

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Архитектурно-строительный институт

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ**

ТРУДЫ II ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

8–10 октября 2019 г.

Новокузнецк
2019 г.

УДК 69+624/628+66/67+72

А 437

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук., доцент Столбоушкин А.Ю.,

канд. техн. наук., доцент Алешина Е.А.,

доцент Матехина О.В.,

канд. архитектуры, доцент Благиных Е.А.

А 437 Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России : труды научно-практической конференции / М-во науки и высш. образования Российской Федерации, Сиб. гос. индустр. ун-т, Архитектурно-строительный институт ; под общей редакцией А.Ю. Столбоушкина, Е.А. Алешиной, О.В. Матехиной, Е.А. Благиных, – Новокузнецк, Изд. Центр СибГИУ, 2019. – 352 с.

ISBN 978-5-7806-0530-0

Представлены материалы докладов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России», состоявшейся в Сибирском государственном индустриальном университете 8–10 октября 2019 г. Доклады отражают результаты работ по трем основным направлениям конференции: «Архитектура и градостроительство промышленных регионов России»; «Новые материалы, конструкции и инновационные технологии в строительстве»; «Новые концептуальные подходы в проектировании и реконструкции инженерных систем жизнеобеспечения».

Издание предназначено для научных и инженерно-технических работников в области архитектуры и строительства, а также для студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых.

УДК 69+624/628+66/67+72

ISBN 978-5-7806-0530-0

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2019

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ МОНОЛИТНЫХ КУПОЛОВ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ

Екимова В.С.¹, Разливин Д.А.,² Алешина Е.А.¹, Алешин Д.Н.^{1,2}

¹ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
²ООО «Углестринпроект»,
г. Новокузнецк, Россия

Аннотация. В данной статье представлено обоснование выбора конструктивного решения железобетонного ребристо-кольцевого монолитного купола, на основании результатов расчета модели в программном комплексе Лира-САПР.

Ключевые слова: армирование, железобетонный купол, ребристо-кольцевой купол, расчетная модель, оболочка.

На основе расчетной модели, созданной в программном комплексе Лира-САПР методом конечных элементов [6], разработано конструктивное решение трехэтажного здания – железобетонный ребристо-кольцевой монолитный купол с радиусом нижнего опорного кольца 15 метров, радиусом верхнего опорного кольца 2 метра, высотой купола 8 метров (рисунок 1).



Рисунок 1 – Ребристо-кольцевой купол

При создании расчетной модели купола оболочка была разбита на 7200 конечных элементов: 180 секторов в плане и 40 сегментов в разрезе. Элементы были заданы четырехугольными пространственными пластинами, поверхность которых совпадала со срединной поверхностью оболочки. Опорные кольца и ребра жесткости были заданы пространственными стержнями. Сопряжение купола с несущей стеной было принято жестким [6].

С помощью программного комплекса сбор нагрузок от собственного веса несущих конструкций купола осуществлялся автоматически.

Сбор снеговой нагрузки выполнялся в соответствии с [5] по трем вариантам загрузки [6]. Был принят IV снеговой район. Коэффициент перехода μ_1 для первого варианта загрузки был принят равным единице. Для второго варианта загрузки коэффициент перехода μ_2 был принят переменным в зависимости от угла β и расстояния от центральной оси оболочки (рисунок 2) и рассчитывался по формуле (1) отдельно для каждой пластины.

$$\mu_2 = C_{r1} \cdot (z/r_1)^2 \cdot \sin \beta, \quad (1)$$

где безразмерная величина C_{r1} определялась по формуле (2) и была принята равной 2,549.

$$C_{r1} = 2,55 - \exp\left(0,8 - 14 \cdot \frac{f}{d}\right) \quad (2)$$

Для третьего варианта загрузки коэффициент перехода μ_3 был принят переменным в зависимости от угла β и угла касательной к оболочке α (рисунок 2) и рассчитывался для каждой пластины по формуле (3).

$$\mu_3 = 3 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot f}{d}} \cdot \sin 3\alpha \cdot \sin \beta \quad (3)$$

Ветровая нагрузка разгружает купол, поэтому в расчете не учитывалась.

Расчет был произведен для двух вариантов ребристо-кольцевого купола: с толщиной оболочки 50 и 100 миллиметров. На основании полученных результатов законструирован купол с толщиной оболочки 100 миллиметров.

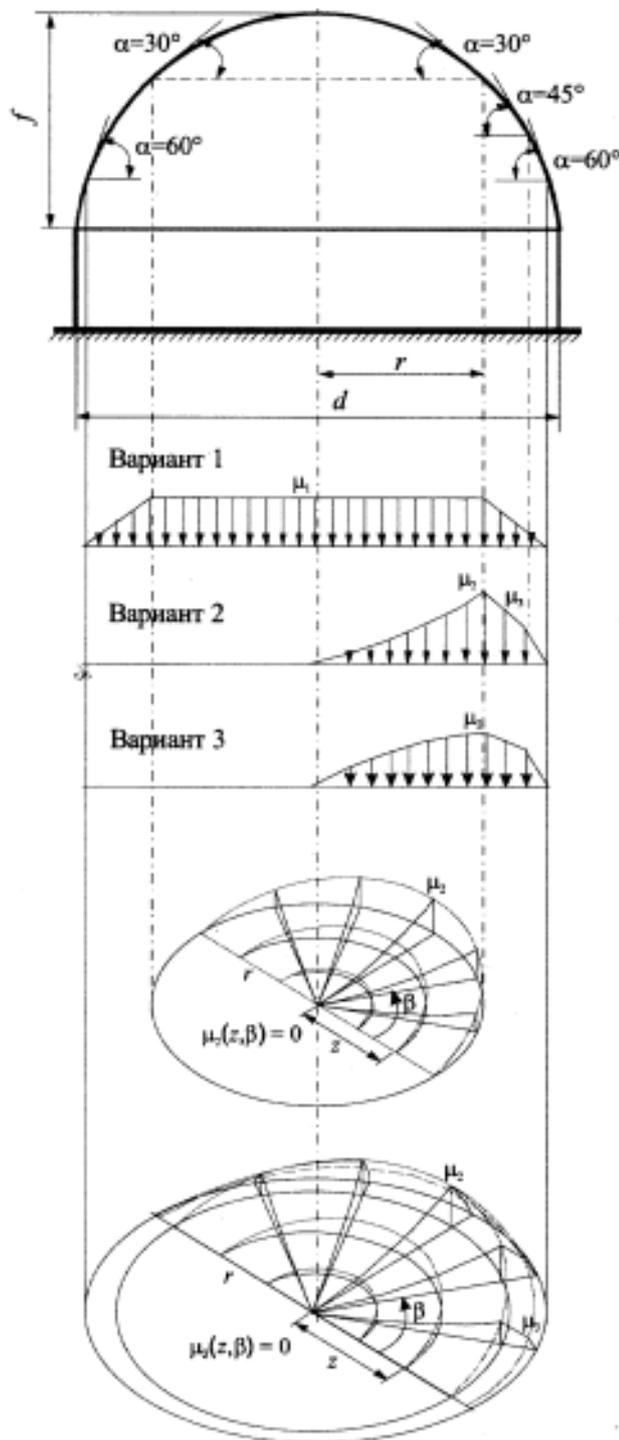


Рисунок 2 – Схемы загрузки купола снеговой нагрузкой [5]

Проанализировав результаты расчета, выбран оптимальный вариант армирования оболочки: принята сетка из арматуры класса А400 диаметром 6 миллиметров. Шаг кольцевой арматуры в сетке принят 200 миллиметров, шаг радиальной арматуры – 200 миллиметров по низу и 70 миллиметров по верху купола (рисунок 3).

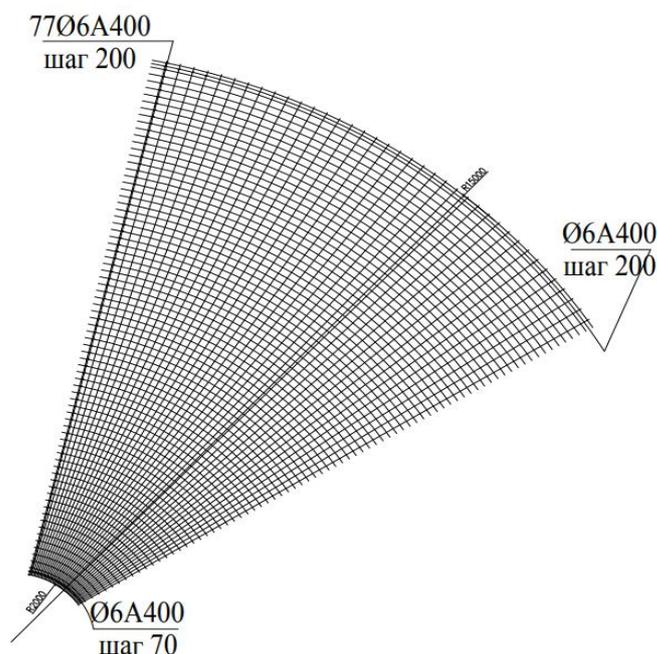


Рисунок 3 – Фрагмент армирования оболочки

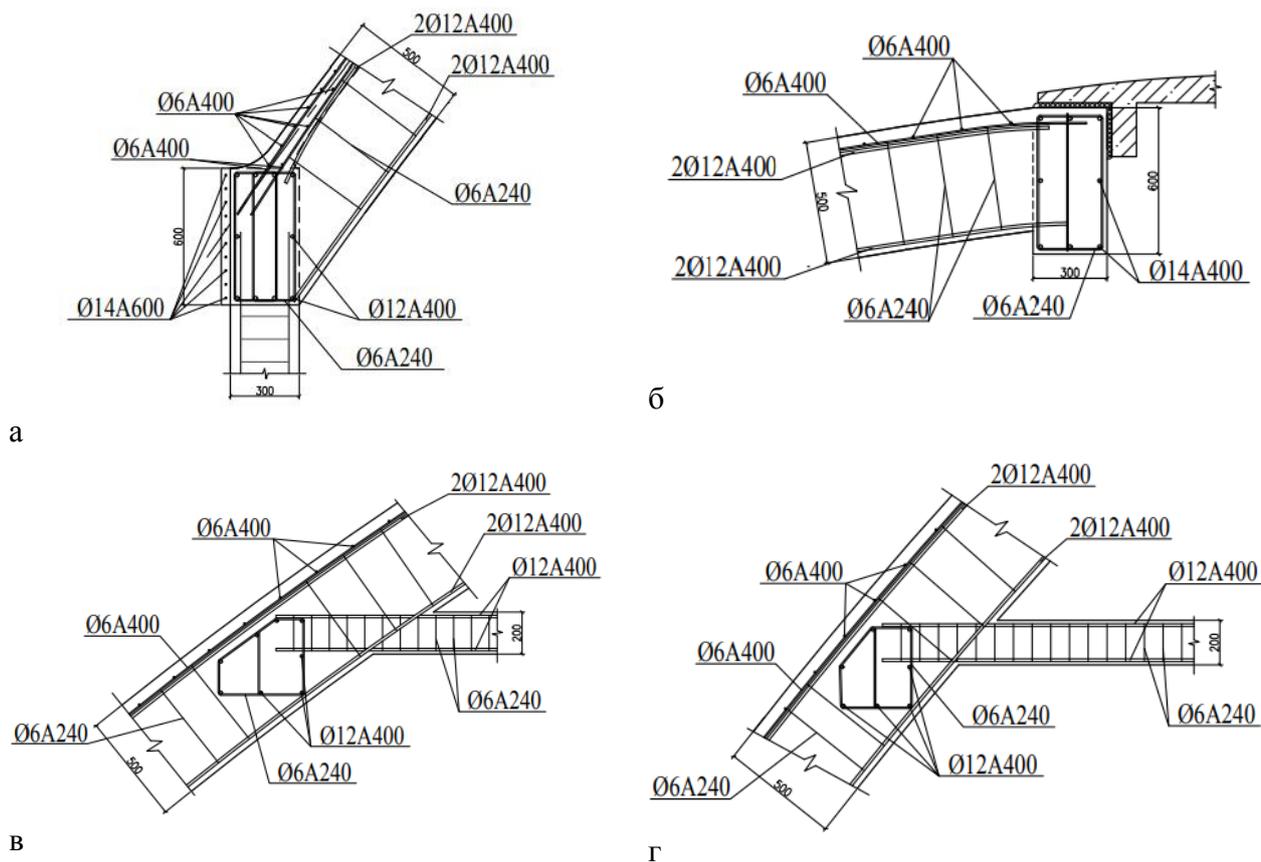
Нижнее опорное кольцо сечением 300x600 миллиметров запроектировано с предварительно напряженной кольцевой арматурой класса А600 диаметром 14 миллиметров, с натяжением на бетон (рисунок 4, а). Ненапрягаемая продольная арматура нижнего кольца купола принята конструктивно, диаметром 12 миллиметров класса А400, поперечная – по расчету, диаметром 6 миллиметров класса А240 с шагом 200 миллиметров.

В верхнем опорном кольце сечением 300x600 миллиметров принята продольная арматура класса А400 диаметром 14 миллиметров, поперечная – класса А240 диаметром 6 миллиметров, с шагом 200 миллиметров (рисунок 4, б).

При конструировании были обозначены формы конструктивных элементов монолитного ребристо-кольцевого железобетонного купола трехэтажного здания. Поперечные сечения промежуточных колец приняты пятиугольной формы (рисунок 4, в, г). Армируются промежуточные кольца продольной рабочей арматурой класса А400 диаметром 12 миллиметров, поперечной – класса А240 диаметром 6 миллиметров, с шагом 200 миллиметров.

В ребрах сечением 200x500 миллиметров принята продольная рабочая арматура класса А400 диаметром 12 миллиметров, поперечная – класса А240 диаметром 6 миллиметров, с шагом 200 миллиметров (рисунок 4, а – г).

Монолитный купол опирается на монолитную стену через нижнее опорное кольцо, промежуточные кольца являются опорами монолитных перекрытий толщиной 200 миллиметров.



а

б

в

г

а – примыкание ребра жесткости к нижнему опорному кольцу; б – примыкание ребра жесткости к верхнему опорному кольцу; в – сопряжение ребра жесткости и промежуточного кольца в уровне перекрытия третьего этажа; г – сопряжение ребра жесткости и промежуточного кольца в уровне перекрытия второго этажа

Рисунок 4 – Армирование узлов

Библиографический список

1. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. – М.:СИ, 1991.
2. Колкунов Н.В. Основы расчета упругих оболочек. – М., 1972.
3. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Примеры расчета ж/б и каменных конструкций. – М., 2009.
4. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.
5. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуал. редакция СНиП 2.01.07-85*.
6. Разливин Д.А., Чапаева С.Г. Расчет ребристо-кольцевого купола в программном комплексе Лира-САПР // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017.– Вып. 21.– Ч. V. Технические науки. – с. 132 – 139.

Овчаренко Г.И., Бобринок В.А., Мальцев В.В. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК НА ПРОЧНОСТЬ ПРЕССОВАННОГО ГИДРАТИРОВАННОГО ЦЕМЕНТА	202
Овчаренко Г.И., Лобанова О.В., Сухенко А.К., Лаврут А.С. БЕЗУСАДОЧНЫЕ БЕТОНЫ ИЗ ВЫСОКОПОДВИЖНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВОЙ ЗОЛЫ ТЭЦ	206
Овчаренко Г.И., Мальцев В.В. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ НАНОДОБАВОК SiC и SiO₂ НА ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТА	210
Смирнова О.Е., Отточко С.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА НА СВОЙСТВА БЕТОНА	214
Корнеева Е.В. БЕСЦЕМЕНТНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫХ ШЛАКОВ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	217
Ильина Л.В., Вологжанина С.А. МОДИФИЦИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ КОНГЛОМЕРАТОВ НА ОСНОВЕ ЦЕМЕНТА МИКРОДИСПЕРСНЫМИ ДОБАВКАМИ	223
Божко Ю. А. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛИЦЕВОГО КИРПИЧА НА ОСНОВЕ ОПОКОВИДНЫХ ПОРОД ПО ТЕХНОЛОГИИ МЯГКОГО ФОРМОВАНИЯ	227
Волокитин Г.Г., Глотов С.А., Алексеев А.А. РАСТВОРЕНИЕ НАТРИЕВОЙ СИЛИКАТ-ГЛЫБЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ	231
Гайшун Е.С. КЕРАМИЧЕСКИЕ КАМНИ ИЗ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ УГОЛЬНОГО РЯДА	235
Наумов А.А. ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ПРИРОДНЫХ КАМНЕЙ	237
Корнеев В.А. ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СТРОИТЕЛЬНОГО КАМНЯ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОМ	240
Платонова С.В. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ ФУНДАМЕНТА	244
Житушкин В.Г., Казанцев В.Э. РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЖЕСТКОГО ЗАЩЕМЛЕНИЯ ДЕРЕВЯННОЙ КОЛОННЫ В ФУНДАМЕНТ	247
Мельникова К.А., Гурьева В.А. СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ	250
Васильева Д.Е., Алешина Е.А. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ РАСЧЕТА ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ КАМЕННОЙ КЛАДКИ	253
Каиркенов Х.К., Алешина Е.А., Аминова Л.Р. ТЕОРИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	259
Екимова В.С., Разливин Д.А., Алешина Е.А., Алешин Д.Н. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ МОНОЛИТНЫХ КУПОЛОВ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ	262
Матвеев А.А. ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСЧЕТНЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ	266
Поправка И.А., Алешин Д.Н., Алешина Е.А., Столбоушкин А.Ю. НЕСОВЕРШЕНСТВО КОНСТРУКЦИЙ ИЛИ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ КАК ПРИЧИНЫ ДЕФЕКТОВ, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	268

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ**

ТРУДЫ II ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

8–10 октября 2019 г.

Под общей редакцией

Столбоушкин А.Ю.

Алешина Е.А.

Матехина О.В.

Благиных Е.А.

Техническое редактирование
и компьютерная верстка

Матехиной О.В.

Напечатано в авторской редакции в соответствии с представленным оригиналом

Подписано в печать 31.10.2019 г.

Формат бумаги 60 x 84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 20,70 Уч.-изд. л. 22,38 Тираж 300 экз. Заказ 264

Сибирский государственный индустриальный университет

654007 г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42

Издательский центр СибГИУ