

Значения моментов в точках конечных элементов

Размер сетки КЭ	Значение момента ($m \cdot m$) в узле №:			
	1	2	3	4
0,6 м	2,610	0,367	0,616	0,612
0,2 м	4,064	0,561	0,719	0,664
Разница значений момента	35,8 %	34,58 %	14,33 %	7,83 %

Из полученных результатов видно, что значение момента при меньшей сетке конечных элементов значительно возрастает. Моменты в разных точках изменяются на разные величины, что свидетельствует о нелинейной зависимости изменения величин.

Можно сделать вывод, что выбор густоты сетки КЭ при расчете строительных конструкций оказывает заметное влияние на точность расчета конструкций. Если при расчете число конечных элементов между опорными элементами или на консольном свесе менее 6, то расчеты являются неточными, следовательно, на этих участках требуется выполнить сгущение сетки КЭ для получения достоверных результатов расчета.

Список литературы

1. ПК ЛИРА-САПР 2016. Проектирование и расчет строительных конструкций. URL: liraland.ru/lira/
2. Зимин А. Ю. Оценка влияния плотности сетки конечных элементов на точность расчета некоторых конечноэлементных моделей. URL: <http://lib.convdocs.org/docs/index-158500.html>
3. Перельмутер А. В., Сливкер В. И. Расчетные модели сооружений и возможности их анализа. М., 2007. 595 с.
4. Городецкий А. С., Батрак Л. Г., Городецкий Д. А., Лазнюк М. В., Юсипенко С. В. Расчет и проектирование конструкций высотных зданий из монолитного железобетона. Киев, 2005. 106 с.
5. Городецкий А. С., Евзеров И. Д. Компьютерные модели конструкций. Киев, 2004. 344 с.
6. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия.

УДК 624.042.3:621.87

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ: ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ НЕТИПИЧ- НОЙ КОНСТРУКЦИИ БАССЕЙНА

Т. В. Золина, И. А. Попова

*Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет*

В строительстве XXI в. получают широкое распространение железобетонные и металлические конструкции. Наличие существенных различий,

доминирование по своим свойствам одной технологии над другой – это основные аспекты, которые решаются в данной статье. Для решения поставленной задачи рассмотрим каждую технологию в отдельности.

Железобетоном называют армирование композитом или металлом бетона для увеличения его прочностных характеристик. Здания из железобетона делятся на два типа: из монолитных или сборных конструкций. Для изготовления монолитной конструкции сначала вяжется арматурный каркас, который после заливается бетонной смесью. Сборные железобетонные конструкции изготавливаются на заводе и доставляются на строительную площадку, где монтируются в соответствии с технологической картой.

Основными причинами распространенного применения железобетона в строительстве являются его хорошие технические и эксплуатационные характеристики, а также возможность применения в различных сферах использования (строительство жилых, промышленных, общественных зданий) [1].

Динамика строительства с использованием металлических конструкций прослеживается в сторону увеличения на протяжении последних лет. Такой толчок к развитию металлоконструкций связан с развитием современных технологий. Эффективные решения по применению металлоконструкций в промышленном и гражданском строительстве повышают качество строящихся объектов, существенно сокращают сроки возведения зданий и их металлоемкость [3].

Двутавры, швеллеры, уголки, гнутые профили из стали и другие легкие стальные конструкции (ЛСТК) используются в строительной индустрии для решений быстровозводимых зданий. Качественным скачком в применение металлов стало появление тонкостенных конструкций из стали и алюминия. Благодаря появлению оцинкованной и полимерной стали появились уникальные решения архитектуры. Широкий набор современных конструктивных элементов значительно снизил металлоемкость строительства, обеспечил модульность и гибкость решений [2].

Для наглядности сравнительного анализа преимуществ и недостатков металлических и железобетонных конструкций, приведем примеры нетипичной конструкции – бассейна.



Рис. 1. Установленный металлический бассейн

Сравнительный анализ двух видов бассейнов – железобетонного и металлического – необходимо произвести не только с точки зрения физических характеристик, но и стоимостных показателей.

Таблица 1

Сравнение физических характеристик
железобетонного и стального бассейнов

<i>Тип бассейна</i> <i>Физ. характеристика</i>	<i>Железобетонный бассейн</i>	<i>Бассейн из высоколегированной нержавеющей стали</i>
Расчетные сроки эксплуатации	8–12 лет, в течение которых необходимо предупреждать появление трещин и протечек	Относятся к категории «вечных»
Первичный ремонт	Через 2–3 года	Через 10 лет
Стоимость ремонта	От 30 000 рублей	От 100 000 рублей
Срок монтажа чаши	2,5–3 месяца, зачастую больше	4–5 недель
Расход времени на производство и монтаж	Примерно в 4 раза больше, чем металлических	Время на монтаж сокращается примерно в 4 раза, по сравнению с ж/б, в связи с готовностью деталей на заводе
Затраты на обслуживание	Дорогостоящая эксплуатация, появляется ломкость	Отсутствует специальный уход (негде заселяться и расти болезнетворным организмам)
Стойкость к агрессивной воде, климатическим условиям	Нестойкие к морозному и жаркому климату, вода размывает клей плитки, что приводит к ее отрыву	Обладают высокой стойкостью, отсутствуют специальные меры по консервации на зимний период, пригодны для наполнения термальной, солевой или минеральной водой
Пожаростойкость	Высокая	Низкая, требуются дополнительные мероприятия по обеспечению пожаростойкости

Из таблицы 1 следует, что:

- Скорость монтажа металлоконструкций в 4 раза превосходит, скорость монтажа железобетонных элементов, так как элементы металлоконструкций изготавливаются на заводе, а на строительной площадке элементы только соединяются при помощи болтового или сварного соединения.
- Высокая пожаростойкость железобетонных конструкций. Бетон не сильно изменяет свои свойства от воздействия температуры и защищает арматуру. При воздействии открытого огня металлоконструкции теряют свою несущую способность, не смотря на возгорание. Существует ряд мероприятий, которые позволяют увеличить пожаростойкость стали. При этом подобные технологии обязательны к применению, но при этом приводят к удорожанию строительства объектов. К примеру, такими являются окрасочные материалы, которые могут увеличить пожаростойкость стальных конструкций до 30 минут, а также обшивка металлоконструкций ми-

неральной ватой, гипсоволокнистыми листами, обетонирование или применение других огнестойких материалов.

- Монтаж металлоконструкций требует меньше строительной техники, в большинстве случаев можно ограничиться грузоподъемным краном [4].



Рис. 2. Конструкция из железобетона – бассейн

Кроме, физических характеристик необходимо учитывать и стоимостные. Данное сравнение было произведено с помощью программного комплекса «Гранд-Смета». Посчитаем расходы для бассейна размером 12*24 м, в первом случае с железобетонной чашей, во втором – с чашей из металлического каркаса.

Таблица 2

Расчет стоимости железобетонного бассейна

№	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Количество	Стоимость единицы	Всего (руб.)
1	ФЕРО1-01-012-014	Разработка грунта с погрузкой на автомобили самосвалы с ковшами	100 м ³	0,8	42 498,68	33 999
2	ФЕРО6-01-151-02	Устройство вертикальной обмазочной гидроизоляции по бетонной поверхности	100 м ²	5,5	214385	1 179 122
3	ФЕР29-01-143-01	Устройство монолитной ж/б чаши	100 м ³	0,886	634 694	592 339
4	ФЕР15-016-02	Облицовка по бетонной поверхности керамической плиткой	100 м ²	5,5	74 421	409 379
5	ФССЦ 06.2.05.03-0021	Плитка керамогранитная неполированная	м ²	550	471,19	259 155
Всего по смете						4 595 442

Таблица 3

Расчет стоимости металлического бассейна

№	Обоснова- ние	Наименование	Ед. изм.	Коли- чество	Стои- мость единицы	Всего (руб.)
1	ФЕРО1-01-012-014	Разработка грунта с погрузкой на автомобили самосвалы с ковшами	100 м ³	0,8	42 498,68	33 999
2	ФЕРО9-02-009-01	Монтаж стальных конструкций бассейнов	т	77,7	214385	1 755 536
3	ФССЦ 08.3.05.03-0021	Сталь листовая нержавеющая	т	0,886	634 694	16 737 072
4	ФЕР15-016-02	Устройство обмазочной гидроизоляции	100 м ²	5,5	74 421	179 705
Всего по смете						20 197 442

Исходя из расчетов, перечисленных в табл. 2 и табл. 3, следует, что строительство из металла не такое экономически выгодное, нежели при строительстве из железобетона. При этом следует учитывать: данные расчеты производились только для Астраханской области, в районах Дальнего Востока данное утверждение не будет иметь силу, так как поблизости нет бетонных заводов.

Четких выводов о том, что одна технология лучше другой сделать нельзя: есть как положительные, так и отрицательные стороны. Нет плохих материалов, есть не правильное их применение.

В наше время, хорошим примером является использование комбинирования металла с железобетоном. В промышленном здании это совмещение железобетонных колонн и стальных ферм, что не только позволяет сэкономить металл на колоннах, но и обеспечивает их пожаростойкость. В примере, рассмотренном в данной статье, наглядным является реконструкция железобетонной чаши бассейна с металлической «рубашкой», которая обеспечивает абсолютную водонепроницаемость ванны бассейна без изменения его формы и геометрических размеров.

При выборе технологии строительства конструкций нужно ответить на несколько вопросов:

- Что доступно на месте строительства: какие ресурсы, строительные материалы?
- Каким должен быть срок строительства?
- Какие требования предъявляются к зданию: противопожарные и технологические?
- Каков способ доставки материалов на строительную площадку?
- Предусмотреть возможность расширения и модернизации производства.

Список литературы

1. Ключкин В. И. Строительные конструкции зданий и сооружений. М., 2010. 112 с.
2. Силенко В. П., Ардеев В. Н., Новиньков А. Г. Учебное пособие по металлическим конструкциям. Кемерово, 2006. 148 с.
3. Малбиев С. А., Телоян А. Л., Марабаев Н. Л. Строительные конструкции: Металлические конструкции, Железобетонные и каменные конструкции, Конструкции из дерева и пластмасс. М., 2008. 173 с.
4. Смирнов В. В., Рымов А. Г. Долговечность несущих ограждающих конструкций бассейна. СПб., 2016. 77 с.

УДК 624.036.3:621.87

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЛОТНОСТИ СЕТКИ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ТОЧНОСТЬ РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ «МОНОМАХ-САПР»

О. Б. Завьялова, В. В. Куликов
Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет

Введение

Нанесение сетки конечных элементов на геометрические формы превращает их в полноценные элементы конструкции, обладающие жесткостью и другими деформационными свойствами. Предусмотрено как автоматическое разбиение геометрических форм на элементы с большей плотностью сетки в местах возможной концентрации напряжений, так и заданное пользователем, который определяет либо максимальный размер элемента, либо количество разбиений каждой линии на границе объекта. Следует отметить, что автоматическое разбиение не всегда правильно срабатывает: программа может сообщить, что какой-нибудь элемент слишком вытянут или «скручен», и она не может продолжать решение. Тогда пользователь может выполнить кропотливую работу по поиску этого элемента и улучшению его формы за счет изменения координат узлов либо стереть автоматическую сетку и наносить свою пользовательскую, что более трудоемко. В этом и заключается одна из основных проблем расчета конструкций и деталей (элементов) методом конечных элементов во многих программных комплексах [1].

Построение сетки конечных элементов является основным этапом решения задачи по определению напряженно-деформированного состояния конструкций. Этот этап связан с решением ряда противоречивых требований. Метод конечных элементов является приближенным методом, используемым в компьютерных программах для моделирования строительных конструкций. Область, в которой ищется решение дифференциальных уравнений, разбивается на конечное количество подобластей (элементов) [2].