

Темы и результаты научных исследований кафедры

На кафедре культивируется направление научных исследований «Создание и совершенствование новых технологий и организационных решений для строительства»

№	Название темы	Научный руководитель	Краткая информация о работе и научных результатах
1.	Совершенствование технологии зимнего бетонирования монолитных строительных конструкций путём моделирования тепловых процессов,	Молодин В.В., д-р техн. наук, профессор	С использованием метода группового анализа нелинейное дифференциальное уравнение теплопроводности адаптировано к задачам термообработки, выдерживания и охлаждения строительных конструкций, бетонируемых в зимних условиях, что позволяет точно моделировать температурные режимы и экономить электроэнергию.

Существующие, не очень точные расчеты обоснования режимов термообработки ведут к существенному перерасходу электроэнергии. Это во многом связано с тем, что все существующие в практике методы прогнозирования температурных полей и, следовательно, полей прочности твердеющего бетона построены на допущении, линейности процесса, в то время как процессы распространения тепла в железобетонных конструкциях имеют нелинейный характер.

Вывести простые и удобные для производства зависимости из нелинейного дифференциального уравнения возможно методом симметричного (группового) анализа. методами группового анализа дифференциальных уравнений получено 13 точных решений нелинейного дифференциального уравнения. Для описания процесса распространения тепла в железобетонных колоннах при зимнем бетонировании были использованы 2 из этих решений. С их помощью были построены нелинейные подмодели, которые были использованы для исследования процесса зимнего бетонирования колонн. Это позволило учесть, как нелинейность процесса распространения тепла, так и нестационарный характер источника тепла, обусловленный изменением температуры окружающей среды и экзотермией цемента. Эти подмодели содержат произвольные постоянные и характеризующие неоднородность материала и нелинейность процесса параметры. Отыскать значения этих постоянных и параметров удалось экспериментально в результате лабораторных исследований из моделей типовых строительных конструкций с верификацией полученных значений при бетонировании реальных строительных конструкций в условиях строительной площадки.

Для анализа результатов экспериментов были взяты 2 подмодели распределения температуры в колонне:

1. Подмодель, для которой точное значение температуры определяется по формуле (1) при α и $\beta \neq 1$:

$$T_1 = c_1 x^{\frac{1-\alpha}{\beta+1}} (\varepsilon'(t))^{\frac{1}{\beta}}, \quad (1)$$

2. Подмодель, для которой точное значение температуры определяется по формуле (2) при $(1-\alpha)(\beta+1) \neq 0$:

$$T_{10} = (c_8 x + c_9)^{\frac{1}{\beta+1}} (\varepsilon'(t))^{\frac{1}{\beta}}. \quad (2)$$

Результаты обработки лабораторных исследований сведены в таблицу 1.

Таблица 1. - Результаты обработки экспериментальных данных лабораторных исследований модели колонны

№ графика Приложение 1	Коэффициент α	Коэффициент β	Расчетная формула
Случай малой мощности, 33,0 ВА			
ПА.1.	2,0	4,0	$T_1 = 7T_{1,exact}(t; 0,5) - 8$
ПА.2.	1,44	3,0	$T_1 = 5T_{1,exact}(t; 0,5) - 7$
ПА.3.	1,45	4,0	$T_{10} = 8T_{10,exact}(t; 0,5) - 10$
ПА.4.	2,0	2,0	$T_{10} = 2T_{10,exact}(t; 0,5) - 3$
Случай средней мощности, 169,5 ВА			
ПА.5.	1,43	2,0	$T_1 = 7T_{1,exact}(t; 0,5) - 10$
ПА.6.	1,45	4,0	$T_1 = 26T_{1,exact}(t; 0,5) - 30$
ПА.7.	2,0	4,0	$T_{10} = 25T_{10,exact}(t; 0,5) - 29$
ПА.8.	1,44	3,0	$T_{10} = 15T_{10,exact}(t; 0,5) - 19$
Случай большой мощности, 347,4 ВА			
ПА.9.	2,0	4,0	$T_1 = 42T_{1,exact}(t; 0,5) - 51$

ПА.10.	1,44	3,0	$T_1 = 27T_{1,exact}(t; 0,5) - 31$
ПА.11.	1,45	4,0	$T_{10} = 45T_{10,exact}(t; 0,5) - 50$

А производственные испытания подтвердили лабораторные результаты (Таблицы 2 и 3)

Таблица 2. - Результаты обработки материалов исследований по колонне КЗ-14, забетонированной в производственных условиях

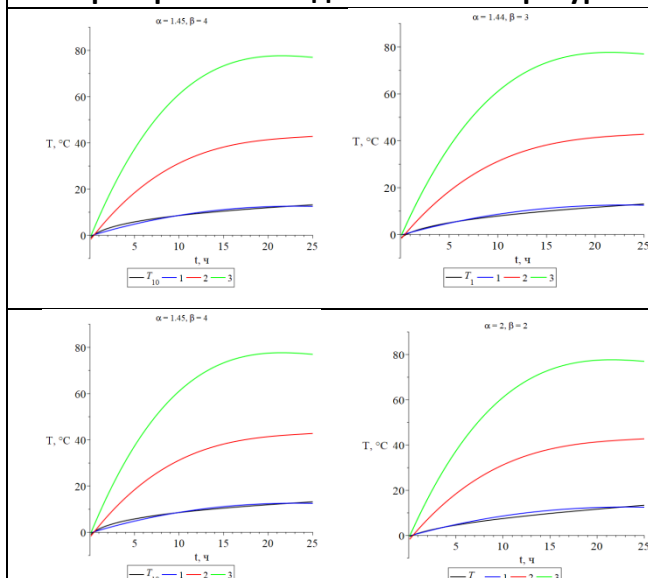
№ графика Приложение 1	Коэффициент α	Коэффициент β	Расчетная формула
Прогрев первой колонны до снятия опалубки			
ПБ.1.	1,45	4	$T_{10} = 24,5T_{10,exact}(t; 1,35) - 30$
ПБ.2.	1,44	3	$T_1 = 19T_{1,exact}(t; 1,35) - 20$
Прогрев первой колонны после снятия опалубки			
ПБ.1.	2,7	2,5	$T_{10} = -8,5T_{10,exact}(t; 1,35) + 53,5$
ПБ.2.	1,43	2	$T_1 = -7T_{1,exact}(t; 1,35) + 49$

Таблица 3. - Результаты обработки материалов исследований по колонне КЗ-13, забетонированной в производственных условиях

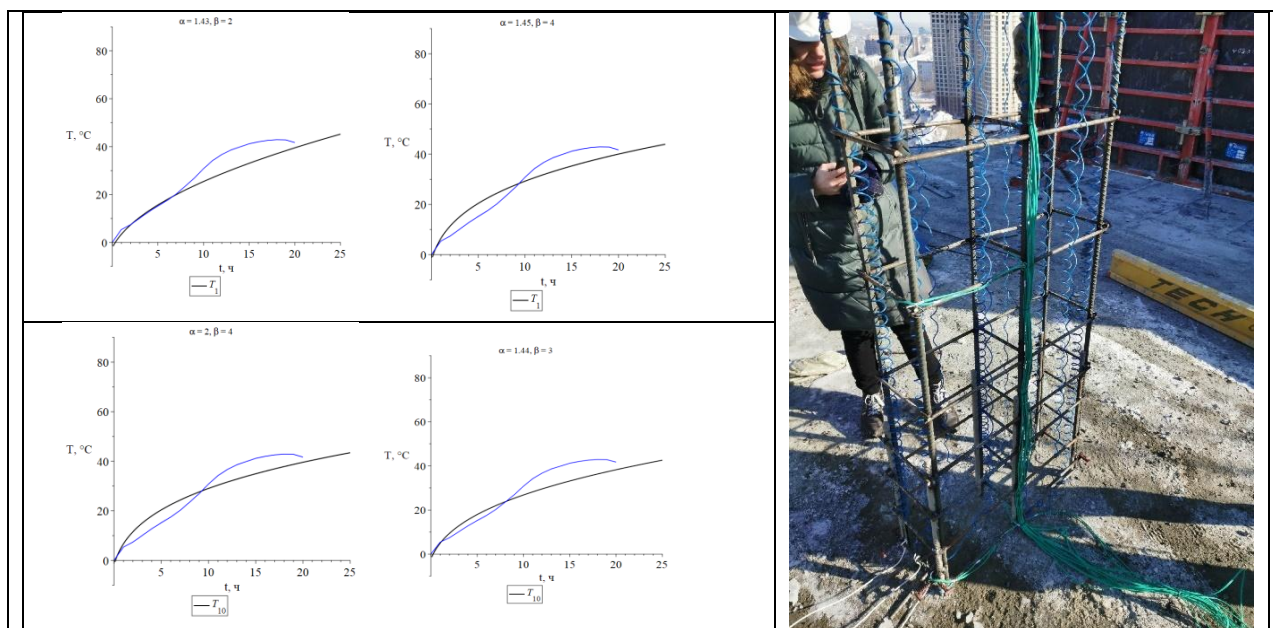
№ графика Приложение 1	Коэффициент α	Коэффициент β	Расчетная формула
Прогрев второй колонны до снятия опалубки			
ПБ.3.	1,45	4	$T_{10} = 27T_{10,exact}(t; 1,35) - 34$
ПБ.4.	1,44	3	$T_1 = 19T_{1,exact}(t; 1,35) - 21,5$
Прогрев второй колонны после снятия опалубки			
ПБ.3.	2,7	2,5	$T_{10} = -1,5T_{10,exact}(t; 1,35) + 47$
ПБ.4.	1,43	2	$T_1 = -1,5T_{1,exact}(t; 1,35) + 47,5$

Результаты проведенных исследований показали, что метод группового анализа, предложенный для решения дифференциальных уравнений, позволяет получить, в отличие от традиционных методов, простые и лаконичные зависимости, с высокой точностью моделирующие, в частности, температурные режимы в бетонных конструкциях.

Лабораторные исследования температурных режимов твердеющего бетона



Производственная проверка результатов исследований

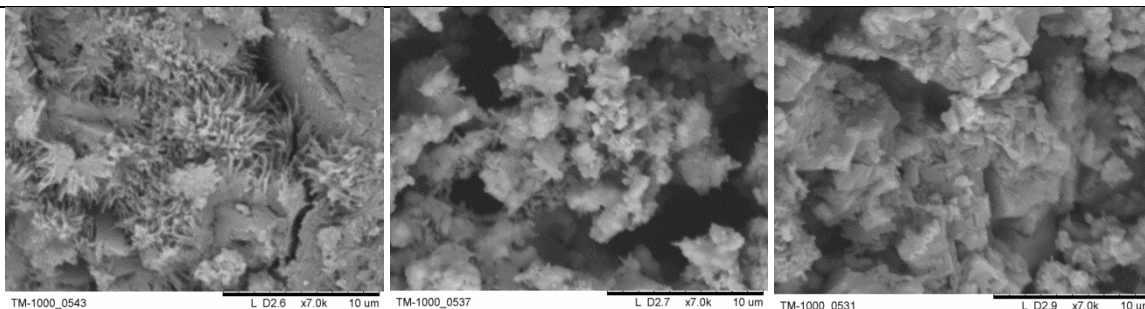


Проведение исследований в лаборатории и на строительной площадке



2.	Технология восстановления пострадавших от коррозии железобетонных конструкций.	Молодин В.В., д-р техн. наук, профессор	При форсированном разогреве бетонной смеси восстановления под действием температурного фактора цементное молоко проникает в разрушенный коррозией поверхностный слой. Продукты растворения цемента кристаллизуются, упрочняя разрушенную структуру, достигают неповрежденных слоёв и увеличивают силу сцепления
----	--	---	---

Изменения, которые возникают в бетоне на портландцементе при действии на него CO_2 воздуха ведут к тому, что в результате их взаимодействия в порах бетона происходит разрушение кристаллических структур гидросиликата кальция и накопление малорастворимых продуктов реакции в виде неустойчивых, комковатых структур.

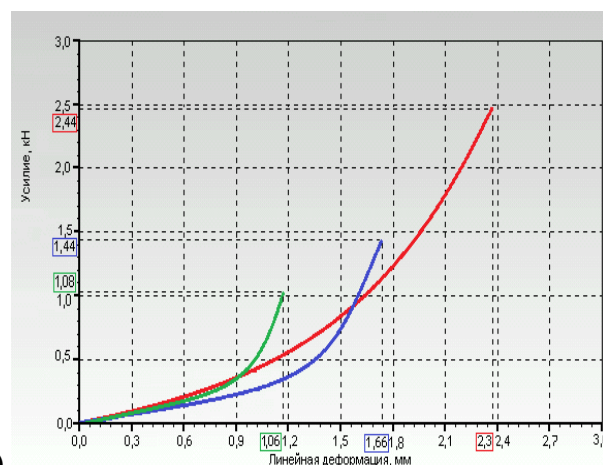
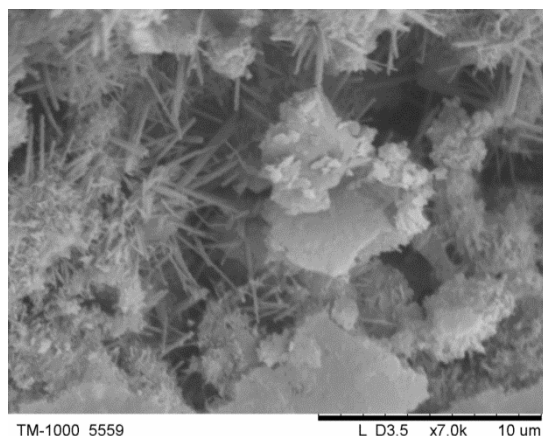


Это самым серьёзным образом влияет на силу сцепления «старого» и «нового» бетонов.

Таблица - Результаты испытания образцов на осевое растяжение

№ образца	Маркировка	Максимальное усилие, кН	Линейная деформация, мм
1	Образцы, выдержанные в среде углекислого газа		
1.1	КК1	1.1	1.12
1.2	КК2	1.05	1.1
1.3	КК3	2.1	2.12
Средний показатель		1.44	1,66
2	Образцы, выдержанные в герметичной среде		
2.1	НК1	3.2	2.78
2.2	НК2	1.6	1.72
2.3	НК3	2.64	2.45
Средний показатель		2.44	2.32

В результате форсированного разогрева уложенной смеси до 80°C и возникающего вследствие этого температурного градиента, под действием разницы парциального давления, цементное молочко устремляется через разрушенные структуры карбонизированного бетона и достигает пор бетона, не тронутого коррозией. Затем, продукты растворения цемента, содержащиеся в проникшем в корродированный бетон цементном молочке, кристаллизуются и в разрушенном слое создают новую структуру, позволяющую увеличить сцепление.



а).
Рисунок 2. а.- структура цементного камня в карбонизированной зоне с волокнистыми новообразованиями;
б.- график зависимости линейных деформаций от усилия растяжения ■ – образцы, подвергшиеся термообработке и твердевшие без воздействия углекислого газа; ■ – образцы, подвергшиеся термообработке и твердевшие под воздействием углекислого газа; ■ – образцы, изготовленные и твердевшие в нормальных условиях.

3.	Разработка технологии 3D- печати одно-стадийным полисти-ролбетоном	Молодин В.В., д-р техн. наук, профессор	Разработана и защищена патентом технология 3D-печати ограждающих конструкций зданий полистиролбетоном. При этом гранулы полистирола помещаются в цементно-песчаный раствор до вспенивания. Вспенивание происходит при форсированном разогреве смеси в термореакторе печатающей головки принтера.
Базовое решение технологии строительной 3-печати предполагает послойную печать несъемной опалубки ограждающей конструкции, которая затем заполняется конструкционным бетоном и утеплителем. Принци-			

пиальное отличие предлагаемой технологии заключается в том, что в качестве материала печати используется полистиролбетон. Гранулы полистирола вспучиваются непосредственно в цементно-песчаном растворе при его форсированном электроразогреве во время послойной укладки. Для этого разработана печатающая головка 3D-принтера внутри которой происходит разогрев и вспучивание материала печати (Патент РФ № 2 739 244).



Рис 1. Принципиальное решение и общий вид печатающей головки 3D-принтера для форсированного разогрева и экструдирования полистиролбетонной смеси.

Важным показателем качества полистиролбетона является равномерность распределения вспененных гранул. Она определялась опосредованно, через теплопроводность.

Таблица - Послойная теплопроводность образцов полистиролбетона различной плотности

Слой	Теплопроводность (Вт/м·К)		
	Образец 1 (Электроразогрев, 1200 кг/м ³)	Образец 2 (Электроразогрев, 700 кг/м ³)	Образец 3 (Станд.технология, 1200 кг/м ³)
1 слой	0,2007	0,1283	0,2136
2 слой	0,1961	0,1274	0,2090
3 слой	0,1944	0,1268	0,2012
4 слой	0,1933	0,1261	0,1878
Рас- слоение	3,68%	1,56%	12,08%

Лабораторные испытания печатающей головки показали работоспособность предложенной технологии.



Рис.2. Лабораторные испытания печатающей головки.

Преимущества перед известными аналогами

Предложенная технология отличается новизной подхода к решению проблемы и её результатами.

Во-первых, серьёзно упрощается конструкция рабочей головки. Она имеет одно сопло, но выдавливает печатающий материал сразу на всю ширину стены. Нет необходимости сначала формировать опалубку, а затем заполнять её.

Во-вторых, в качестве печатающего материала используется цементно-песчаный раствор с невспененными гранулами полистирола, которые за счёт форсированного электроразогрева смеси вспениваются

прямо в рабочей головке, оставляя на выходе равномерно утеплённый слой полистиролбетона на всю ширину стены.

В-третьих, на выходе слой полистиролбетона имеет температуру $80\div 90^{\circ}\text{C}$, и еще находясь между электродами, теряет подвижность. При новом проходе принтера ему не грозит расплывание под давлением слоёв уложенных выше.

В-четвёртых, Дозируя количество полистирола в исходную смесь можно сообщать готовому продукту большую прочность или большее термическое сопротивление.

В-пятых, в силу наполнения готового продукта теплоизолирующими гранулами возрастает его удельная теплоёмкость а следовательно продолжительность остывания и приобретения прочности. Следовательно, в районах с умеренно-холодным климатом возможно круглогодично обойтись без дорогостоящего 13тепняка, без которого в наших широтах строительные 3D-принтеры не работают.

	Электрофизические методы активации набора прочности бетона в зимних условиях	Титов М.М., д-р техн. наук, профессор	Изучено по литературным и патентным источникам состояние вопроса, проведена стажировка Г.А Непомнящева в НИИ ВН ТПУ, проведены поисковые эксперименты и по их результатам подана заявка на патент.
--	--	---------------------------------------	--

Установка для активации цементной суспензии электрическими разрядами в жидкой среде содержащая источник высокого напряжения, высоковольтный диод, три конденсатора высокого напряжения для накопления заряда, разрядную камеру, воздушные разрядники, являющиеся замыкающими элементами для создания пробоя разрядной области, отличающаяся тем, что с целью повышения прочности цементного камня на водцементную суспензию, находящуюся в закрытой камере, с закрепленными в крышке и днище высоковольтными электродами, воздействуют высоковольтным электрическим разрядом, с энергией одного разряда до 10 кДж.

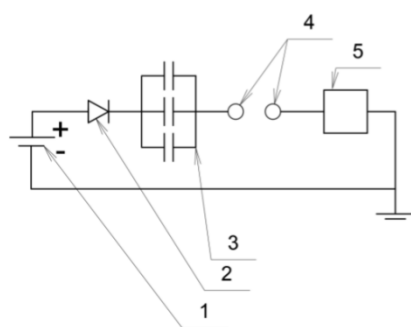


Рис. 1 Принципиальная схема установки для активации цементной суспензии

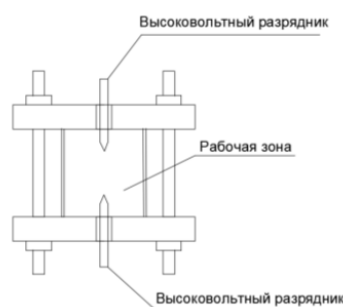
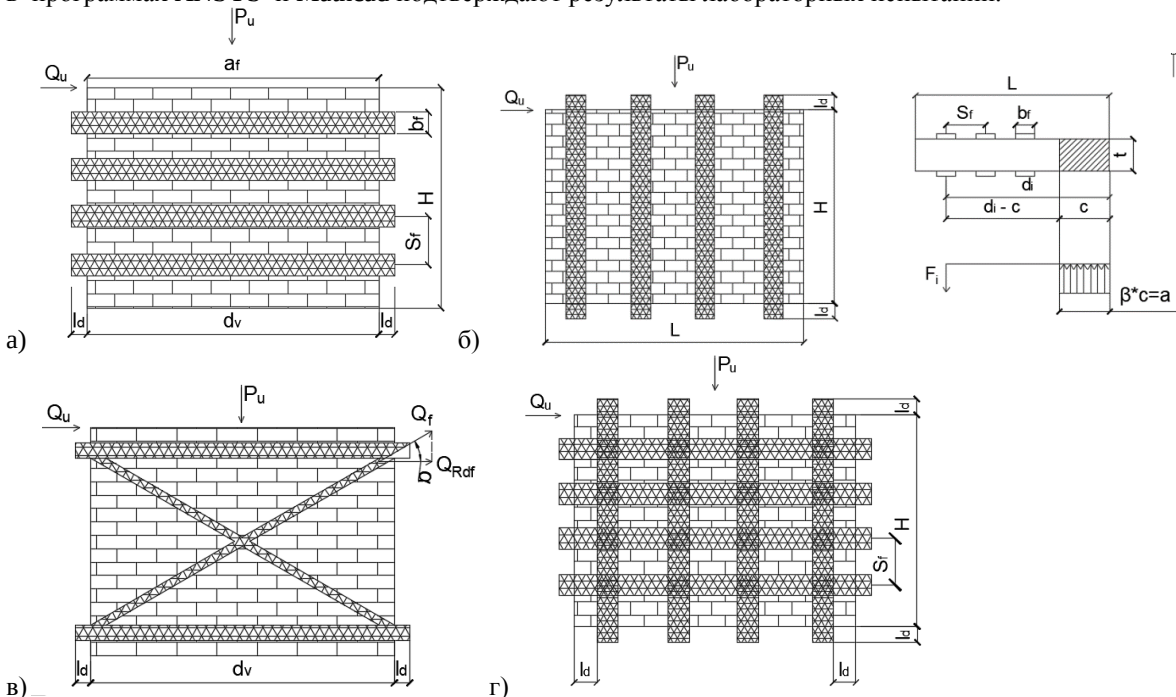


Рис. 2 Схема рабочей камеры установки



	Совершенствование технологии и оборудования для различных способов зимнего бетонирования	Титов М.М. д-р техн. наук, профессор	Изучено по литературным и патентным источникам состояние вопроса, проведен значительный объем численных экспериментов для понимания дальнейших путей совершенствования оборудования и на этой основе технологии ПЭРБС. Получен патент, опубликована статья в журнале из
--	--	--------------------------------------	---

			перечня ВАК, готовится производственная апробация результатов.
Способ защиты электродов при электроразогреве бетонной смеси путем установки в имеющиеся токоподводящие приспособления корпуса из электроизоляционных и металлических пластин фазных электродов, отличающийся тем, что электроды опускают в бункер с бетонной смесью на время процесса электроразогрева и фиксируют в корпусе бункера, но не закрепляют, при этом электроды заглубляют герметично в пазы электроизоляционных пластин по вертикальным и нижним граням фазных электродов, ширину электроизоляционных пластин, перпендикулярных плоскости фазных электродов, принимают от 100 до 200 мм, вертикальные боковые электроизоляционные пластины выполнены из твердого диэлектрика, а нижняя горизонтальная - из плоского гибкого диэлектрика.			
	Технология восстановления конструкций зданий и сооружений, подверженных разрушениям	Немчикова Л.А., канд. техн. наук, доцент	Усиление композитными материалами – метод, который соответствует современным требованиям и имеет высокую эффективность при производстве работ на эксплуатируемых объектах. Изучен вопрос усиления и восстановления несущей способности каменных конструкций с применением углеродных сеток.
Предлагаемые технологические решения позволяют с наименьшими трудозатратами производить ремонтные работы по повышению прочности каменных конструкций зданий и сооружений. Выполненные расчеты в программах ANSYS и Mathcad подтверждают результаты лабораторных испытаний.			
 Рис. 1 – Схемы наклейки холстов, используемые для расчетов: а) горизонтальная; б) вертикальная; в) диагональная; г) смешанная (Q – горизонтальная нагрузка; P – внешняя вертикальная нагрузка; H – высота стены, м; L – длина стены, м; S_f – шаг холста; a_f – длина холста; b_f – ширина холста; d_v – эффективная глубина для расчета сдвига; l_d – длина нахлеста; d_i – расстояние до середины ленты; c – размер сжатой зоны; β – коэффициент приведения эпюры в прямоугольному виду; t – толщина стены; α – угол наклона холстов из композитной сетки)			

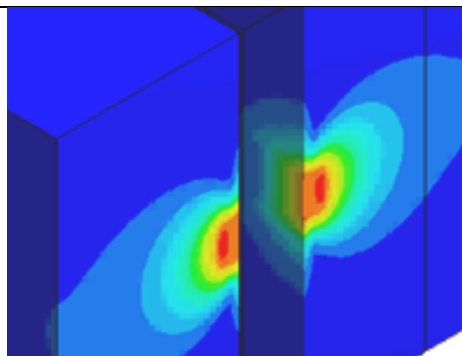


Рис. 2 – Напряжения в углеволокне при растяжении

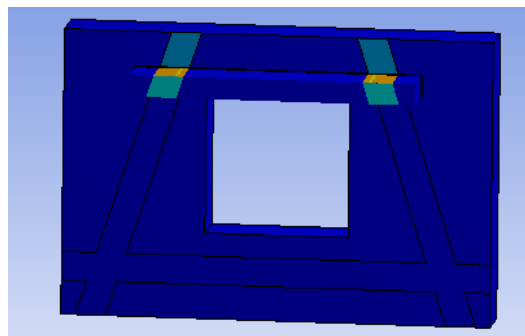


Рис. 3 – Углеволокно при сдвиге перемычки

На основе полученных результатов для каменных стен предлагаются рекомендации и выводы: углеволокно можно использовать для усиления каменных конструкций и такое усиление позволит повысить прочность конструкций на растяжение, а также прочность поперечных сечений на сдвиг конструкций из кирпичной кладки или блоков. Холсты необходимо клеить вдоль линии главных растягивающих напряжений. Усиленные кирпичные стены работают как распорки между колоннами и перекрытиями, повышая стойкость к деформациям.

	Прогрессивные технологии устройства навесных (в том числе светопрозрачных) ограждающих конструкций высотных зданий модульным методом.	Мороз А.А., канд. техн. наук, доцент,	В последние годы, при строительстве высотных зданий, стал широко применяться модульный (элементный) метод устройства ограждающих конструкций. Несмотря на явное преимущество данного метода перед традиционным устройством стен с окнами и навесными фасадами, модульный метод имеет большой потенциал к развитию. В данной работе рассматривается возможность увеличения размеров модулей с традиционного, высотой в один этаж, до т.н. «джамбо» размера. В работе изучается его конструкция, технологии изготовления и монтажа
--	---	---	--

Использование предлагаемой технологии позволяет выполнить быстрое и безопасное устройство ограждающей конструкции высотного здания (без ограничения по высоте) без использования кранов, мачтовых подъемников, установки лесов и люлек. Монтаж можно выполнять в независимости от климатических и погодных условий. Новая технология предполагает разработку новой конструкции навесного фасада и технологию подъема и крепления его элементов. Конструкция очень технологична т.к. обладает минимальным набором деталей, и способна подстроится под любой типоразмер, в том числе максимальный для светопрозрачных конструкций «жамбо» размер 6000х3000мм. Данную технологию можно использовать на любых формах зданий, конусовидных, спиралевидных, разноуровневых и сложных фасадах. Максимальная технологичность достигается минимальным количеством деталей, требующихся для устройства конструкции, уменьшается материалоемкость и время монтажа конструкции. Минимизировано количество операций, выполняемых на строительной площадке, основная часть операций выполняется в заводских условиях. Поставленная задача решается тем, что ограждающая конструкция высотного здания, содержит в том числе крупноформатные унифицированные секции рамной конструкции, специальную крепежную подсистему, которая используется одновременно в качестве подъемных направляющих, дает возможность устройства ограждающей конструкции высотного здания, без использования кранов, лесов и люлек тем самым исключив влияние климатических факторов. Жесткость крепления направляющих профилей с последующим соединением фасадных модулей в единую конструкцию сокращает количество деталей необходимых устройства конструкции и минимизирует количество операций, выполняемых на строительной площадке. Фасадные модули крепятся к направляющим профилям с наружной стороны с минимальным стыком, что оставляет профили в теплой зоне и делает стык в одной плоскости с фасадными модулями, соответственно установка наружных декоративных и защитных элементов не требуется.

	Формирование температурных и прочностных полей в конструкциях с выпусками арматуры при термообработке бетона в зимних условиях.	Андреевский С.Н, канд. техн. наук, доцент	На основе проведенных исследований экспериментально-расчетным методом процесса теплообмена краевых зон стеновой конструкции при наличии выпусков арматуры, разработана рекомендация качественного и не трудоемкого процесса утепления краевых зон, обеспечивающих соблюдение нормативных ограничений термообработки бетона и повышения качества бетона в рассматриваемых зонах.
--	---	--	---

В настоящее время, при расчете тепловых полей при термообработке бетона в зимних условиях, потери тепла в железобетонных конструкциях через арматуру не учитываются, хотя арматура обладает достаточно высокой теплопроводностью и значительно влияет на формирования тепловых полей в краевых зонах конструкции. Некачественный прогрев бетона краевых зон формирует неправильное тепловое поле и снижает

прочностные характеристики бетона.

Для исследования влияния высокотеплопроводных включений (арматуры) на формирование температурного поля в теле бетона, принята железобетонная конструкция в виде стены толщиной 200мм и высотой 2500мм. Вертикальная арматура для расчета принята диаметрами 14,16,18 и 20мм с установленным шагом 200мм, защитный слой рабочей арматуры составляет 30 мм. Арматурные выпуски приняты длиной 800мм. Бетонирование предусмотрено в опалубке Peri с палубой из клееной фанеры толщиной 20мм. Расчетную область в сечении выделяем с учетом тепловых осей симметрии.

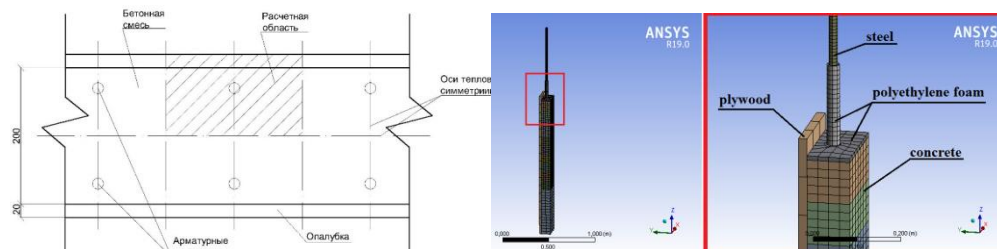


Рисунок 1. Расчетная схема бетонирваемой стены

Для изучения влияния выпусков арматуры, в рабочих горизонтальных швах железобетонных монолитных стен, на формирование тепловых полей в период изотермического выдерживания с целью дальнейшей разработки способа и степени утепления рабочих швов, обеспечивающих нормативные температурные ограничения, был выбран экспериментально-расчетный метод изучения процессов теплообмена. В качестве средства расчета температурных полей с учетом выше поставленных задач был принят программный комплекс ANSYS, который позволяет рассчитать температурные поля в теле конструкции на трехмерной модели с учетом высокотеплопроводных арматурных элементов в конструкции при различных граничных условиях как на поверхности стены, так и на поверхности арматуры.

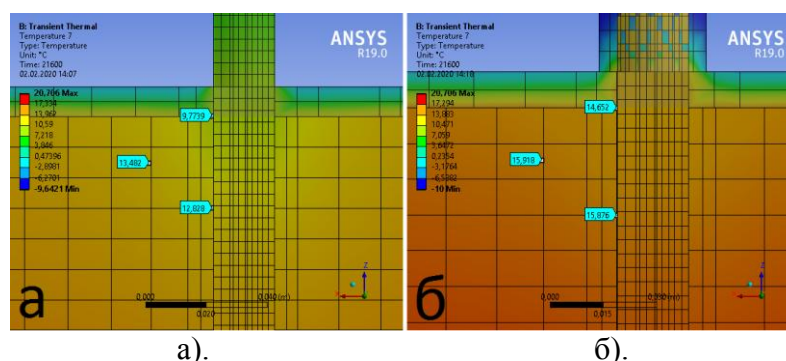


Рисунок 2. Результат расчета температурных полей в расчетной области при температуре окружающей среды -10°C ; а.- без утепления выпуска арматуры, б.- с утеплением выпуска арматуры.

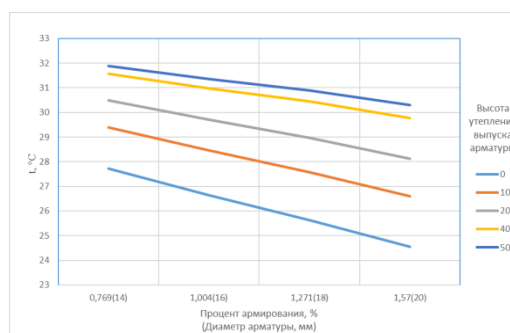


Рисунок 3. График средних температур бетона в верхнем блоке №1, при температуре окружающей среды -10°C

Формирование температурных и прочностных полей в плите перекрытия при термообработке бетона в	Андреевский С.Н, канд. техн. наук, доцент	По результатам экспериментальных исследований получен местный коэффициент теплоотдачи с открытой поверхности свежееуложенного бетона, что позволит более точно учитывать его влияние на формирование температурного режима термообработки бетона в конструкции на этапе
---	---	---

	зимних условиях с задержкой укрытия открытой поверхности.		проектирования и обеспечит соблюдение нормативных ограничений при необходимом темпе ведения работ.
--	---	--	--

В расчётах остывания бетонной смеси при ее тепловой обработке часто приходится встречаться с определением количества испарившейся жидкости и количества перенесенного при этом тепла. Теплотери в процессе разогрева и укладки бетонной смеси в основном складываются из теплотерь за счет испарения – 80-85%, конвекции 8-10% и лучеиспускания – 4-5%. Для экспериментального изучения рассматриваемых явлений мы прибегли к методу физического моделирования. Это метод получил широкое распространение в строительной теплофизике. Теплоотдача с открытой поверхности бетона исследовалась на специальном спроектированном аэродинамическом стенде

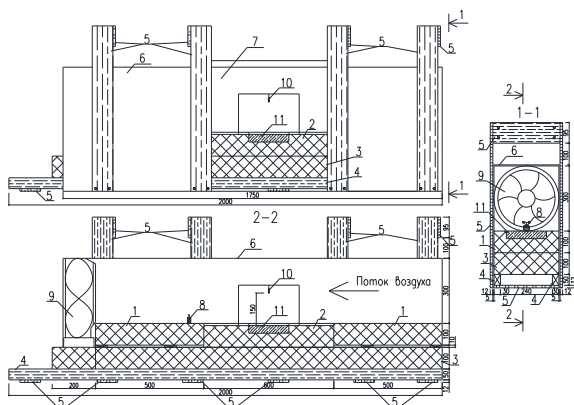


Рисунок 1. - Блок-схема аэродинамического стенда в целом: 1 – пенопласт 100х300х500; 2 – пенополистирол синий 100х300х600; 3 – пенопласт 100х300х1600; 4 – брус 30х50; 5 – евровагонка 12х95; 6 – картонный короб; 7 – оргстекло; 8 – анемометр цифровой переносной АП1М2; 9 – вентилятор; 10 – термопара ХА; 11 – открытая бетонная сухая/влажная поверхность

Рисунок 2. - Экспериментальная модель и измерительная система.

Таблица 1. – Результаты измеренных расчетных параметров эксперимента и результаты расчета коэффициента теплоотдачи на влажной поверхности при скорости ветра ≈ 2 м/с

№	Время	Скорость ветра, м/с	Термогигрометр		Термопары				Коэф. преобразования теплов. потока К _{тп} , Вт/м ²	Показание прибора а, мВ	Плотность теплов. потока w, Вт/м ²	t(пов) ср., °C	t(воз), °C	Перепад температур Δt, °C	Коэффициент теплоотдачи α, (Вт/(м ² * °C))
			Влажность RH, %	t (воз), °C	t (1), °C	t (2), °C	t (3), °C	t(воз) (4), °C							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Прогнозируемый перепад в 10 градусов															
1	13:30	1,8	41,7	23,3	36,9	34	30,5	24,5	3,96	107,8	426,888	33,8	24,5	9,30	45,90
2	13:45	2	42	23,2	36,8	34,3	31,1	24,5	3,96	107,9	427,284	34,067	24,5	9,57	44,66
3	14:00	1,8	41,9	23,3	37,2	34,5	30,9	24,5	3,96	107,5	425,7	34,2	24,5	9,70	43,89
4	14:15	1,9	41,9	23,2	37,3	34,5	31,3	24,3	3,96	107,5	425,7	34,367	24,3	10,07	42,29
5	14:18	2	41,8	23,2	36,9	34,3	30,8	24,4	3,96	107,6	426,096	34	24,4	9,60	44,39
6	14:21	2	42,1	23,3	37	34,6	31,1	24,5	3,96	107,5	425,7	34,233	24,5	9,73	43,74
7	14:24	1,9	42	23,3	37,3	34,5	31,2	24,5	3,96	107,6	426,096	34,333	24,5	9,83	43,33
8	14:27	1,9	42	23,2	37,1	34,4	31,1	24,4	3,96	107,6	426,096	34,2	24,4	9,80	43,48
9	14:30	1,8	42	23,3	37,2	34,5	30,9	24,3	3,96	107,6	426,096	34,2	24,3	9,90	43,04
Средние значения:														9,72	43,86

	Повышение эффективности за счет нормирования организационно-	Герасимов В.В., д-р техн. наук,	Разработка системы управления надежностью планирования объектов, проектов и программ в деятельности организаций на основе использования аналитических зависимо-
--	--	---------------------------------	---

	экономической надежности реорганизации производственных строительных процессов.	профессор	стей потоковых строительных процессов на примере жилых объектов.
--	---	-----------	--

Алгоритм управления отклонениями реализации строительного проекта включает следующие этапы:

I Качественная оценка отклонений строительного проекта. На этом этапе осуществляется анализ и формирование множества отклонений в пространстве параметров объекта. Классификация объектов в соответствии с приведенной модельной системой проектов. Прогнозирование отклонений в структуре и процессах потоков для различных модулей проектной системы.

II Количественная оценка вариантов области организационной безопасности. На этом этапе осуществляется построение профилей отклонений параметров структуры и процессов проектных модулей по данным прогноза отклонений с расчетом организации структурности и технологичности процессов проектных модулей объекта, проекта, программы. Осуществляется расчет затрат на управление отклонениями параметров объекта.

III Разработка области организационной безопасности. На данном этапе разрабатывается динамическая модель отклонений с расчетом показателей надежности проекта и границ областей организационной безопасности. Устанавливается уровень опасности проекта по принятым ситуациям отклонений параметров.

IV Разработка мероприятий повышения эффективности управления процессами планирования строительства объектов. На этапе разрабатывается комплекс мероприятия управления отклонениями с выбором вариантов, обеспечивающих наиболее эффективное управление с получением положительного эффекта от использования ресурсов управления.

Экономический эффект от использования результатов исследований основан на повышении уровня организационной надежности планирования строительства объектов за счет учета и включения факторов надежности в норматив, что повышает достоверность путем снижения непредвиденных затрат.

Процессная модель отклонений:

$$\Delta Z_{OB} = \sum_{i,n} \Delta Z_{Mi} \quad (1)$$

$$\Delta Z_{PP} = \sum_{i,n} \Delta Z_{OBi} \quad (2)$$

$$\Delta Z_{ПГ} = \sum_{i,n} \Delta Z_{ППi} \quad (3)$$

$$\Delta T_{OB} = \sum_{i,n} \Delta t_{Mi} + \sum_{i,n} \Delta t_{Mi}^C \quad (4)$$

$$\Delta T_{PP} = \sum_{i,n} \Delta t_{OBi} + \sum_{i,n} \Delta t_{OBi}^C \quad (5)$$

$$\Delta T_{ПГ} = \sum_{i,n} \Delta t_{ПРi} + \sum_{i,n} \Delta t_{ПРi}^C \quad (6)$$

где ΔZ и ΔT - отклонения от нормативов параметров затрат и продолжительности работ; Δt^C - отклонения от нормативов продолжительности работ; i, n - соответственно индексы параметров объектов совмещенных потоков, M - элемент, OB - объект, $ПР$ - проект, $ПГ$ - программа.

$$\Delta T_{PP} = \sum_{i,n} \Delta t_{OBi} + \sum_{i,n} \Delta t_{OBi}^C \quad (5)$$

$$\Delta T_{ПГ} = \sum_{i,n} \Delta t_{ПРi} + \sum_{i,n} \Delta t_{ПРi}^C \quad (6)$$

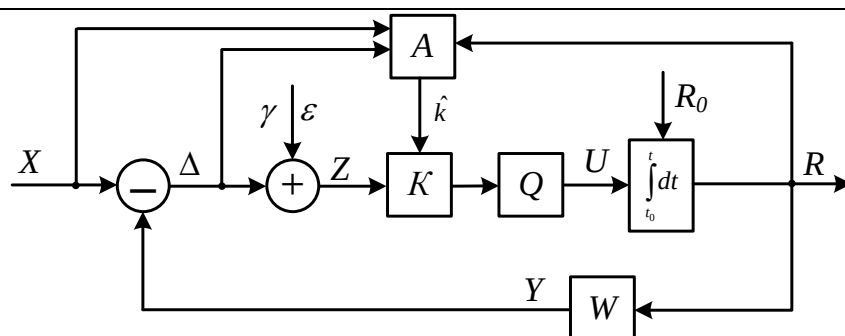
где ΔZ и ΔT - отклонения от нормативов параметров затрат и продолжительности работ; Δt^C - отклонения от нормативов продолжительности работ; i, n - соответственно индексы параметров объектов совмещенных потоков, M - элемент, OB - объект, $ПР$ - проект, $ПГ$ - программа.

Структурная модель отклонений

$$\Delta Z_{ПГ} = \left(\bigcup_{i,n} \Delta_{ПРi} \left(\bigcup_{i,n} \Delta_{OBi} \left(\bigcup_{i,n} \Delta_{Mi} \right) \right) \right) \quad (7)$$

$$\Delta T_{ПГ} = \left(\bigcup_{i,n} \Delta t_{ПРi} \left(\bigcup_{i,n} \Delta t_{OBi} \left(\bigcup_{i,n} \Delta t_{Mi} \right) \right) \right) \quad (8)$$

Организация системы организационно-технологических решений	Иконникова А.В., к.э.н., доцент кафедры	Разработанные стратегические карты позволят найти наилучшее организационно-технологическое решение и системно рассматривать объекты с позиции их проектирования и возведения.
Так как все строительные объекты уникальны, даже если они похожи друг на друга. При возведении объекта приходится принимать разнообразные решения с позиции технологии и организации: когда и где, на сколько возможны варианты и чем это «грозит» застройщику. «Оптимальный», значит «лучший здесь и сейчас» с позиции технологии и организации. Сбалансированное система перспектив объекта при разработке проектно-сметной документации и на стадии строительства позволит получить сбалансированную систему организационно-технологических решений по объекту при условии минимизации риска и повышении надежности. Объектом исследования является система сбалансированных показателей строительной организации, предметом исследования – процессы управления организационными изменениями относительно распределения ресурсов (материальных и трудовых) и достижения цели с оптимальными показателями. Стоит отметить, что здесь сбалансированная система показателей выступает как объект управления, а задача распределения ресурсов как задача регулирования, задачи же интерактивного планирования как измеритель соответствия между плановыми и фактическими значениями. В целом вся система представляется как адаптивная система управления организационными изменениями. Используемая модель процесса адаптации внутренней среды организации к изменениям внешней среды:		



X – плановые показатели, в случае изменения которых организация требует немедленной реакции (здесь важно отметить, что изменения плановых показателей в основном зависят от изменения внешней среды); γ – возможная информационная неопределенность; ε – результаты адаптивных преобразований с учетом интерактивного планирования; Z – наблюдения показателей X с учетом возможной информационной неопределенности и результатов адаптивных преобразований с учетом интерактивного планирования; A – блок адаптации; $\hat{k}$ – коэффициенты настройки (адаптации); R – результаты адаптивных преобразований внутренней среды организации для достижения стратегической цели; Y – наблюдения результатов адаптивных преобразований внутренней среды организации; Δ – отклонения состояния организации от требований, диктуемых системой сбалансированных показателей; U – управленческое решение, требующее осуществления адекватных преобразований во внутренней среде организации; K – матрица ресурсов; Q – матрица структуры; W – матрица интерактивного планирования (согласования).

Технология устройства заглубленных и подземных сооружений в условиях мегаполисов	Виноградов А.Б., д-р техн. наук, проф.	Рассмотрена технология “опускной колодец”, применительно к строительству подземного гаража-стоянки. Проведено исследование напряжено - деформированного состояния конструкций опускного колодца. Описан характер напряженного состояния конструкций опускного колодца при действии неравномерно распределенной нагрузки на стены. Даны рекомендации к проектированию принятой конструкции.
--	--	--

К рассмотрению был выбран вариант строительства подземного гаража-стоянки по технологии “опускной колодец”.

Заинтересованность в данной технологии как в объекте исследования возникла в силу ее надежности относительно предъявляемых к ней технических требований при возведении заглубленного сооружения определенных расчетом размеров.

Но вместе с тем, основной проблемой при погружении опускного колодца в грунтовый массив все же являются различные отклонения в виде кренов и перекосов. При этом нагрузка на ж/б конструкции значительно увеличивается. Следовательно, появляется необходимость в некотором расчетном обосновании технологии строительства.

Существующие инженерные методики расчета таких сооружений основаны на простых формулах и позволяют производить расчет только конструктивных элементов простейшей формы. Данные методики не учитывают влияния геометрических особенностей конструкции на напряженно-деформированное состояние ее конструктивных элементов и не учитывают особенностей технологии возведения.

Объект исследования и постановка задачи. Опускной колодец представляет собой сборно-монолитную железобетонную конструкцию формы полого цилиндра с переменной по высоте толщиной стенки. Высота ствола опускного колодца 30 метров, внешний максимальный диаметр 36,9 метров. Размеры основных частей конструкции показаны на рис. 1.

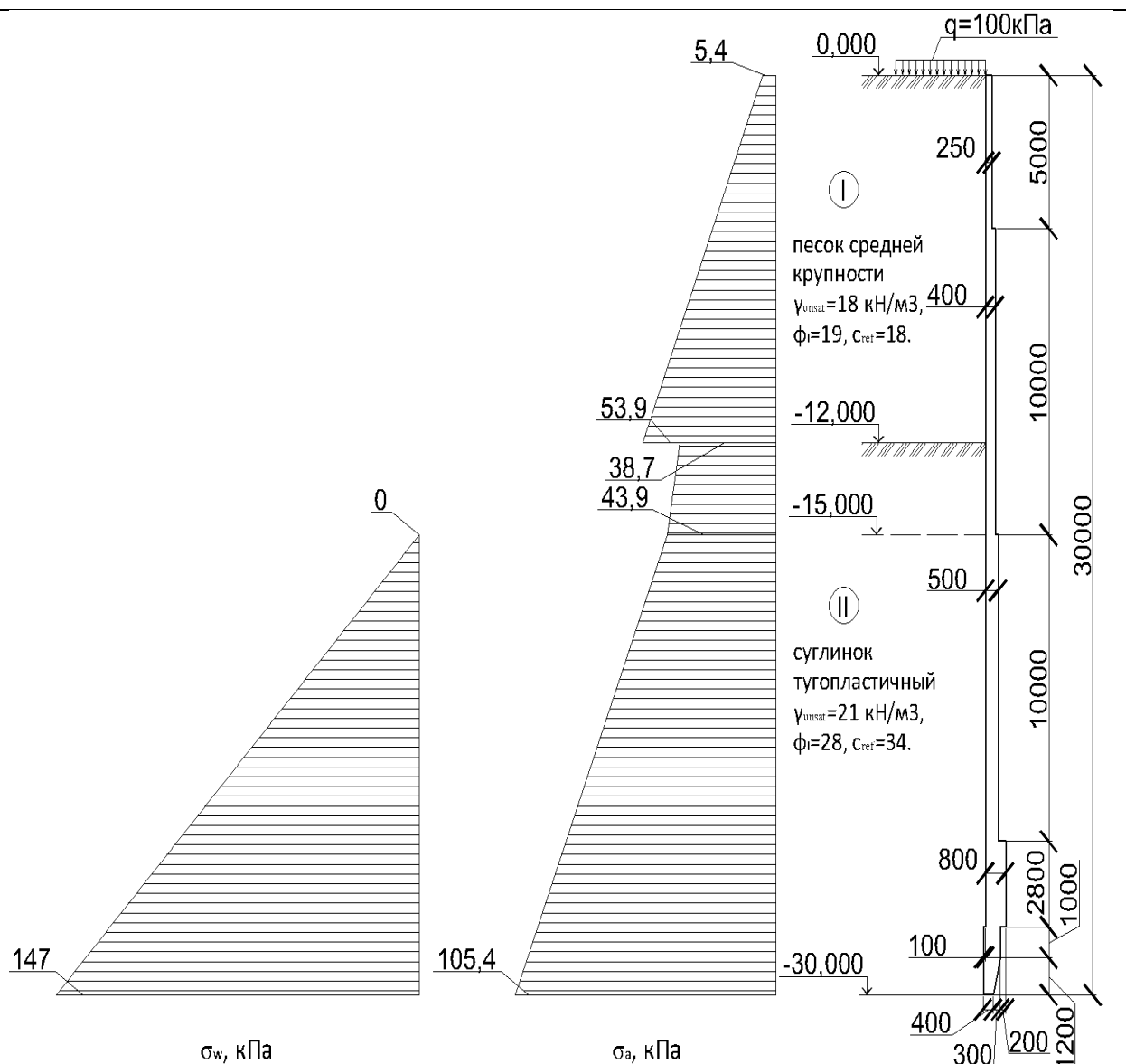


Рис. 1. Схема нагружения

Технология монтажа – комбинированная. Первый ярус высотой 5 метров, состоящий из ножевой части и стенки толщиной 0,8 м выполнены из монолитного железобетона, все вышележащие стены колодца (толщиной: 0,5; 0,4 и 0,25 м) собираются из готовых сегментов ярусами в 5 метров.

На конструкцию опускного колодца действуют следующие нагрузки: активное давление грунта σ_a ; гидростатическое давление σ_w на стены; собственный вес; нагрузка на поверхности грунта вблизи стен опускного колодца q , кПа.

В процессе строительства часто возникают перекосы конструкции по причине разнородности грунтового массива. В результате этого нагрузка на стенки становится неравномерной. Для учета неравномерности действующих нагрузок при расчете напряженно-деформированного состояния конструкций колодца вводится понятие коэффициента неравномерности распределения нагрузки K_n . В настоящей работе выполнен анализ влияния коэффициента неравномерности распределения нагрузки на характер деформаций стен колодца.

Математическая модель. При построении математической модели приняты следующие допущения: 1) все среды являются сплошными; 2) все материалы являются структурно-однородными; 3) физико-механические характеристики материалов не зависят от температуры; 4) все материалы являются изотропными; 5) все материалы являются линейно-упругими.

Применена теория прочности бетона, основанная на предельной поверхности Гениева-Киссюка-Тюпина.

Методика выполнения расчета. Расчеты выполнены с помощью метода конечных элементов, реализованного в программном комплексе ANSYS Mechanical.

Дискретизация расчетной области выполнена с использованием изопараметрических объемных конечных элементов с квадратичными функциями формы. Использована структурированная расчетная сетка.

Выполнена адаптация программного комплекса ANSYS Mechanical. Для описания неравномерно распределенной нагрузки в ANSYS Mechanical использованы специально разработанная подпрограмма USERPR, составленная на языке Fortran..

Анализ результатов расчетов. В результате проведенных расчетов были получены перемещения точек конструкции (рис. 2) при заданных нагрузках, а также напряжения и деформации

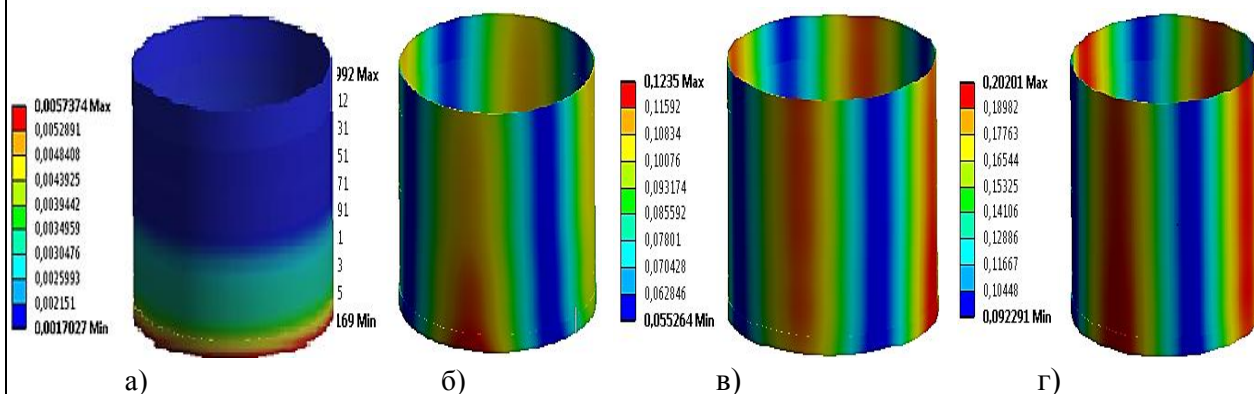


Рис.2. Перемещения, м: а) $K_n = 1$, б) $K_n = 1,05$, в) $K_n = 1,15$, г) $K_n = 1,25$.

На рис. 3 показано распределение значения функции Гениева-Киссюка-Тюпина, которая позволяет определить зоны, в которых напряжения превышают предел прочности материала.

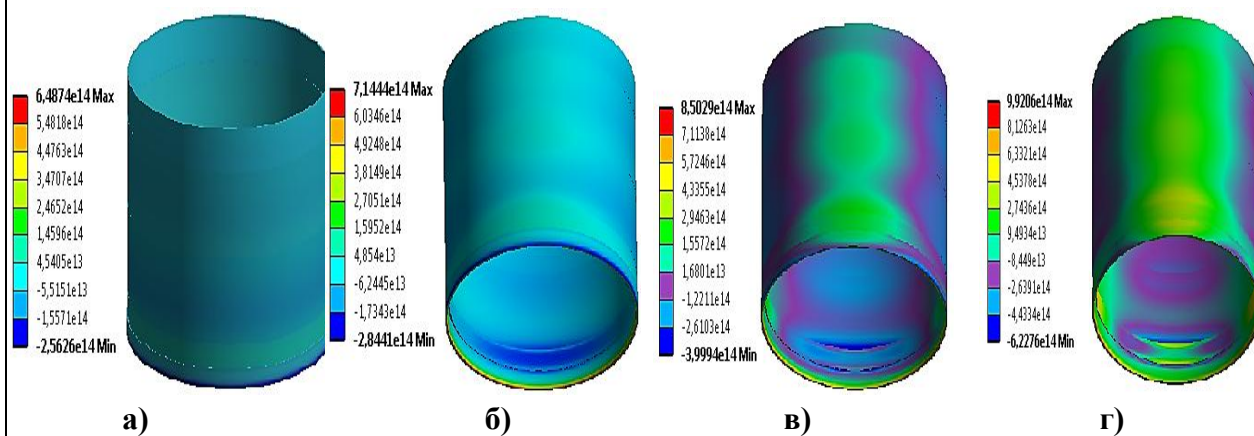


Рис. 3 Распределение значения функции Гениева-Киссюка-Тюпина:
а) $K_n = 1$, б) $K_n = 1,05$, в) $K_n = 1,15$, г) $K_n = 1,25$

На участках, где функция имеет положительное значение, напряжения превышают предел прочности материала. Данные участки соответствуют зонам с большими растягивающими напряжениями. Максимальное положительное значение функции наблюдается в зоне ножевой части конструкции.

На рис 4 показано распределение кольцевых напряжений по высоте колодца с наружной стороны стенки в растянутой зоне.

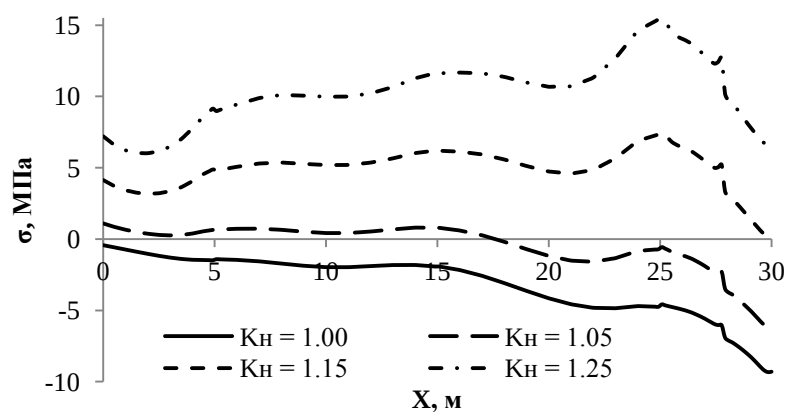


Рис. 4. Распределение кольцевых напряжений по высоте колодца с наружной стороны стенки в растянутой зоне

Из графика следует - растягивающие напряжения превышают предел прочности материала при растяжении.

На рис. 5 показано распределение кольцевых напряжений по высоте колодца с внутренней стороны стенки в растянутой зоне.

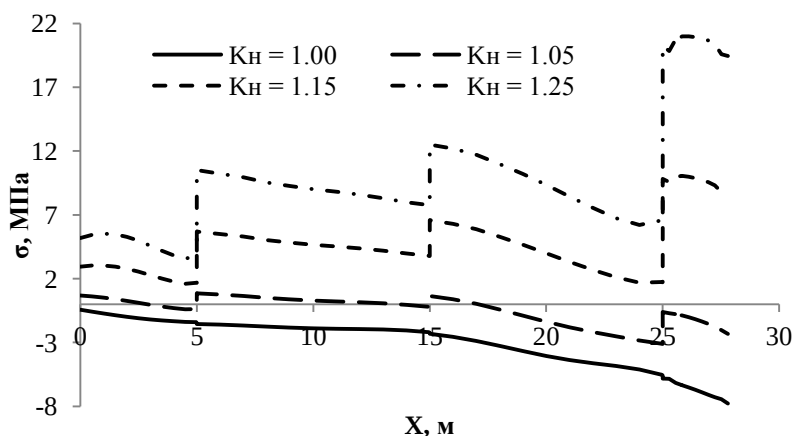


Рисунок 5. Распределение кольцевых напряжений по высоте колодца с внутренней стороны стенки в растянутой зоне

Распределение напряжений на внутренней поверхности по высоте имеет скачкообразную форму, что объясняется переменной толщиной стенки по высоте. Растягивающие напряжения также превышают предел прочности материала при растяжении.

Преимущества перед известными аналогами. Полученные результаты способствуют решению оптимизации конструкторских и технологических решений возведения предложенного объекта строительства.