сум чем сравнивая керамзитом.

[Введите текст]

Производство искусственных пористых заполнителей в качестве строительного материала получило достаточно широкое распространение благодаря использованию традиционных (аглопорит, керамзит, керампорит, юмпорит, зольный гравий и шлаковая пемза) и новых видов заполнителей местные сырьевые ресурсы, промышленные отходы и др.), причем керамзит – пористый основной искусственный заполнитель. Другие искусственные пористые заполнители, получаемые на основе вспучивания, называют керамзитоподобными.

Ценное качество заполнителей – наличие мелких внутренних равномерно распределенных пористых. Общая пористость заполнителей, применяемых для легких Жетонов, колеблется в пределах 30-65%. Это обеспечивает стабильность механических свойств, снижает плотность легкого бетона, уменьшает расход цемента и др. Надежное сцепление пористого заполнителя с цементным камнем повышает совместное сопротивление этих двух важнейших компонентов при действии внешней нагрузки во всех случаях и на всех стадиях загрузения, что обуславливает наилучшее перераспределение напряжений в бетоне, рост его несущей способности.

4.2. Экономическая эффективность применения легких бетонов

Повышение экономической эффективности железобетонных конструкций может быть достигнуто, как применением новых прогрессивных материалов, более правильным учетом особенностей свойств материалов при расчете и проектировании конструкций на их основе.

Использование при расчете железобетонных конструкций новых повышенных значений прочности бетона на сжатие и растяжение позволило значительно снизить расход материалов, сократить размеры поперечных сечений, что в свою очередь, вызывает дополнительную экономию за счет сокращения транспортных и строительно-монтажных расходов.

Расчет экономической эффективности производства легких бетонов на предлагаемых пористых заполнителях производится также согласно «Инструкции по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений».

4.3. Основные требования по технике безопасности

При производстве напряженных железобетонных конструкций необходимо руководствоваться КМК Ш-4-96 часть III, раздел А и «Правилами безопасности и производственной санитарии в промышленности строительных материалов». С правилами техники безопасности должны быть ознакомлены все инженерно-технические работники завода. Начальник цеха, мастера смен, гады и все рабочие, занятые изготовлением предварительно напряженных конструкций, обязаны сдать экзамены по технике безопасности.

К обслуживанию натяжных устройств и работе по заготовке и натяжению арматуры допускаются лица не моложе 18 лет, обученные по специальной программе, изучившие устройство оборудования, а также технологию натяжения арматуры и сдавшие экзамен.

Сигнальные элементы (звонки, сирены, лампы) должны быть защищены от технических повреждений и расположены так, чтобы обеспечивалась надежная решимость и видимость сигнала в зоне работы обслуживающего персонала.

Все оборудование должно быть заземлено. Все металлические нетоковедущие части оборудования, которые могут оказаться под напряжением иметь заземляющие устройства. Во избежание напряжения электрическим током запрещается касаться незащищенными руками оборванных проводов.

Рабочие места, подходы к механизмам и другому оборудованию должны содержаться в чистоте, не допускается загромождение их каким-либо предметами и материалами. На видных местах должны быть вывешены инструкции, плакаты по технике безопасности, предупредительные надписи, выдержки из типовых правил внутреннего распорядка. Нахождение людей поднятым грузом категорически запрещается.

Персонал, обслуживающий оборудование, не должен подвергаться на рабочих местах воздействию шума, уровень звукового давления не должен превышать допустимого санитарными нормами КМК 245-94.

Требования правил безопасности перед началом работ

До начала работы все рабочие обязаны надеть спецодежду, специальную обувь, рукавицы, в зависимости от выполняемой работы, защитные очки, респиратор.

Проверить:

- а) наличие и исправность ограждений у вращающихся и движущихся частей оборудования;
- б) наличие смазка в машинах и механизмах;
- в) исправность заземляющих устройств, изоляции электропроводов,

пусковых приспособлений.

Рабочие места, походы к механизмам и другому оборудованию необходимо привести в порядок, убрать, удалить посторонние предметы.

Требования правил техники безопасности во время работы

Все вращающиеся части механизмов должны быть закрыты кожухами снабжены блокирующими устройствами. При обнаружении неисправности обслуживаемый механизм должен быть непременно отключен, о чем должен быть сразу поставлен в известность мастер смены. Ремонт оборудования разрешается производить только после полной остановки и обесточивания механизмов. В местах включения необходимо вывешивать таблички «Не включать работают люди» При перегрев электродвигателя или загорании изоляции электропроводов, необходимо срочно выключить рубильник и вызвать электрика.

Рубильник следует выключить также при внезапно подачи электрического тока. Обрезка арматурной проволокой перед ее натяжением выполняют два человека с помощью специальных ножниц или отрезной электромашины. В последнем случае рабочие должны быть в защитных масках.

Перед натяжением арматуры рабочие, не участвующие непосредственно в этой операции, удаляются в безопасную зону. Никто не должен находиться на обоих концах дорожки и над натягиваемой проволоки. Рабочие. Производящие натяжение, должно находится за щитом, никто не должен стоять позади пистолета-натяжителя.

После окончания натяжения всех проволок цанговые зажимы должны быть защищены съемным кожухом. Перед мойкой оборудования необходимо отключить от электросети. Мойку производить в безопасном удалении от электрошкафов, рубильников.

Требования правило техники безопасности по окончании работ.

По окончании работ все машины должны быть отключены от электросети, механизмы следует осмотреть и очистить от раствора, грязи, пыль.

Убрать в специальную тару отходы производства.

Об обнаружении неполадок в работе механизмов необходимо сделать записи в журнале и доложить мастеру (механику) и сменщику.

4.4.Охрана труда

Охрана труда-система законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособность, человек в процессе труда. Охрана труда включает в себя технику безопасности, производственную санитария и пожарную профилактику.

Техникой безопасности называется система организационных, гигиенических и санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов.

Производственная санитария-система организационных, гигиенических и унитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие т работающих вредных производственных факторов.

Пожарная безопасность обеспечивается мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает в себя комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий. Под активной пожарной защитой понимаются меры, обеспечивающие успешную борьбу с возникающими пожарами.

Основные положения законодательства об охране труда

Настоящий закон Республики Узбекистан “Об охране труда” устанавливает единой порядок организации охраны труда независимо от способов производства форм собственности и направлен на обеспечение охраны здоровья и труда граждан. Граждане в Узбекистане иностранные граждане и лица без гражданства имеют право на охрану труда. Охрана труда представляет собой действующую на основании соответствующих законодательных и иных нормативных актов систему социально-экономических организационных технических санитарно-гигиенических и лечебно профилактических мероприятий и средств направленных на обеспечение безопасности сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Законодательство о труде устанавливает высокий уровень условий труда всемирную охрану трудовых прав рабочих и служащих.

Законодательство о труде регулирует трудовые отношение всех рабочих и служащих содействую росту производительности труда повышению эффективности общественного производства подъем материального и культурного уровня жизнь трудящихся.Право граждан на труд т.е на получение гарантированной работы с оплатой труда соответствие с его количеством и качеством и не ниже установленного.

Государственном минимального размера включая право на выбор профессии род занятий и работы в соответствии призванием.

Рабочие и служащие имеют право на отдых в соответствии с законам об ограничении рабочего дня и рабочей недели а также ежегодных оплачиваемых отпусках право на здоровье и безопасность труда на объединение в профессиональные союзы материальное обеспечение за счет государства а также в случае болезни полной или частичной утраты трудоспособности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На предлагаемых новых пористых заполнителях получены легкие бетоны класса В15-В35 по прочности на сжатие при средней плотности бетонов 1200-1800 кг/м³. Данные бетоны в условиях сухого жаркого климата и сохранения необходимой удобоформируемости требуют большего на -13 % количества воды затворения, что приводит к снижению на 10-12 % прочностных показателей.

2. Введение в бетон смесь пластифицирующих добавок снижает отрицательное влияние повышенных температур и низкой влажности, так как требуемая формуемость смеси достигается при меньшем на 7-8 % водосодержания.

3. Исследуемые бетоны имеют более высокие значения призмочной прочности и предельной деформации сравнению с тяжелым бетоном. Превышения призмочной прочности составляют в среднем 4.0% а предельных деформаций -17,9%.

4. Начальный модуль упругости легких бетонов на новых пористых заполнителях ниже чем у равнопрочного тяжелого в среднем на 30,2%.

5. 1 м³ Керампорит дешевле 16368 сум чем сравнивая с керамзитом.

6. Предложен метод определения состава бетона на новых пористых заполнителях.

7. Эффективности состава бетона на новых пористых заполнителях достигает в результате учета производственных и технологических факторов.

Список литературы

- 1*.Каримов И.А Узбекистан по пути углубления экономических реформ. Ташкент “Узбекистан” 1995г
- 2*.Каримов И.А Узбекистан свой путь обновления и прогресса. Ташкент “Узбекистан” 1992г
- 1.СНиП 2,03,01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. Госстрой,М :1985-79с
- 2.Аракелян А.А Прочностные и деформативные свойства легкого бетона при сжатии в зависимости от свойств заполнителя /Структура прочность, деформация легкого бетона./М, Стройиздат,1973-С37-47
- 3.Аскарлов Б.А., Нуриддинов Х.Н Подбор состава прочностные и деформативные свойства легкого бетона на новом гравиеподобном пористом заполнителе. Повышение эффективности и качества бетона и железобетона. Ташкент 1983-С 33-37
- 4.Аскарлов Б.А., Нуриддинов Х.Н. Изучение физико механических свойств конструкционного легкого бетона из местного сырья. Строительный материалы и инженерное оборудование зданий-Ташкент, 1983-С 60-62.
- 5.Ахвердов И.Н. О научных в области легких бетонов. Аглопорит и аглопоритобетон. Научно. Тр. Минского НИИСМ-Минск., Наука и техника, 1964-С 136-145.
- 6.Баженов Ю.М. Технология бетона-М., Высшая школа, 1973-456с.
- 7.Баженов Ю.М. Комар А.Г. Технология бетонных и железобетонных изделий.-М., Стройиздат. 1984-672с.
- 8.Баженов Ю.М. Способ определения состав бетона различных видов.-М., Стройиздат, 1984-672с.
- 9.Байков В.Н., Горбатов С.В., Димитров З.А. Построение зависимости между напряжениями и деформациями сжатого бетона.
- 10.Димитриев С.А., КалатуровБ.А. Расчет предварительно напряжённых конструкций, 1987
- 11.Львович К.И., Ушаков И.11.Львович К.И., Ушаков И.. Свойства мелкозернистых бетонов на тонкомолотом вяжущем. М., 1987
- 12.СНиП 2.03.01.-84 Бетонные и железобетонные конструкции нормы проектирования. М, Стройиздат, 1985.
- 13.Аскарлов Б.А. Получение пористого заполнителя из местного сырья. Сборник научных трудов ТашПИ. Ташкент, 1982.
- 14.Бужевич Г.А., Волков М.В., Ярмаковский В.И. Применение конструкционного легкого бетона на пористых заполнителях: Зарубежный опыты. Бетон и железобетон. 1973с42-46.
15. Б.А.Аскарлов, Л.М. Ботвина «Пористые заполнители из местного сырья и легких бетона на их основе».Монография. Ташкент. Фан. 1990г.
16. Б.А.Аскарлов, Л.М.Ботвина, Х.Н.Нуриддинов «Особенности конструкционных легких бетонов на новых пористых заполнителях Узбекистана».Учебное пособие. Ташкент. 1989г.
- 17.Б.А. Аскарлов Новые легкие бетоны и конструкции на их основе. Т., Фан, 1995.

18. Л.Д. Чумаков «Технология заполнителей бетона».(Практикум). Учебное пособие. Москва.2006г.
19. С.М.Ицкович, Л.Д.Чумаков, Ю.М. Баженов «Технология заполнителей бетона». Учебник. Москва. Высшая школа.1991г.
20. С.Г.Васильков, С.П.Онацкий «Искусственные пористые заполнители и легкие бетоны на их основе». Справочные пособие. Москва. Стройиздат. 1987г.
21. В.Н.Вернигорова и др. Современные химические методы исследования строительных материалов. АСВ. 2003.
22. С.П. Онацкий «Производство керамзита». Москва. Стройиздат. 1987г.
23. УзРСТ 7473-94. Смеси бетонные.
24. УзРСТ 8267-93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работа.
25. Ўз.РСТ 707-96. Бетоны. Классификация и общие технические требования.
26. Ўз.РСТ 707-96. Бетон. Правила подбора состава.