

Реконструкция 8 резервуаров

Проект.

Проект состоял из 8 цилиндрических резервуаров, которые не использовались..

Пенобетон использовался для заполнения конуса внутри резервуаров определенной глубины, как это было необходимо заказчику. Каждый резервуар был заполнен за четыре заливки по 150 м3 общим объемом 600 м3..

Поскольку заливки были равного объема, каждая заливка была тоньше, чем предыдущая, так как площадь поперечного сечения конуса увеличена. Максимальное время для каждой 150 м3 заливалось 4 часа. Заливка должна была быть завершена до первоначального набора прочности.

Также свежий пенобетон должен заливаться до такой глубины, чтобы гидростатическое давление не вызывало распада клеточной структуры пенобетона в нижней части заливки. Было очевидно, что в период заполнения начальный набор тепла массой раствора был ускорен остаточным теплом гидратации из слоев ниже.

Доступы к внутрь резервуаров были ограничены двумя отверстиями 1 м2 для выпуска пенобетона. Это было вызвано ограничениями для безопасности, вследствие плохого состояния крыши резервуаров и опасностью от падающих обломков.

Нагнетательный трубопровод был опущен в бак и положен на пол.

Расстояние от пенобетонного насоса до резервуаров колебалось от нескольких до 200 погонных метров.

На фотографии ниже показан доступ нагнетательным трубопроводам в резервуары, которые требуют наполнения.



Рисунок 1 - доступ к внутренней части резервуара.



На рисунке. 2 - Большие резервуары.

Используемое оборудование.

Для данного проекта использованы героторные насосы от цементных силосов и наша 10-метровая компьютеризированная бетоносмесительная установка. Цемент поставлялся цементозаправщиками поставщика 70/30, смесь цемента и золы-уноса поставлялись в 30 тонные хранилища, по 4 -5 нагрузок ежедневно в определенное время в течение дня.



Рисунок 3 - это был "чистый" резервуар.

На картинке выше показан, как первый пенобетон заливают в конус бака.



Рисунок 4 - пенобетон середине потока



Рис. 5 – заполнение.

При выполнении данного проекта мы проводили испытания и слежение за температурой пенобетона в пределах конусов.

Мы придавали большое значение результатам такой проверки.

Описание работ.

В рамках реконструкции канализационных очистных сооружений, были проведены работы по заливки в фундаменты восьми цилиндрических железобетонных резервуаров в целях создания в будущем подходящей и стабильной рабочей платформы в каждом из них.

Основание каждого бака в виде перевернутого конуса, который наполнился глубиной около трех метров с невысокой плотности пенобетона 700 кг/м³, содержащих 315кг/м³ цемента и 135 кг/м³ (30%) золы-уноса. Это дало минимальный предел прочности при сжатии 1,5 МПа на 28 дней.

Каждый резервуар был заполнена за четыре заливки по 150 кубов, поданных в течение последовательных дней. Поскольку заливки были равного объема, каждая была тоньше, чем предыдущая, так как площадь поперечного сечения конуса увеличивалась.

Важно было ограничить объем каждой заливки из пенобетона для того чтобы:

- каждая заливка должна быть завершена до первоначального набора прочности.
- предыдущая заливка бетона должна быть на такой глубине, при которой гидростатическое давление не вызовет обвала ячеистой структура пенобетона в нижних слоях.

В ходе заливки стало очевидным, что первоначальный набор прочности был ускорен остаточным теплом гидратации из слоя ниже.

Для исследования была введена установка контроля температуры с датчиками в каждый слой для количественной оценки тепла после заливки.

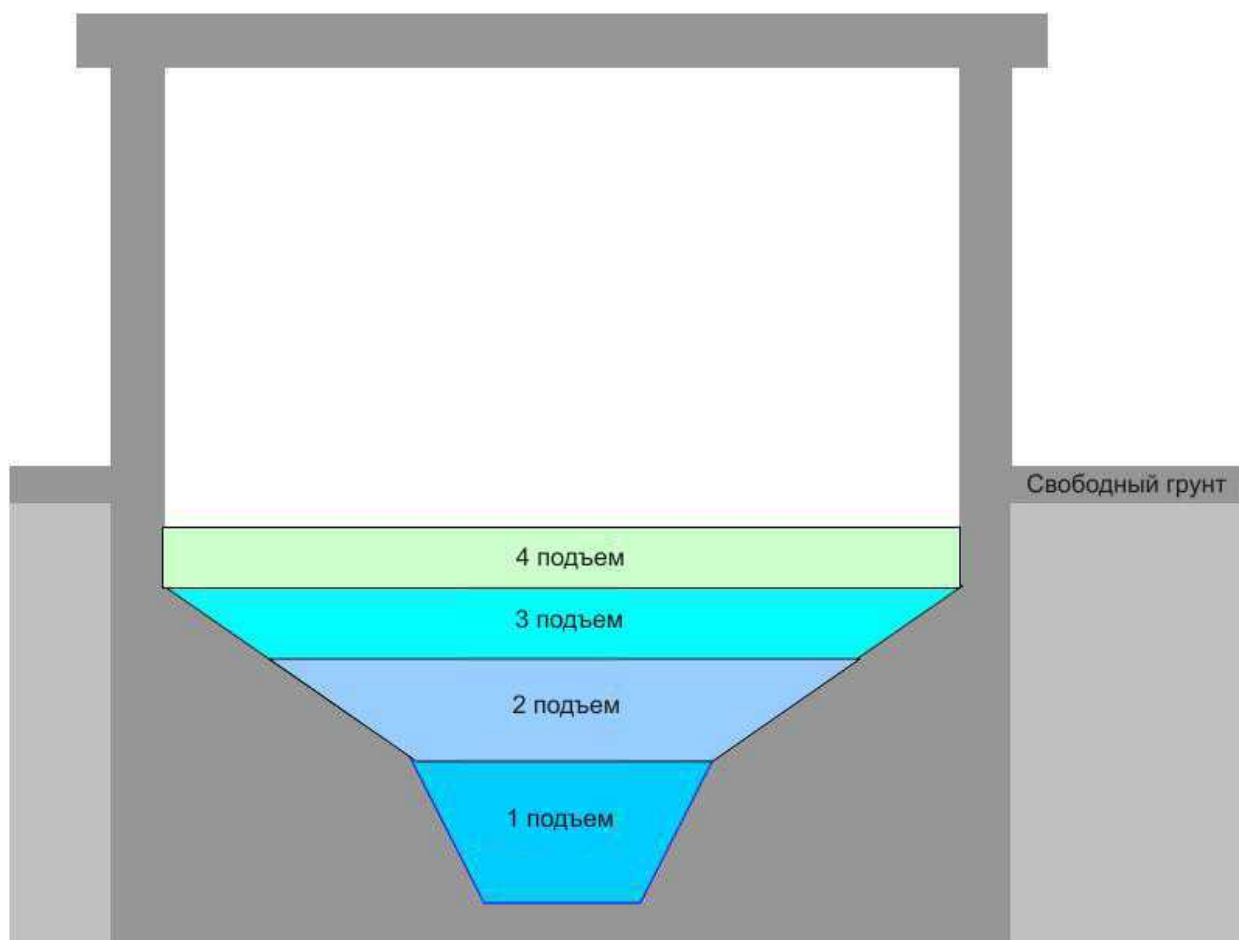


Рисунок 6 - принципиальная пенобетона размещение в типичном бака.

Мониторинг температуры .

Доступ к внутренней части резервуаров был ограничен двумя отверстиями, каждое около одного метра квадратных, одно из которых было использовано для перекачки пенобетона в бак, а через другое были размещены датчики температуры.

Размещение одной термопары было вблизи центра каждого из слоя 2,3 и 4 и другая термопара около кромки каждого из подъемников 3 и 4.

Каждая термопара постоянно контролировала показания приборов. Через каждые

30-минут производилась регистрация данных. Мониторинг температуры проводился с 19 по 22 апреля 2013 года.

Превышение температуры

Термопары установленные в слое 2 зафиксировали повышение температуры до 45 °С в течение 16 часов после заливки и достигли 65°С.

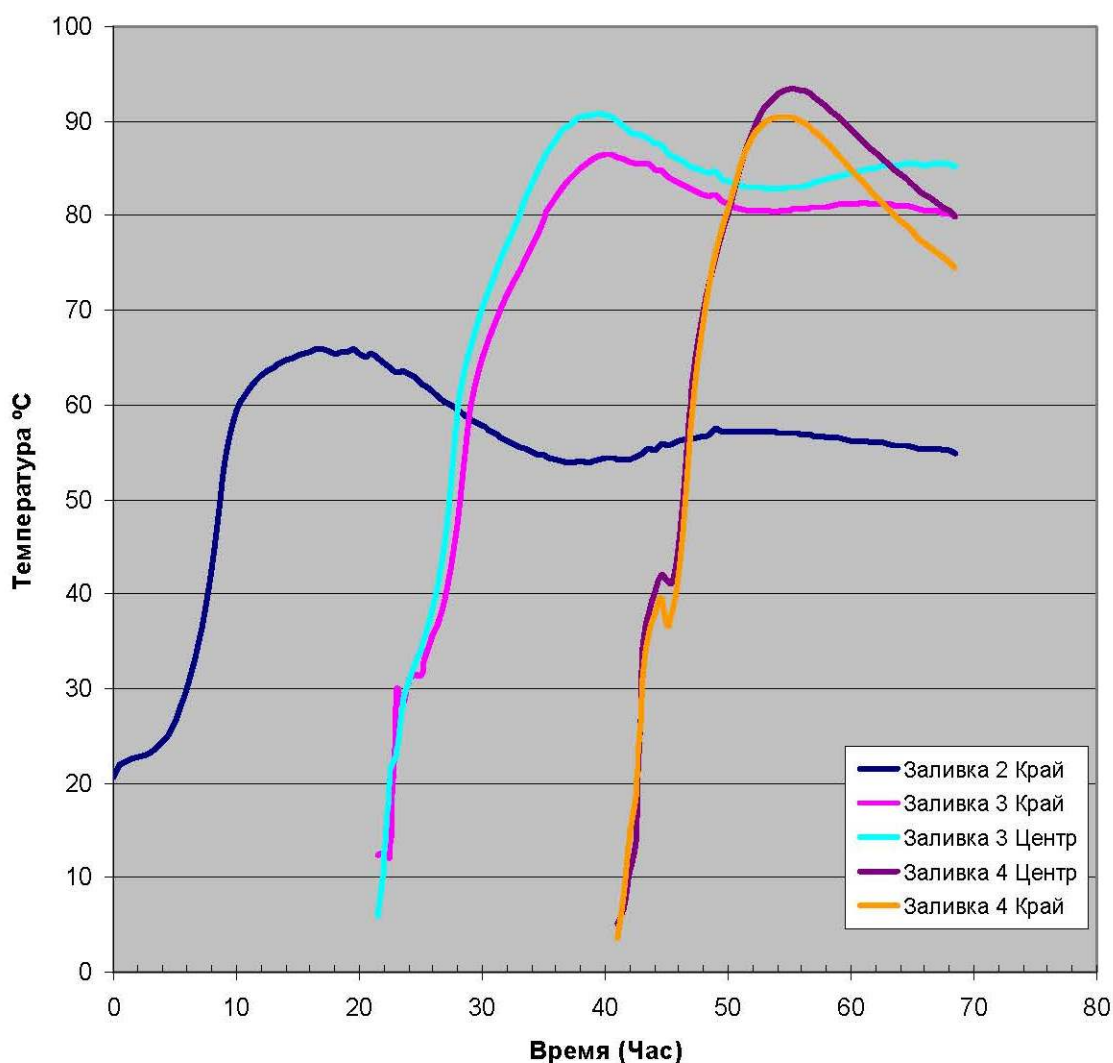
Наиболее быстрые темпы прироста в температуре 5°С / час, зафиксирован между 6 и 10 часов после заливки, далее нагрев прекратился и после 20 часов температура стала падать. Это совпало с заливкой 3.

Датчики, установленные в слое 3 зафиксировали быстрый прирост температуры, зафиксированы на 10°С./час в течение первых 5 часов после заливки. Слой 3 в итоге испытал 80°С повышение температуры после заливки, достигнув 91°С в 16 часов, и материал начал терять тепло после 18 часов.

Датчики, установленные в подъем 4 зафиксировали аналогичные темпы прироста температуры и пиковые значения, как те, которые были зарегистрированы на подъеме 3.

Мониторинг температуры был остановлен через семьдесят часов с момента заливки 2 Результаты контроля температуры от времени представлены графически на рис. 7.

**Рисунок 4 - Заливка пенобетона 700 кг/м3 в резервуары.
Показан прирост температуры со временем**



Рассмотрение

Существует выравнивание прироста температуры или небольшое падение температуры примерно через два часа после заливки, которой будет совпадать с начальным набором бетоном, после чего температура неуклонно растет до максимума.

Отмечено, что совпадает с началом падения температуры пенобетона в подъеме 3, датчик в подъеме 2 зафиксирован небольшое повышение на 3°C, так как получил тепло от вышележащих слоев материала. Дифференциал температуры между двумя подъемниками будучи 35°C на тот момент. Аналогичный прирост температуры был зафиксирован датчиками в подъеме 3 и 4 после заливки.

Темпы прироста температуры и более высокие пиковые значения температуры, записанные в подъемах 3 и 4 можно объяснить, что эти подъемы поддерживаются в течение почти всей их части, ранее залитым пенобетоном.

Температура подъема 4 упала ниже базового примерно через 20 часов после заливки, так как этот материал может продолжать отдавать тепло из его верхней поверхности, а нижние слои нагревались будучи изолированными залитым материалом.

Хронология событий представлена в таблице 1.

Хронология последовательности событий	
Время (часов)	Событие
T ₀	В подъем 2 размещены датчики. мониторинг начался.
T ₁₆	Максимальная температура была зафиксирована в подъеме 2
T ₂₀	Подъем 2 начинает терять тепло
T ₂₂	В подъем 3 размещены датчики.
T ₃₈	Максимальная температура была зафиксирована в подъеме 3
T ₄₀	Подъем 3 начинает терять тепло
T ₄₁	Подъем 2 показывает теплоприток от вышележащего материала
T ₄₂	В подъем 4 размещены датчики.
T ₅₅	Максимальная температура была зафиксирована в подъеме 4
T ₅₅	Подъем 3 показывает теплоприток от вышележащего материала
T ₅₆	Подъем 4 начинает терять тепло
T ₆₂	Температура в подъеме 4 падает ниже 3
T ₇₀	Мониторинг остановлен

Замечания

Высокая температура отверждения может привести к высокой начальной стадии затвердевания. Ячеисто-бетонные изделия или пенобетон, отверждаемых при + 70 ° С или в автоклаве при 120 ° С в процессе производства, не уменьшают от этого долгосрочной прочности.

Во время тепло-влажностной обработки изделий из ячеистого бетона, температура повышается до 70°с между двумя и четырьмя часами после заливки. Поддерживается в течение еще четырех часов и опускается до комнатной в течение последующих двух часов. Скорость прироста температуры в теле пенобетона, была несколько медленнее, при примерно + 70 ° С В течение десяти часов. Тепловые напряжения в пенобетоне менее резкие, как во время нагрева, так и охлаждения и должны легко уложится при этом в низкий модуль упругости материала, чтобы избежать деформаций.

Высокая температура отверждения также будут способствовать гидратации золы-уноса добавленной в смесь, для инициализации пуццолановой реакции. Необходимо предусмотреть уменьшение потери влажности при отверждении.