

Краткий конспект лекций
ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ
Структура технологического процесса

Производство железобетонных изделий включает в себя следующие технологические процессы:

- приготовление бетонных смесей, включая подготовку составляющих;
- изготовление арматурных элементов, каркасов и закладных деталей;
- формование изделий, включая армирование;
- твердение бетона;
- расформовка или распалубка, т.е. освобождение форм от готовых изделий и далее подготовка форм к новому циклу;
- обработка лицевых и офактуренных поверхностей некоторых изделий;
- укрупнительная сборка и комплектация строительных конструкций с целью повышения степени заводской готовности.

Задачи технолога

1. Назначение параметров технологических режимов, которые должны обеспечить технологический эффект (выпуск качественной конкурентоспособной продукции при наименьших затратах).

Технологические режимы – это совокупность технологических параметров, включающих момент приложения технологического воздействия, его интенсивность, продолжительность и сила.

2. Выбор рационального оборудования, механизмов и приспособлений, необходимых для выполнения технологических операций, с целью обеспечения необходимого уровня механизации, автоматизации, экономии трудовых и материальных ресурсов.

Операция – это законченная часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте по определенному технологическому режиму.

Технологический процесс приготовления бетонных смесей

При приготовлении бетонных смесей выполняются следующие процессы и операции:

- прием исходных материалов из транспортных средств;
- хранение сырьевых материалов;
- переработка и подготовка материалов;
- дозирование;
- смешивание;
- транспортирование готовой бетонной смеси.

Схема технологического процесса приготовления бетонной смеси

Прием материалов

Заполнители

Цемент

Добавки

Вода

Хранение

Щ,П

Ц

Д

Силосы

крытый склад

Переработка, подготовка

*Оттаивание,
подогрев*

Активизация

*Приготовление рабо-
чих растворов*

Промежуточный запас, дозирование

Щ

П

Ц

Д

В

Щ

П

Ц

Ж

Ж

Смешивание

Транспортирование бетонной смеси

Прием и хранение материалов

Доставка и хранение цемента

Цемент, как правило доставляется железнодорожным транспортом в крытых вагонах навалом, в саморазгружающихся вагонах бункерного типа и в вагонах цистернах. Иногда, в основном на предприятия с невысокой производительностью цемент доставляется в автоцементовозах.

Разгрузка крытых вагонов производится с помощью пневматического заборного устройства всасывающего или всасывающе-нагнетательного действия.

Далее цемент по цементопроводу пневмоподъемником подается в осадительную камеру надсилосного отделения , а затем по горизонтальному аэрожелобу распределяется по силосам.

При доставке цемента в вагонах бункерного типа цемент самотеком выгружается в подрельсовые бункера, в которые установлен пневматический подъемник, подающий цемент в силосный склад.

При транспортировании в вагонах-цементовозах разгрузка цемента производится непосредственно к цементопроводу. таким же образом разгружаются и автоцементовозы.

Хранится цемент на складах силосного типа с разделением по видам и маркам цемента. Обычно склад состоит из 4-6 силосов, представляющих цилиндрические емкости (банки), изготовленные из металла или железобетона.

В нижней части, выполненной в виде конуса имеется аэрирующее устройство. Во избежание слеживаемости цемента производится перекачка цемента из одной емкости в другую.

Основным оборудованием склада цемента являются пневматические насосы различной конструкции, пневмоподъемники, цементопроводы, компрессорные станции, осадительные камеры и оборудование для очистки воздуха.

Доставка и хранение заполнителей

Песок на предприятия поступает в основном из местных карьеров и доставляется автосамосвалами. Разгрузка производится самотеком.

Щебень чаще всего доставляется железнодорожным транспортом с разгрузкой через донные или боковые люки. Для транспортирования крупного заполнителя используются платформы, полувагоны и вагоны бункерного типа.

В зависимости от вида транспортного устройства разгрузка может осуществляться либо естественным гравитационным способом, либо с помощью специальных разгрузочных машин сталкиванием или черпанием.

Саморазгружающиеся транспортные средства высыпают щебень в подрельсовые бункера.

Способом черпания производится разгрузка полувагонов с помощью разгрузочно-штабелировочной машины ТР-2.

***Схема штабельно- траншейного склада с портальной
разгрузочно-штабельной машиной ТР – 2***

Хранение плотных заполнителей осуществляется в складах открытого, закрытого и комбинированного типа. Различают штабельные, полубункерные, бункерные и силосные склады заполнителей.

Чаще всего складирование заполнителей производится на открытых складах штабельного типа (штабельные и эстакадно-штабельные).

Однако с целью избежания загрязнения и увлажнения заполнителей атмосферными осадками целесообразнее использовать для хранения закрытые склады бункерного и полубункерного типа (траншейные и эстакадно-траншейные).

Хранение пористых заполнителей производится только в крытых складах

Основным требованием при хранении заполнителей, не зависимо от типа склада, является складирование заполнителей отдельно по видам и фракциям.

Эстакадно-траншейный полубункерный закрытый склад является наиболее распространенным типом склада заполнителей (инертных материалов).

Схема эстакадно-траншейного полубункерного закрытого склада

1- саморазгружающаяся платформа; 2 – приемный бункер; 3 – эстакада; 4 – крыша; 5 - опоры эстакады; 6 – полубункер; 7 – траншея.

Основными характеристиками складов является тип, емкость, запас хранения материалов в сутках, стоимость складирования единицы материала, энергоемкость и трудоемкость. Емкость склада заполнителей в среднем находится в пределах 3000-9000 м³. Емкость склада цемента 500-2500 тонн.

Внутризаводское транспортирование материалов

Подача цемента со склада БСЦ осуществляется пневмотранспортом. Для приема цемента в БСЦ предусмотрена осадительная камера и система очистки воздуха.

Для подачи заполнителей в БСЦ на складе предусмотрены траншейные транспортеры, которые проходят под штабелями по всей длине склада. С этого транспортера заполнитель перегружается на систему ленточных транспортеров в закрытой галерее подачи заполнителей (подъемно-транспортная галерея). Максимальный угол наклона транспортера составляет для песка и щебня 18°, а для керамзита 13-15°.

Подготовка и переработка материалов

Подготовка заполнителей

Крупный заполнитель должен поступать на завод в фракционированном и чистом виде. Поэтому, как правило, на заводе не предусматривается дополнительная крупных заполнителей.

Песок с местного карьера может содержать крупные примеси, например куски глины. Поэтому на складах предусмотрено отделение крупных включений. В некоторых случаях предусмотрено улучшение зернового состава песка путем отсева мелкой фракции и (или) введение крупной фракции дробленого песка.

В зимнее время возможно смерзание заполнителей в транспортных средствах, поэтому для выгрузки крупного заполнителя предусмотрено использование бурофрезерных машин для измельчения смерзшихся глыб крупного заполнителя.

Кроме того в зимнее время предусматривается оттаивание и подогрев заполнителей для того, чтобы получить бетонную смесь с определенной температурой. Оттаивание и подогрев производятся в одну или две стадии: первая стадия осуществляется на складе, а вторая стадия в сушильном барабане или в бункерах с подогревом. Двухстадийная обработка применяется только для песка.

Подогрев на складах (непосредственно в штабелях) осуществляется двумя способами: контактным и конвекторным. При контактном способе пар подается в глухих трубах-гребешках. Процесс теплообмена происходит между поверхностью самой трубы и зернами заполнителя. Тепло распространяется за счет теплопроводности зерен заполнителя и воздуха. Длительность контактного обогрева достаточно продолжительна (10-12 часов), а расход условного топлива 1012 кг/м^3 .

Более эффективным является конвекторный теплообмен, при котором теплоноситель подается непосредственно в штабель заполнителя. При этом увеличивается поверхность теплообмена и, следовательно, сокращается

длительность процесса подготовки заполнителя. В качестве теплоносителя целесообразно использование горячего воздуха или продуктов сгорания природного газа. Температура теплоносителя Примерно 250°C.

Подготовка цемента

Заключается в активизации цемента и рекомендуется в случаях технической необходимости и экономической целесообразности повышения активности цемента, особенно лежалого.

Активизация цемента заключается в увеличении удельной поверхности цемента до 4000-4500 см²/г.

Способы активизации цемента

1. Домол цемента сухим или мокрым способом. При этом вводятся минеральные и химические добавки. Водосодержание шлама В/Ц = 0,4 – 0,5

2. Виброактивизация. При этом способе производится вибрирование цементного теста с В/Ц = 0,6 - 0,9 с частотой колебаний 6000 кол/мин в течение 5-10 мин. В результате обеспечивается равномерное распределение воды в цементном тесте, увеличение удельной поверхности цемента и, как следствие, снижение водопотребности бетонной смеси, увеличение прочности, плотности и однородности бетона.

3. Активизация в высокоскоростных смесителях с частотой оборотов 1500-3000 об/мин. В этих смесителях частицам цементного теста сообщаются высокие скорости и сложные траектории движения. при этом они соударяются друг с другом, рабочими органами и стенками смесителя. Образуется высокодисперсная масса, разбиваются флоккулы цемента, активизируется поверхность частиц цемента. Все это вместе дает высокий технический эффект.

4. Раздельное приготовление бетонной смеси. Это относительно новая технология приготовления бетонной смеси, при которой раздельно приготавливается цементное тесто или цементно-песчаный раствор в

скоростном смесителе. Затем происходит смешивание всех компонентов бетонной смеси в обычном бетоносмесителе принудительного действия.

Схема раздельного приготовления бетонной смеси

Раздельная технология обеспечивает повышение однородности бетона, увеличение прочности, плотности и следовательно морозостойкости.

Состав бетонного хозяйства

Приготовление бетонной смеси осуществляется в бетоносмесительном цехе, в состав которого входят:

- склады с приемными устройствами;
- система транспортирования и подачи материалов внутри завода;
- собственно бетоносмесительный цех;
- транспортные устройства для бетонной смеси.

Бетоносмесительный цех (БСЦ) состоит из четырех отделений:

- надбункерное (прием материалов);
- дозировочное с расходными бункерами;
- смесительное отделение;
- отделение выдачи готовой бетонной смеси.

Дозирование материалов

Дозирование сырьевых материалов производится весовыми дозаторами, в которые материалы поступают из расходных бункеров. Расходные бункера должны обеспечивать непрерывную работу бетоносмесительного цеха.

Дозаторы выпускаются серийными комплектами. В их состав входят дозаторы цемента, песка, щебня, а также жидкости (воды, растворов химических добавок).

Дозаторы характеризуются объемом (массой) дозируемых материалов, скоростью дозирования и точностью. Скорость дозирования при использовании автоматических дозаторов 30-40 сек.

При дозировании пористых заполнителей используются объемно-весовые дозаторы, которые учитывают неоднородность пористых заполнителей по плотности.

Смешивание компонентов бетонной смеси

Основным требованием в процессе перемешивания является получение однородной бетонной смеси, т.е. обеспечение равномерного распределения компонентов в единице объема бетонной смеси.

Смешивание осуществляется двумя способами: гравитационный (свободное падение частиц) и способ принудительного перемешивания.

Гравитационный способ перемешивания подразумевает использование бетоносмесителя гравитационного типа, который представляют собой медленно вращающийся барабан с горизонтальной или наклонной осью.

Перемешивание компонентов происходит за счет неоднократного подъема компонентов в верхнюю точку и дальнейшего свободного падения и погружения в бетонную смесь.

Такие смесители используются для приготовления подвижных бетонных смесей тяжелого бетона марок П2-П5.

Серийные смесители имеют емкость барабана 500-3000 л. Форма барабана грушевидная или двухконусная. Загрузка и выгрузка производится через одно и то же отверстие. Грушевидные барабаны могут быть опрокидные и не опрокидные. Двухконусные барабаны могут быть риверсивными. Число оборотов барабана n зависит от диаметра барабана D : $n = 20/D$, об/мин. Чем больше диаметр, тем продолжительнее перемешивание и составляет 45-120 с. Продолжительность перемешивания зависит также и от удобоукладываемости бетонной смеси.

При перемешивании компонентов бетонной смеси приходится преодолевать силы внутреннего сцепления, трения и тяжести, а на заключительном этапе перемешивания и сопротивление сдвигу бетонной смеси. В связи с этим гравитационные смесители не используются для приготовления жестких смесей, смесей на пористых заполнителях и мелкозернистых бетонных смесей. Для приготовления перечисленных смесей используются бетоносмесители принудительного перемешивания.

При **принудительном способе перемешивания** под воздействием вращающихся лопостей и других рабочих органов частицы бетонной смеси перемещаются по сложной траектории, что приводит к равномерному распределению компонентов. Смесители принудительного действия имеют различную конструкцию.

1. Противоточные смесители с горизонтально вращающейся чашей. В качестве смешивающих органов, используются лопасти, скребки, лопатки, кулачки и др., насаженные на рабочие валы.

2. Роторные смесители с неподвижной горизонтальной чашей.
3. Лопастные, шнековые с приводным горизонтальным валом. Цилиндр имеет корытообразную форму.
4. Для приготовления мелкозернистых бетонных смесей используются высокоскоростные смесители турбулентного типа с частотой 500-600 об/мин.
5. Для изготовления очень жестких бетонных смесей используются смесители с дополнительным вибрационным воздействием.

Длительность приготовления тяжелых бетонных смесей примерно 2 мин. Для бетонных смесей на легких заполнителях длительность перемешивания зависит от средней плотности бетонной смеси, чем легче бетонная смесь, тем более длительный процесс перемешивания в среднем составляет 5-6 мин. Длительность перемешивания мелкозернистых бетонов примерно 5 мин.

Смесители принудительного действия имеют емкость по загрузке 2000 л. Порядок загрузки компонентов в бетоносмеситель: заполнители, цемент, затворитель.

Для смесительных установок большой производительности (до 200 м³/ч) используются смесители непрерывного действия. Смесители принудительного перемешивания непрерывного действия представляют собой горизонтальные барабаны, оборудованные шнековыми валами, предназначенными не только для перемешивания бетонной смеси, но и для перемещения ее к выгрузочному отверстию. Гравитационные смесители непрерывного действия представляют собой горизонтальные вращающиеся цилиндры, внутри которых располагаются лопасти, которые перемещают бетонную смесь к выгрузочному отверстию.

Транспортирование бетонной смеси

На заводах сборного железобетона наиболее распространены следующие способы перемещения бетонных смесей от БСЦ к месту их потребления:

- бадьями автотранспортом или кранами (преимущественно на полигонах);
- самоходными раздаточными бункерами по бетоновозным эстакадам (в формовочные пролеты);
- ленточными конвейерами;
- бетононасосы (для смесей с ОК=6-12 см.);
- адресная подача бетонной смеси самоходными раздаточными бункерами по рельсовому пути.

При организации линии подачи бетонной смеси необходимо сокращать число перегрузок, т.к. при этом происходит расслоение бетонной смеси и увеличиваются потери.

Контроль производства бетонных смесей

Качество готовой бетонной смеси, а в итоге и качество бетона в готовых изделиях и конструкциях во многом зависит от правильности организации контроля на всех этапах производства. Контроль производства бетонных смесей включает следующие этапы.

1. Входной контроль – контроль качества поступившего сырья на соответствие требованиям стандартов (лаборатория).
2. Операционный контроль – контроль за точностью выполнения операций на всех этапах приготовления бетонной смеси, включает в себя следующее.
 - Точность дозирования обеспечивается ежедневным контрольным взвешиванием с помощью использования автоматических устройств. Надежность дозаторов обеспечивается ежедневным профилактическим

осмотром и регулировкой, а также ежемесячным контролем ведомственного надзора и метрологической поверкой 1 раз в год государственным надзором.

- Контроль составов бетонной смеси с учетом влажности заполнителей (корректировка состава производится различными способами, например по изменению мощности, затрачиваемой при перемешивании).

- Удобоукладываемость бетонной смеси контролируется не менее 2-х раз в смену при относительно постоянной влажности заполнителей и через каждые 2 часа при переменной влажности. Пробу берут в три приема: в начале, в середине и в конце выгрузки из смесителя.

- Продолжительность перемешивания.

3. Выходной контроль – контролируется прочность бетона. Для чего из каждой партии бетона изготавливаются контрольные образцы с последующим испытанием.

При массовом производства целесообразно проводить статистический контроль прочности бетона.