

Новые технологии
бетонирования
с применением
самоуплотняющихся бетонных
смесей.

Основные тенденции в развитии технологий бетонов

- ❑ - Сверхжёсткие и жёсткие бетонные смеси;
- ❑ - Подвижные бетонные смеси;
- ❑ - Литые и высокоподвижные смеси;
- ❑ - Самоуплотняющиеся бетонные смеси.

Основные тенденции в развитии технологий бетонов



**Подвижная
бетонная смесь**



**Литая бетонная
смесь**



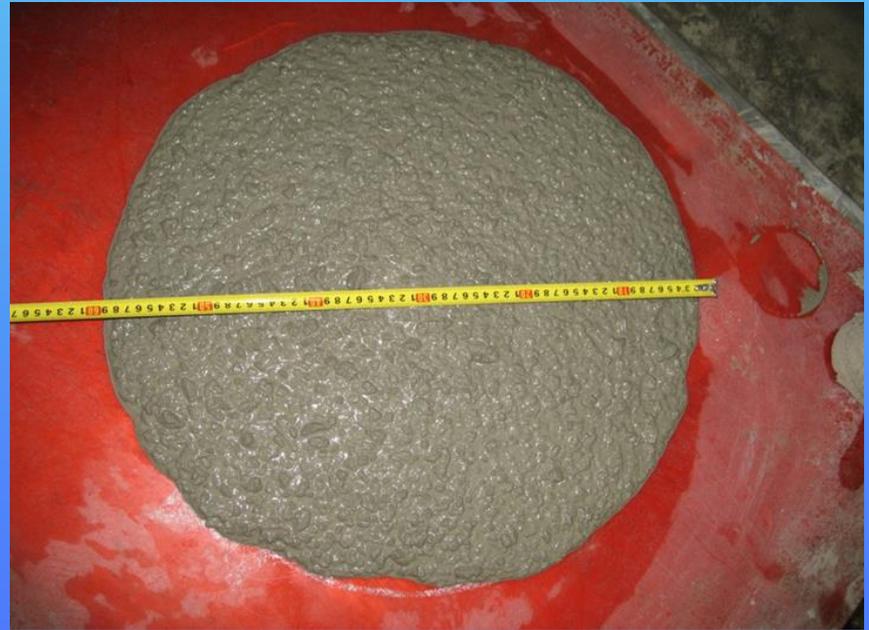
**Самоуплотняющаяся
бетонная смесь
(СУБС)**

Отличительные особенности СУБС

СУБС (самоуплотняющаяся бетонная смесь) –
это разновидность бетонной смеси, способной
уплотняться и нивелироваться под действием
собственного веса без внешних воздействий.

Отличительные особенности СУБ-смесей

- Сверхтекучая консистенция бетонной смеси;
- Отсутствие тиксотропии бетонной смеси;
- Высокая вязкость и плотность бетонной смеси;
- Способность к самоуплотнению и нивелированию;
- Высокая однородность и связность бетонной смеси;
- Низкое содержание воздуха в смеси;
- Высокая технологичность.



Отличительные особенности СУБ-бетона

- Высокая плотность;
- Низкое содержание пор;
- Высокие физико-механические характеристики;
- Высокие эксплуатационные показатели;
- Однородность структуры;
- Высокое качество поверхности.

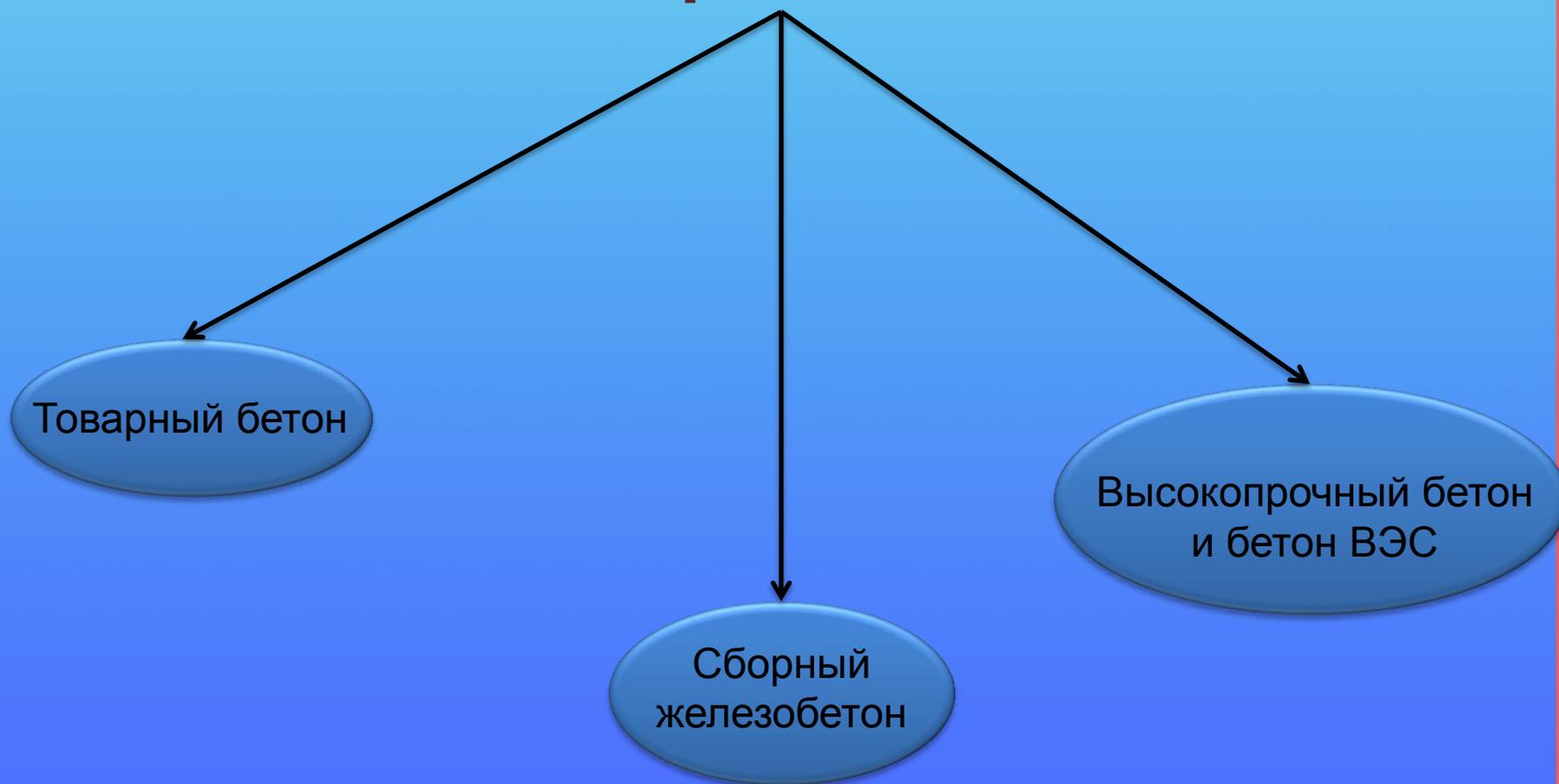


Преимущества СУБС

- Укладка бетона в конструкции без виброуплотнения (СУБС характеризуются высокой текучестью и стабильностью свойств во времени, свойствами самоуплотнения и нивелирования, заполняют все бетонируемое пространство конструкции);
- Поддержание высокого темпа возведения сооружений, позволяющего производить бетонирование крупногабаритными блоками с меньшим количеством строительных швов и последующих мероприятий по их подготовке и герметизации;
- Возможность бетонирования конструкций сложной формы (конфигурации);
- Возможность бетонирования густоармированных конструкций с малым просветом арматуры;
- Заполнение труднодоступных частей конструкций с обеспечением их монолитности;
- Получение бездефектной и плотной структуры лицевой поверхности бетона, что обеспечивает эксплуатационную надежность и долговечность возводимых конструкций и сооружений;
- Улучшение условий труда;
- Существенное снижение трудо- и энергозатрат на укладку бетона в конструкции.



Области применения СУБС



СУБС в товарном бетоне

- Возможность укладки бетонной смеси в густоармированную конструкцию;
- Отказ от вибрации при укладке бетонной смеси;
- Ускорение темпов строительства;
- Снижение уровня шума и улучшение условий труда.



СУБС в товарном бетоне



Опытный блок на объекте строительства «Лахта Центр».
Оценка нивелирующей способности бетонной смеси.

Зарамагская ГЭС.
Подача бетонной смеси с высоты 60 метров.

СУБС в сборном железобетоне

- Снижение затрат при укладке бетона;
- Отказ от виброуплотнения;
- Возможность бетонирования конструкций сложной формы (конфигурации);
- Возможность бетонирования густоармированных конструкций;
- Высокое качество поверхности (отсутствие каверн и раковин);
- Высокое качество и долговечность бетона;
- Увеличение срока службы опалубки;
- Снижение времени предварительной выдержки бетонной смеси;
- Сокращение времени ТВО или переход на «мягкие» режимы ТВО;
- Снижение уровня шума и улучшение условий труда.

СУБС в сборном железобетоне



Продукты ЗАО «НП ЦМИД» для технологии СУБС

➤ ГПМ-Жу ТУ 5745-009-53268843-2009

Комплексная добавка, на основе поликарбоксилатов, которая включает все необходимые компоненты для получения СУБ смесей с определенными требованиями.

➤ ГПМпор ТУ 5745-008-53268843-2007

Комплексная минеральная добавка (наполнитель), специально предназначенная для получения высокотехнологичных СУБ смесей и бетонов ВЭС.



ГПМ-Жу



ГПМпор

Специальные методы испытаний СУБС

- Определение расплыва цементной пасты и раствора (конус Хеггермана) →
- Определение расплыва конуса (конус Абрамса) ↓

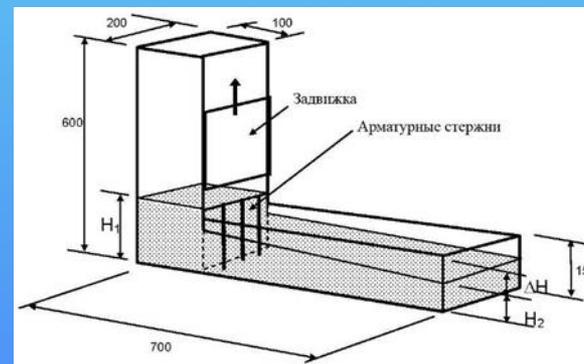
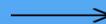


- Определение времени истечения бетонной смеси (условная вязкость) через V-образную воронку



Специальные методы испытаний СУБС

- Определение времени растекания и преодоления препятствий в L-образном ящике



- Определение равномерности распределения заполнителя (трёх секционная цилиндрическая форм)



Методы испытаний затвердевшего бетона (СУБ)

- Прочность при сжатии по ГОСТ 10180-90;
- Прочность при осевом растяжении по ГОСТ 10180-90;
- Прочность растяжения при изгибе по ГОСТ 10180-90;
- Водонепроницаемость по ГОСТ 12730.5-78;
- Водопоглощение ГОСТ 12730.3-78;
- Морозостойкость ГОСТ 10060.0-95;
- Деформации усадки и ползучести ГОСТ 24544-81;
- Другие характеристики бетона по НД РФ.

Разработка новых материалов и видов бетона для строительства сооружений АЭС

Примеры СУБС с различными технологическими характеристиками

Марка по расплыву конуса Р5



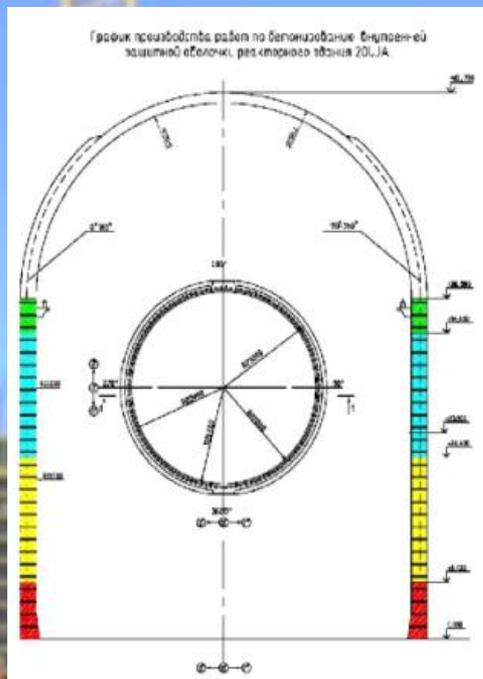
СУБ класса SF1



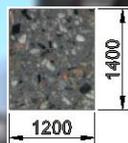
Бетонирование конструкций ВЗО высокими блоками

Используемая технология бетонирования ВЗО

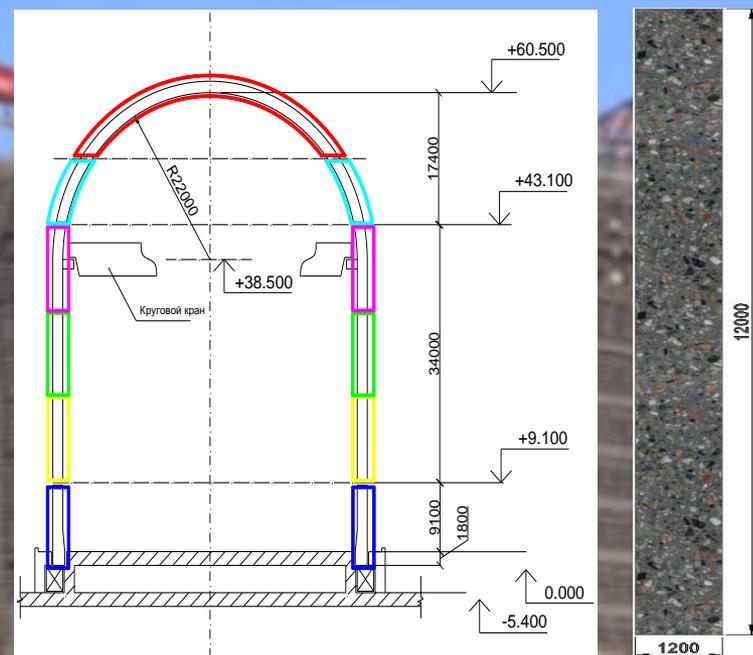
Технология бетонирования ВЗО для проекта ВВЭР-ТОИ (Курская АЭС-2)



НВАЭС-2



ЛАЭС-2



Наименование
объекта
строительства

Расход
Цемент, кг

Подвижность
бетонной смеси,
см

Высота
бетонируемых
блоков, мм

Количество
блоков
возведения

Время возведения
цилиндрической
части ВЗО, дней

НВ АЭС-2

400
B50W6F100

P=40÷55см

1 400

28

833

ЛАЭС-2

420
B60W6F100

P=56÷62см

4 000

11

660

Проект ВВЭР-ТОИ
(Курская АЭС-2)

~ 360
B50W6F100

P=60÷65см

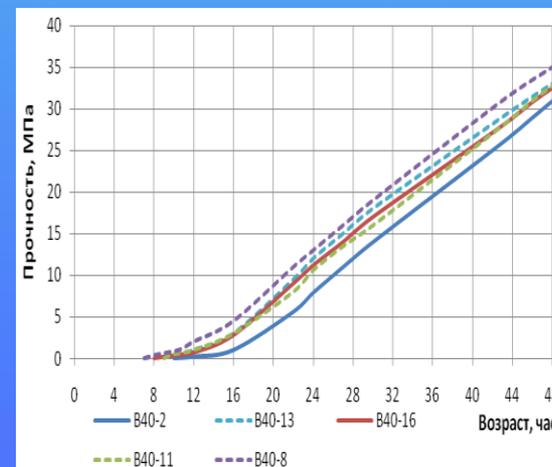
~ 12 000

4

83

ЛАЭС-2. Этапы работ по отработке технологии возведения ВЗО с применением СУБС

Этап 1. Разработка технологии бетонирования и составов бетонной смеси для бетонирования ВЗО на высоту 4 м с учетом максимально допустимого давления на опалубку



Внешний вид бетонной смеси через 15 минут после затворения водой, расплыв конуса 61-62 см

Цилиндрические образцы бетона через 8 часов после приготовления бетонной смеси

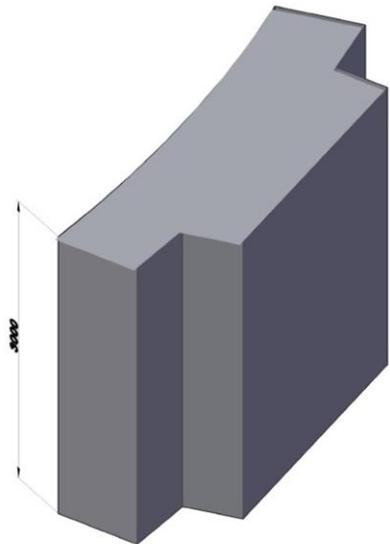
График нарастания ранней прочности бетона



Этап 2. Отработка скоростной технологии возведения на блоках-макетах самой густоармированной части Внутренней защитной оболочки (зона пиллястры) высотой 3,5 метра с моделированием фактической технологии подачи бетонной смеси (не более 30м³/час)

Цели и задачи: Подтверждение возможности бетонирования конструкций высокими блоками с фактическим армированием и ограничением по интенсивности производства работ.

Условие: подтверждение распределения бетонной смеси на 6 метров от точки подачи, задержка укладки бетонной смеси на 4 часа с целью моделирования наихудших условий бетонирования



В ходе разработки проекта решены задачи:

- сохранение удобоукладываемости 3,5 часа;
- через 10 часов набор прочности 10МПа;
- давление СУБ на герметичную металлическую облицовку не должно превышать 30кН/м²
- снятия опалубки через 2-е суток после бетонирования.

Этап 3. Оценка сплошности бетона забетонированных блоков

Распиловка блока



Внешний вид бетона после распиловки

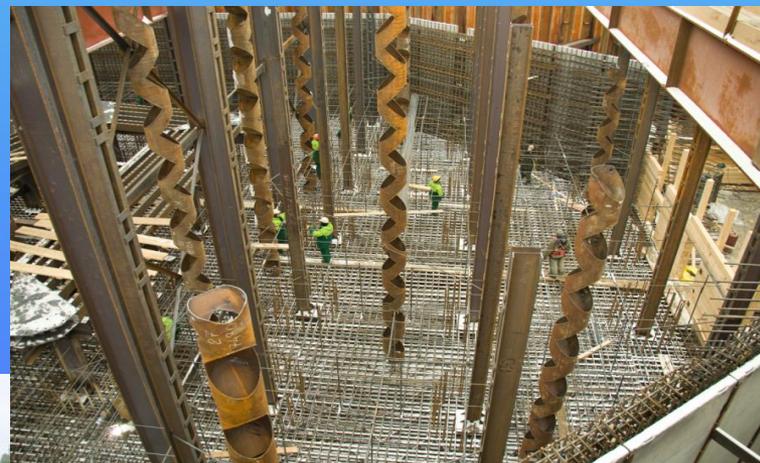


По результатам распиловки макетов подтверждена сплошность и монолитность конструкции.

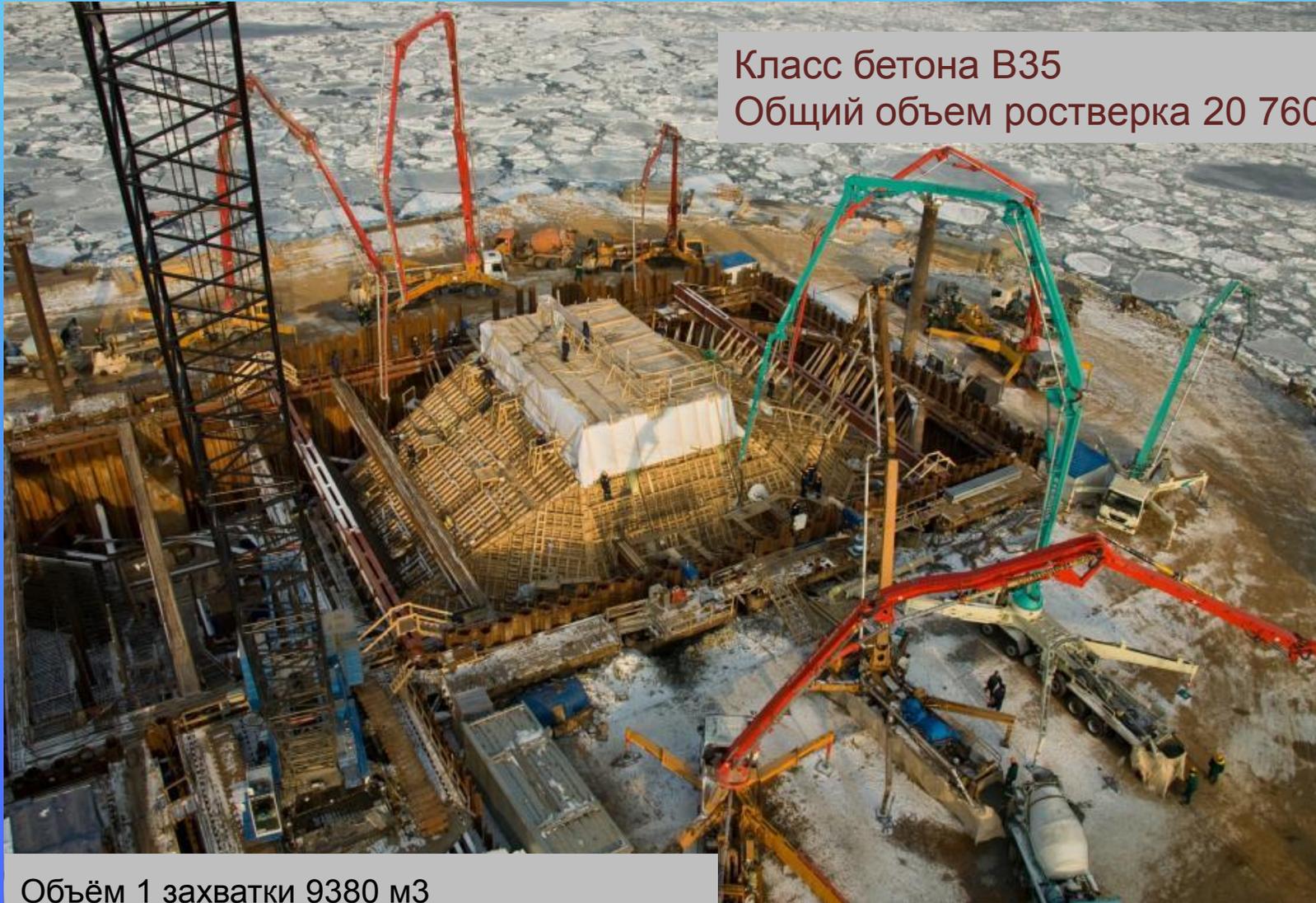
Распределение крупного заполнителя по высоте блока – равномерное. Контакт бетона и армокаркаса обеспечен.

Другие примеры применения технологии СУБС

Бетонирование ростверка под пилоны моста через пролив
Босфор Восточный, г.Владивосток



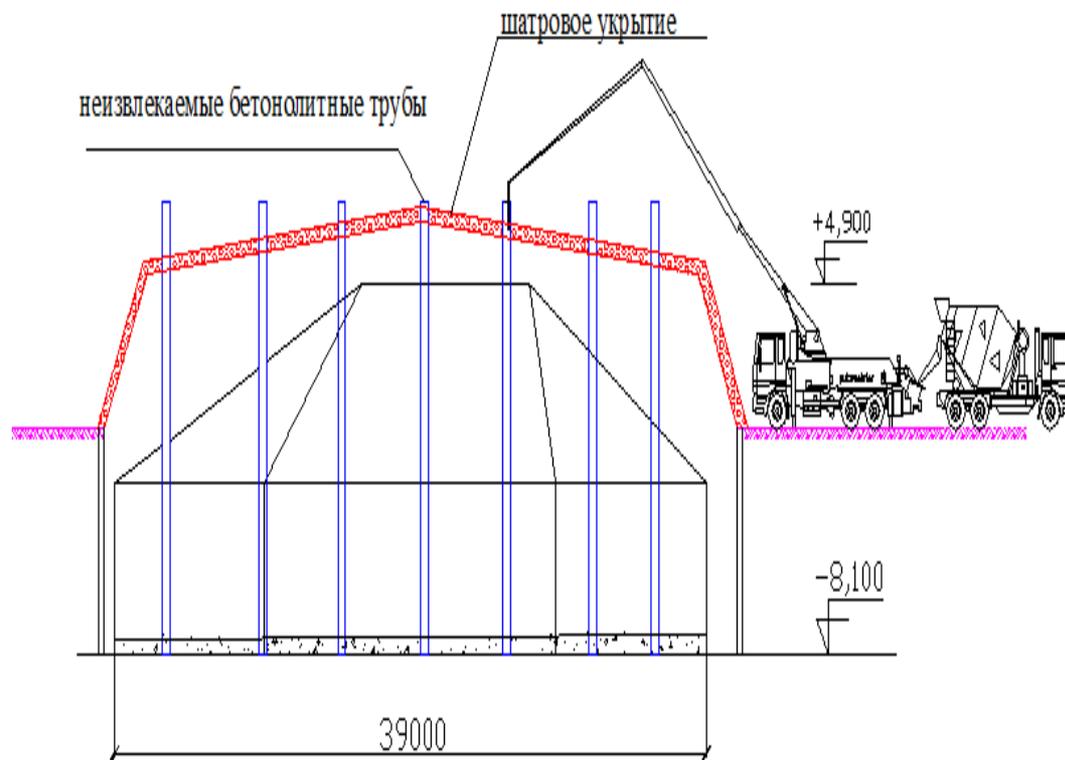
Бетонирование ростверка СУБ бетоном



Класс бетона В35
Общий объем ростверка 20 760 м³

Объем 1 захватки 9380 м³
Непрерывная укладка в течении 4 суток

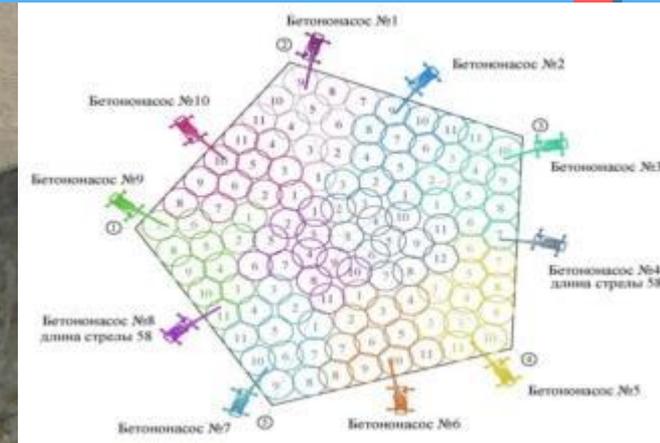
Технологическая схема бетонирования



Количество бетонитных труб – 31 шт
Количество АБН – 8шт

Бетонирование густоармированных монолитных конструкций со сложной конфигурацией с применением СУБС

«Лахта Центр» в г. Санкт-Петербурге. Разработка технологии бетонирования нижней плиты коробчатого фундамента с применением СУБС (бетонирование вошло в книгу рекордов Гинесса, как самая крупная непрерывная заливка бетона). Интенсивность бетонирования $400 \text{ м}^3/\text{ч}$. $S = 5688,3 \text{ м}^2$, $V = 19\,624 \text{ м}^3$ $h=4\text{м}$.



Верхнее строение турбоагрегата К-1200-6,8/50+ТЗВ-1200-2АУЗ здания турбины УМА. НВ АЭС-2.



Бетонирование производилось одним блоком, с учетом повышенных требований по монолитности и трещиностойкости бетона.



Бетонирование с применением СУБС ростверка опоры моста через бухту Золотой Рог.



Поверхность после укладки бетона



Отработка технологии бетонирования с применением СУБС для нефтяного терминала в г. Приморске



СУБС позволяет производить укладку бетона без виброуплотнения



Вид поверхности конструкций,
бетонируемых СУБС



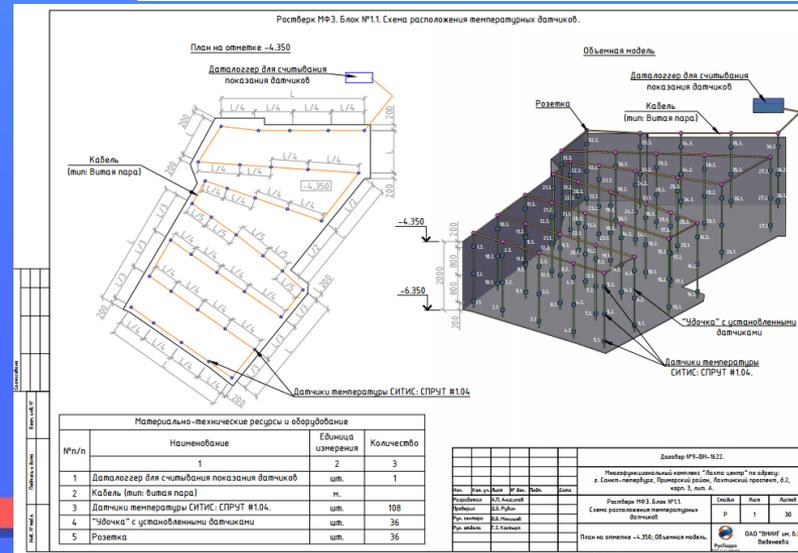
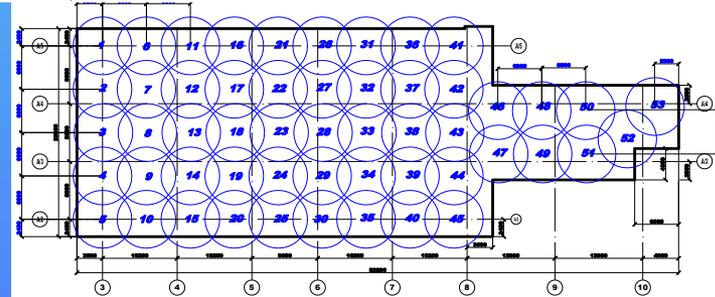
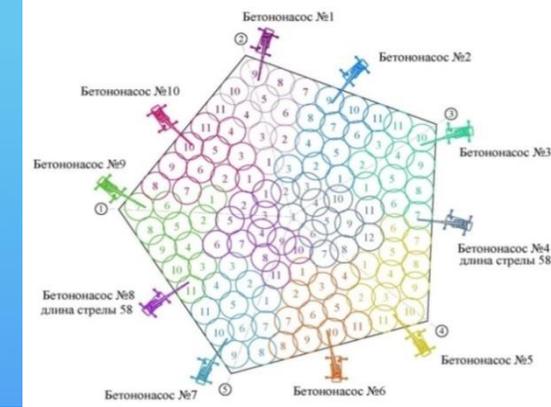
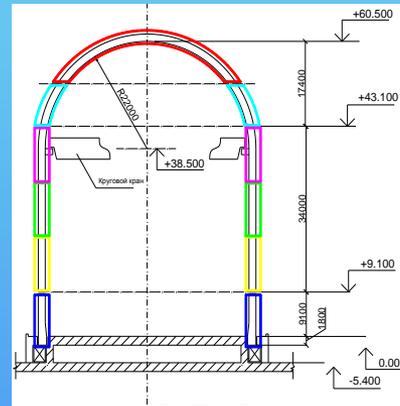
Дефекты поверхности конструкций,
бетонируемых бетонной смесью с
подвижностью П4



Разработка Технологических регламентов

При разработке технологий бетонирования конструкций выполняется:

- расчет температурного режима и термонапряженного состояния конструкций для зимнего и летнего периодов года;
- выбор оптимального объема и конфигурации захваток бетонирования конструкций на основании расчетов термонапряженного состояния;
- назначение требований к основному оборудованию и механизмам; определение потребности в механизмах, оборудовании и технологической оснастке;
- разработка технологической схемы бетонирования, выбор точек подачи бетонной смеси в блоки бетонирования, разработка требований к транспортировке, подаче и укладке (распределению) бетонной смеси в блок бетонирования;
- определяется необходимая интенсивность бетонирования, допустимое время перекрытия слоев бетона, высота слоев бетонирования, и т.д.;
- назначение технологических параметров бетона и бетонной смеси (СУБС) для различных систем опалубки, при различных температурных условиях бетонирования конструкций;
- разработка требований по уходу за уложенным бетоном в конструктивах с учетом температурной трещиностойкости бетона и погодных условий при их возведении, включая возведение при аномальных погодных условиях: при низких отрицательных ниже -20°C и высоких положительных температурах наружного воздуха выше $+25^{\circ}\text{C}$;
- разработка схем по установке контрольно-измерительной аппаратуры - для контроля температурного и напряженно-деформированного состояния бетонируемых железобетонных конструкций,
- разработка требований к подготовке основания блоков бетонирования;
- разработка рекомендаций по устройству строительных швов между смежными блоками бетонирования;
- и т.д.



Содержание технологического регламента на производство бетонных работ

Введение	9. Мероприятия по охране труда и технике безопасности
1. Термины и определения	9.1 Требования к погрузочно-разгрузочным работам
2. Исходные данные.....	9.2 Требования к эксплуатации приставных лестниц и ручных машин.....
3. Требования к бетону, бетонной смеси и материалам для приготовления бетонной смеси	9.3 Требования безопасности при проведении сварочных работ.....
3.1. Требования к бетону.....	9.4 Требования безопасности при проведении бетонных работ.....
3.2. Требования к бетонной смеси.....	9.5 Требования безопасности монтажных работ
3.3. Требования к материалам для приготовления бетонной смеси.....	9.6 Пожарная безопасность
3.4. Приготовление бетонной смеси на бетонных заводах.....	10. Мероприятия по охране окружающей природной среды.....
4. Требования к основному материалу арматуры, требования к приемке, хранению и транспортировке арматурной стали.....	11. Перечень нормативно-технической документации
4.1. Требования к основному материалу арматуры.....	
4.2 Требования к приемке, хранению и транспортировке арматурной стали.	
5. Подготовка блоков к бетонированию.....	
5.1 Арматурные работы	
5.2 Опалубочные работы	
5.3 Монтаж тента для создания теплового контура над бетонируемым блоком.....	
5.4 Установка контрольно-измерительной аппаратуры	
5.5 Подготовка основания блоков бетонирования	
5.6 Устройство строительных швов между смежными блоками бетонирования	Приложение №1 Разбивка конструкции на блоки бетонирования.....
6. Технология бетонирования	Приложение №2 Номинальный состав бетона №_____ для бетонирования конструкции.....
7. Уход за бетоном	Приложение №3 Оценка температурной трещиностойкости конструкции ..
7.1 Подготовка теплоизоляционного материала для ухода за конструкцией...	Приложение №4 Сертификаты на инертные материалы, вяжущие и добавки к бетону
7.2. Мероприятия по уходу за бетоном	Приложение №5 Схемы установки КИА (температурных датчиков, датчиков измерения деформации и влажности бетона) и температурных скважин для контроля температуры твердения бетона конструкции.....
8. Контроль качества	Приложение №6 Документ о качестве бетонной смеси заданного качества партии
8.1. Контроль качества на заводах производителях бетонной смеси.....	
8.2. Входной контроль арматурной стали	
8.3. Контроль качества бетонной смеси на строительной площадке.....	
8.4. Контроль за укладкой бетонной смеси в блоки бетонирования.....	
8.5. Контроль бетона уложенного в конструкцию.....	
8.5.1. Контроль за выдерживанием бетона в конструкции.....	
8.5.1.1 Технические характеристики температурных датчиков и рекомендуемый способ их монтажа.....	
8.5.1.2 Технические характеристики тензометров и способ их монтажа	
8.5.1.3 Температурные скважины.....	
8.5.1.4 Проведение измерений.....	
8.5.2. Контроль качества бетона по физико-механическим характеристикам.....	



Благодарим за внимание

