**Бетон** - искусственный каменный материал, получаемый в результате твердения специально приготовленной смеси, состоящий из вяжущего материала, крупного и мелкого заполнителя и воды. При необходимости в бетонную смесь вводят специальные добавки, улучшающие его технологические и структурные характеристики. Состав бетонной смеси должен обеспечить бетону к определенному сроку заданные свойства (прочность, морозостойкость, водонепроницаемость и др.).

Бетон является главным строительным материалом, который применяют во всех областях строительства. Возможность получить материал с самым различным комплексом свойств, высокая архитектурно-строительная пластичность, сравнительная простота и доступность технологии, малая энергоемкость и возможность успешного использования местного сырья и утилизации техногенных отходов, хорошие технико-экономические показатели, экологическая безопасность - все это вывело бетон на первое место среди строительных материалов.

Технико-экономическими преимуществами бетона и железобетона являются: низкий уровень затрат на изготовление конструкций в связи с применением местного сырья, возможность применения в сборных и монолитных конструкциях различного вида и назначения, механизация и автоматизация приготовления бетона и производства конструкций. Бетонная смесь при надлежащей обработке позволяет изготавливать конструкции оптимальной формы с точки зрения строительной механики и архитектуры.

Бетон долговечен и огнестоек, его плотность, прочность и другие характеристики можно изменять в широких пределах. Недостатком бетона, как любого каменного материала, является низкая прочность на растяжение, которая в 10-15 раз ниже прочности на сжатие. Этот недостаток бетона устраняется в железобетоне, когда растягивающее напряжение принимает арматура. В силу этих основных преимуществ бетоны различных видов и железобетоные конструкции из них являются основой современного строительства.

В качестве вяжущего чаще всего берут портландцемент, но могут быть использованы и другие вяжущие: строительный гипс, битум, полимеры, вяжущие низкой водопотребности (ВНВ) и др. Крупный заполнитель - щебень или гравий, мелкий - песок.

В зависимости от плотности различают бетоны:

- особо тяжелые бетоны - плотностью более 2500 кг/м3, изготавливаемые на особо тяжелых наполнителях (из магнетита, барита, чугунного скрапа и др.). Эти бетоны применяют для специальных защитных конструкций;

- тяжелые бетоны - плотностью 2200-2500 кг/м3 на песке, гравии или щебне из тяжелых горных пород;

- облегченные бетоны - плотностью 1800-2200 кг/м3;

- легкие бетоны - плотностью 500-1800 кг/м3.

При проектировании бетонных и железобетонных конструкций назначают требуемые характеристики бетона: класс (марку) прочности бетоны, марки морозостойкости и водонепроницаемости. Бетон должен быть однородным - это важнейшее техническое и экономическое требование.

Тяжелый цементный бетон идет на сооружение фундамента дома, для бетонирования погреба, овощной ямы, водоема, бассейна, устройства дорожек, ступенек крыльца и др. Плиты перекрытий, плиты дорожных покрытий, перемычки, элементы оград, подвалов и фундаментов, детали колодцев и столбы освещения также изготавливают на основе тяжелого бетона.

**Экономический эффект**, достигаемый при применении высокопрочного бетона, заключается в том, что при более высокой стоимости данного материала по сравнению с бетонами низких классов уменьшается требуемое из расчета на прочность сечение несущей конструкции. Наибольший эффект достигается при использовании особо высокопрочного бетона в конструкциях колон высотных зданий за счет снижения количества арматуры и уменьшения сечения колонны. В качестве модификаторов в составах таких бетонов используются комплексные добавки на основе микрокремнезема и суперпластификатора.

Наиболее полно современные возможности технологии бетона получили в создании и производстве высококачественных бетонов. Под этим термином, принятым в 1993 г. совместной рабочей группой ЕКБ/ФИП, объединены многокомпонентные бетоны, которые изготавливают из смеси с ограниченным водосодержанием, с высокими эксплуатационными свойствами, прочностью, долговечностью, адсорбционной способностью, низким коэффициентом диффузии и истираемостью, надежными защитными свойствами по отношению к стальной арматуре, высокой химической стойкостью и стабильностью объема.

Высококачественные бетоны имеют прочность в возрасте 28 суток 60-150 МПа, в возрасте двух суток 30-50 МПа, морозостойкость F600 и выше, водонепроницаемость W12 и выше, водопоглощение менее 1-2% по массе, истираемость не более 0,3-0,4 г/см2, регулируемые показатели деформативности, в том числе с компенсацией усадки в возрасте 14— 28 суток естественного твердения, высокую газонепроницаемость. В реальных условиях прогнозируемый срок службы такого бетона превышает 200 лет. Возможно получение супердолговечных бетонов со сроками службы до 500 лет, что подтверждается исследованиями японских ученых.

Бетон нуждается в уходе, создающем нормальные условия твердения, в особенности в начальный период после укладки (до 15-28 сут). В теплое время года влагу в бетоне сохраняют путем поливки и укрытия. На поверхность свежеуложенного бетона наносят битумную эмульсию или его укрывают полиэтиленовым и другими пленками.

Тяжёлые бетоны изготавливаются в соответствии с ГОСТ 26633-91 «БЕТОНЫ ТЯЖЕЛЫЕ И МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ».

Для приготовления тяжелого бетона необходимы следующие материалы. В качестве **вяжущих материалов** следует применять портландцементы и шлакопортландцементы по ГОСТ 10178. Вид и марку цемента следует выбирать в соответствии с назначением конструкций и условиями их эксплуатации, требуемого класса бетона по прочности, марок по морозостойкости и водонепроницаемости, величины отпускной или передаточной прочности бетона для сборных конструкций на основании требований стандартов, технических условий или проектной документации на эти конструкции с учетом требований ГОСТ 23464, а также воздействия вредных примесей в заполнителях на бетон.

Портландцемент обязан быть свежим, не слежавшимся. Если есть комки, цемент просеивают через сито с размерами ячеек 5 мм. Если марка цемента выше той, которая рекомендуется для данного бетона, то надо разбавить высокоактивный цемент тонкомолотой активной добавкой, чтобы избежать перерасхода высокомарочного цемента.

В качестве **мелких заполнителей** для бетонов используют природный песок и песок из отсевов дробления и их смеси, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 8736, а также золошлаковые смеси по ГОСТ 25592. Песок - чистый, без глины, пыли и растительных остатков. Лучше всего подойдет песок средней крупности с песчинками диаметром 1.. .5 мм. Для приготовления тяжелых бетонов применяют природные пески, образовавшиеся в результате естественного разрушения горных пород, а также искусственные, полученные путем дробления твердых горных пород и из отсевов. Природные пески представляют рыхлую смесь зерен различных минералов, входивших в состав изверженных (реже осадочных) горных пород (кварца, полевого шпата, кальцита, слюды и др.).

В зависимости от зернового состава песок разделяют на крупный, средний, мелкий.

Мелкие частицы (пыль, ил, глина) увеличивают водопотребность бетонных смесей и расход цемента в бетоне. Поэтому содержание в песке зерен, проходящих через сито 0,16 мм, должно быть не более 10% по массе, при этом количество пылевидных, илистых и глинистых частиц, определяемых отмучиванием, не должно превышать 3%. Глина набухает при увлажнении и увеличивается в объеме при замерзании, снижая морозостойкость. Песок очищают от мелких частиц путем промывки.

В природном песке и в гравии могут содержаться органические примеси (например, продукты разложения остатков растений), в частности, органические гумусовые кислоты, которые понижают прочность бетона и даже разрушают цемент. Наличие органических примесей определяют колориметрическим (цветовым) методом.

В качестве **крупных заполнителей** для тяжелых бетонов используют щебень из природного камня по ГОСТ 8267, щебень из гравия по ГОСТ 10260, щебень из попутно добываемых пород и отходов горнообогатительных предприятий по ГОСТ 23254, гравий по ГОСТ 8268, а также щебень из шлаков ТЭЦ по ГОСТ 26644. В зависимости от крупности зерен щебень, гравий подразделяют на четыре фракции: 5-10 мм, 10-20 мм, 20-40 мм и 40-70 мм. Щебень, гравий могут поступать в виде смеси двух или большего числа фракций. По соглашению между поставщиком и потребите­лем может применяться щебень фракций 3-10 мм, 10-15 мм (или 5-15),15-20 мм. Зерновой состав каждой фракции или смеси фракций должен находиться в указанных ниже пределах.

Кроме того, годятся битый кирпич, куски старого бетона, битое стекло, старые гвозди, обрубки стального прутка. Нельзя применять лом цветных металлов.

**Вода**, применяемая для затворения бетонной смеси и поливки бетона, не должна содержать вредных примесей, препятствующих схватыванию и твердению вяжущего вещества. Для затворения бетонной смеси применяют водопроводную питьевую воду, а также природную воду (рек, естественных водоемов), имеющую водородный показатель рН не менее 4, содержащую не более 5600 мг/л минеральных солей, в том числе сульфатов не более 2700 мг/л . He допускается применять болотные, а также сточные бытовые и промышленные воды без их очистки.

**Добавки для бетонов**

В зависимости от назначения (основного эффекта действия) добавки для бетонов подразделяют на виды.

1. *Регулирующие свойства бетонных смесей:*

* пластифицирующие;
* стабилизирующие;
* водоудерживающие;
* улучшающие перекачиваемость;
* регулирующие сохраняемость бетонных смесей;
* замедляющие схватывание ускоряющие схватывание;
* поризующие (для легких бетонов): воздухововлекающие, пенообразующие, газообразующие.

2. *Регулирующие твердение бетона:*

* замедляющие твердение,
* ускоряющие твердение.

3. *Повышающие прочность и (или) коррозионную стойкость, морозостойкость бетона и железобетона, снижающие проницаемость бетона*: водоредуцирующие, кольматирующие, газообразующие, воздухововлекающие, повышающие защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре (ингибиторы коррозии стали).

4. *Придающие бетону специальные свойства*: противоморозные (обеспечивающие твердение при отрицательных температурах); гидрофобизирующие.

Реологические свойства бетонной смеси

Приготовление тяжелого бетона аналогично изготовлению опилкобетона или арболита. Бетонной смесью называют рационально составленную и тщательно перемешанную смесь компонентов бетона до начала процессов схватывания и твердения. Состав бетонной смеси определяют, исходя из требований к самой смеси и к бетону.Основной структурообразующей составляющей в бетонной смеси является цементное тесто.

Независимо от вида бетона бетонная смесь должна удовлетворять двум главным требованиям: обладать хорошей удобоукладываемостью, соответствующей применяемому способу уплотнения и сохранять при транспортировании и укладке однородность, достигнутую при приготовлении.

При действии возрастающего усилия бетонная смесь вначале претерпевает упругие деформации, когда же преодолена структурная прочность, она течет подобно вязкой жидкости. Поэтому бетонную смесь называют упруго-пластично-вязким телом, обладающим свойствами твердого тела и истинной жидкости. Свойство бетонной смеси разжижаться при механических воздействиях и вновь загустевать в спокойном состоянии называется тиксотропией.

Технические свойства бетонной смеси

При изготовлении железобетонных изделий и бетонировании монолитных конструкций самым важным свойством бетонной смеси является удобоукладываемость (или удобоформуемость), т.е. способность заполнять форму при данном способе уплотнения, сохраняя свою однородность. Для оценки удобоукладываемости используют три показателя:

- подвижность бетонной смеси (П), являющуюся характеристикой структурной прочности смеси;

- жесткость (Ж), являющуюся показателем динамической вязкости бетонной смеси;

- связность, характеризуемую водоотделением бетонной смеси после ее отстаивания. Подвижность бетонной смеси характеризуется измеряемой осадкой (см) конуса (ОК), отформованного из бетонной смеси, подлежащей испытанию. Подвижность бетонной смеси вычисляют как среднее двух определений, выполненных из одной пробы смеси. Если осадка конуса равна нулю, то удобоукладываемость бетонной смеси характеризуется жесткостью.

Жесткость бетонной смеси характеризуется временем (с) вибрирования, необходимым для выравнивания и уплотнения предварительно отформованного конуса бетонной смеси в приборе для определения жесткости. Связность бетонной смеси обуславливает однородность строения и свойств бетона. Очень важно сохранить однородность бетонной смеси при перевозке, укладке в форму и уплотнении. При уплотнении подвижных бетонных смесей происходит сближение составляющих ее зерен, при этом часть воды отжимается вверх. Уменьшение количества воды затворения при применении пластифицирующих добавок и повышение водоудерживающей способности бетонной смеси путем правильного подбора зернового состава заполнителей являются главными мерами борьбы с расслоением подвижных бетонных смесей.

Укладка бетонной смеси также аналогична укладке опилкобетона. При бетонировании фундамента, если есть булыжники или валунные камни, не трудно приготовить бутобетон. Для этого бетонную смесь укладывают в опалубку и с помощью трамбовки в нее забучивают булыжники. Важно, чтобы каждый булыжник был закрыт со всех сторон бетонной смесью и не выступал над ее поверхностью. При перемешивании бетонной смеси в. результате взаимного распределения частиц объем полученной смеси составит 0,6...0,7 от расчетного, то есть вместо 100 л раствора получится 60.. .70 л. Это необходимо учесть при определении количества потребного бетона.

Применение модификаторов различного назначения позволяет в широких пределах изменять строительно-технологические свойства бетонных смесей. Благодаря высокой подвижности бетонной смеси, за счет использования суперпластификатора, при низком значении водоцементного отношения смесь легко подается к месту укладки в опалубку с помощью бетононасосов.

В ряде случаев применение суперпластификаторов совместно с другими модифицирующими добавками позволяет полностью отказаться от использования виброуплотнения. Для снижения расслаиваемости бетонной смеси в состав модификаторов включают стабилизирующие добавки. Благодаря применению модификаторов бетона, высота подачи бетонной смеси с помощью бетононасосов при бетонировании конструкций высотных зданий составила более 400 метров.

При использовании в составе модификаторов добавок регуляторов сроков схватывания и твердения удалось добиться беспрерывной подачи бетонной смеси при поярусном бетонировании. Это позволило практически в 2 раза сократить сроки возведения высотных зданий с железобетонными несущими конструкциями.

Для приготовления тяжелого бетона и изготовления железобетонных конструкций в настоящее время применяются вяжущие низкой водопотребности (ВНВ), приготовленных с суперпластификатором С-3 на заводах сборного железобетона и строительных площадках.

ВНВ представляет собой новый класс высокоэффективных гидравлических вяжущих веществ, имеющих ряд преимуществ по сравнению с традиционным портландцементом. В основе процесса получения ВНВ лежит механо-химическая активация сырьевой композиции при оптимальном соотношении компонентов. На основе этих вяжущих создаются строительные материалы низкой энергоемкости.

Вяжущие низкой водопотребности применяются в строительстве при возведении монолитных зданий и сооружений, при производстве сборных бетонных и железобетонных изделий и там, где требуются безвибрационные технологии и беспропарочные режимы твердения изделий.

При этом достигается высокая **экономическая эффективность**, т. к. по технологии получения ВНВ из имеющегося клинкера можно получать в 1,5-2 раза больше вяжущего материала нормального качества и значительно экономить энергозатраты на его производство (80 кг условного топлива против 210 кг), а также снизить транспортные расходы. Создание новых видов вяжущих обеспечивает снижение расхода клинкерной части цемента по сравнению с современным уровнем на 40-50%, приближает производство вяжущего к объектам строительства и, как следствие, снижает транспортные расходы до 70%.

Применение ВНВ позволяет потенциально увеличить реальную активность цемента в 2-2,8 раза, и соответственно, прочность бетона в 1,5-2 раза. Дальнейшее повышение прочности ограничивается свойствами и характеристиками заполнителей. Ясно, что такой прирост прочности может быть реализован в виде существенных технологических преимуществ.

Потенциальные возможности увеличения прочности бетона могут быть преобразованы в различные превышенные другие его характеристики и особенно технологические его свойства. Внедрение ВНВ с этой точки зрения обеспечивает возможности расширения этих свойств, которые позволяют говорить о принципиально новых технологических возможностях бетонных смесей.

Необходимо отметить, что использование ВНВ вместо цемента с различными добавками, вводимыми в бетономешалку, значительно (в 2-3 раза) увеличивает время начала и окончания схватывания бетонной смеси, что позволяет перевозить ее на значительно большие расстояния. Это в свою очередь приведет к тому, что в целом по каждому району строительства можно будет обходиться меньшим количеством бетонных заводов.

Применение ВНВ позволяет сократить в зимних условиях ухода за бетонной смесью, а также уменьшить продолжительность технологических перерывов, назначаемых обычно для набора прочности бетона. Может быть сокращено так же время ухода за свежеуложенным бетоном в жаркое время года и, естественно, снижены затраты труда, расход воды и т. д.

В целом же применение ВНВ в условиях стройплощадки, расширяя технологические и физико-механические свойства бетона и условия его применения не требует каких-либо существенных изменений в технологии бетонных работ.

Постепенный переход к более эффективным видам бетона будет предопределен их более высоким качеством и соответственно большей конкурентоспособностью на строительном рынке, большими возможностями в создании новых видов конструкций, возведении зданий и сооружений, всемерным снижением эксплуатационных затрат и инвестиционных рисков при строительстве сложных инженерных объектов.

**Библиографический список литературы**

1. Баженов Ю. Академик РААСН; Фаликман В., член-корреспондент РИА.Эффективные бетоны и технологии - перспектива их развития. // "Строительная газета" N 44 от13.11.2001.
2. Боев С.Бетонная радуга.// "Строительный Сезон". –2003. - №13 .
3. Баженов М.Н. Новые эффективные бетоны и технологии.// Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2001. - №2.
4. Гридчин А.М., Лесовик Р.В. **Особенности производства вяжущих низкой водопотребности и бетона на его основе с использованием техногенного полиминерального песка.** // Строительные материалы оборудование, технологии XXI века. - 2002. -№1.
5. ГОСТ 26633-91 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые».
6. **Жуков А. Д.** Модифицированные бетоны для строительства высотных зданий.//http://www.d-mir.ru/
7. Лесовик В.С., Гладков Д.И., Елистраткин М.Ю., Доклад / электрофизическая технология ячеистобетонных изделий — БелГТАСМ, 2000.
8. Перспективные технологии и новые разработки //источник: www. sibindustry. ru, 2004.
9. Сидоров В.А., Белов И.А. Модификаторы противоморозного действия //источник: http://www.beton.ru/
10. Файнер М.Ш. Новые закономерности в бетоноведении и их практическое приложение. - Киев, Наукова думка, 2001.