

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ПОСТРОЕЧНЫХ
УСЛОВИЯХ: ОТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДО ЭКСПЛУАТАЦИИ.**

ИЛЬИН И. А., СИДОРОВА А. И.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

В строительной отрасли широко внедряются новые технологии: информационное моделирование промышленных и гражданских объектов (BIM), мониторинг зданий и сооружений, автоматизация процессов производства, внедрение европейских норм, применение и усовершенствование уникальных технологий.

С развитием информационных технологий в области технологии предварительного напряжения железобетонных конструкций в построечных условиях появились новые возможности области проектирования и строительства. Совершенствуется система контроля качества в преднапряжении, внедряются современные технологии контроля на этапе строительства, разрабатывается проектная, техническая и нормативная документация.

BIM-решение в Tekla structures и системы преднапряжения. Tekla structures – программные решения и приложения для трехмерного информационного моделирования (BIM), обеспечивающие точную, детальную, насыщенную информацией рабочую среду для широкого круга предприятий строительной промышленности [1].

Программный комплекс Tekla дает возможность создавать модели необходимого уровня проработки – нужной формы, геометрии, с заданными атрибутами и физическими свойствами. В Tekla structures можно смоделировать арматурные канаты, каналобразователи, обжимные муфты, анкеры, оборудование.

Существует три способа моделирования элементов в Tekla structures: моделирование примитивами, параметризация примитивов и вставка статичной геометрии. А также есть возможность автоматизации моделирования при расстановке элементов системы пред-

напряжения: возможность вносить пользовательские компоненты, создание API (плагины на C#), использование комплекса Rhino + Grasshopper + Tekla Structures.

Применение BIM-решений в Tekla structures возможно на всех этапах жизненного цикла объекта: при проектировании металлических и железобетонных конструкций, при управлении производством, управлении строительством (планирование поставок конструкций и материалов, деление на захватки, опалубочные и монтажные работы и т. д.), при осуществлении авторского надзора, и далее при эксплуатации объекта, его ремонте и реконструкции.

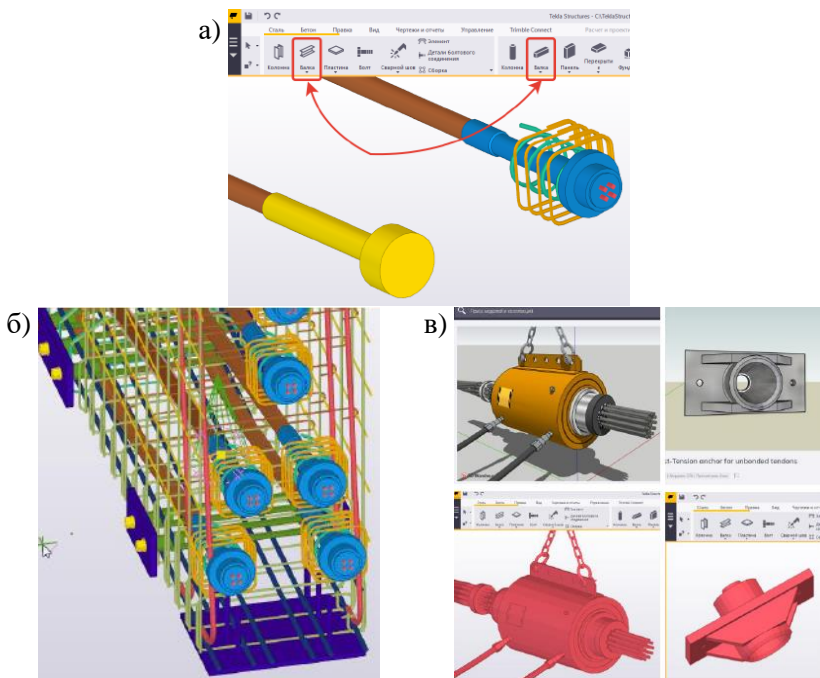


Рис. 1. Способы моделирования элементов системы преднапряжения:
а – моделирование примитивами, *б* – параметризация примитивов,
в – вставка статичной геометрии

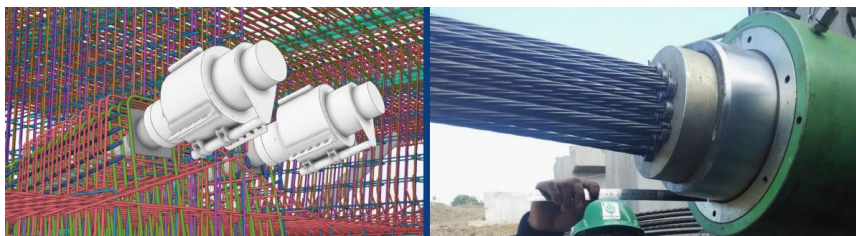


Рис. 2. Примеры моделирования системы преднапряжения со вставкой статической геометрии (домкратов)

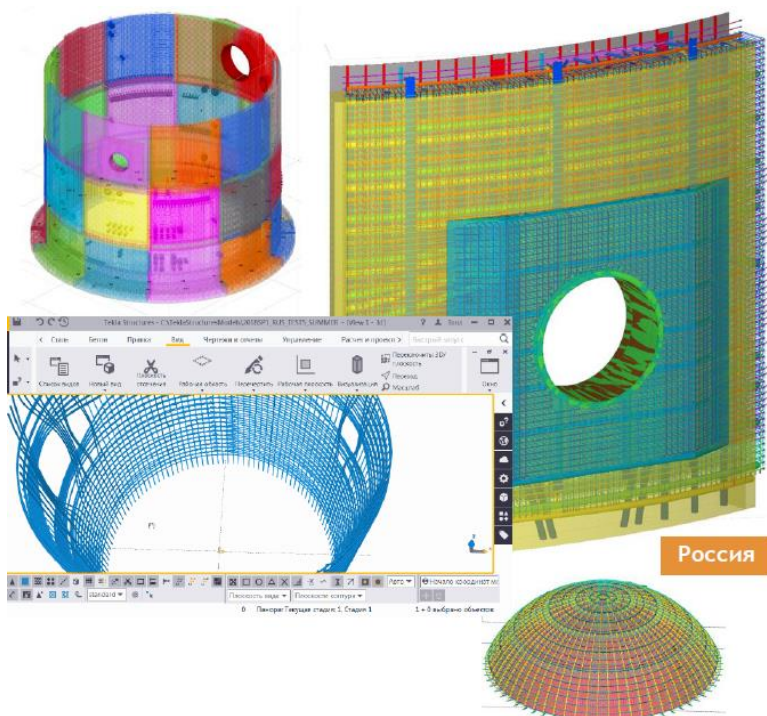


Рис. 3. Применение ПК Tekla structures при проектировании защитной оболочки атомной станции

Применение ПК «SOFiStiK» для расчета предварительно напряженных железобетонных конструкций позволяет решать ряд задач:

- комплексный анализ системы "Сооружение-Грунт";

- автоматическое распределение ветрового давления в статической и динамической постановке задач;
- пред- и постнапряжение для железобетона;
- напряжённые мембраны и их раскройка;
- анализ местной устойчивости, депланации и бокового кручения;
- нелинейное раскрытие трещин в бетоне [2]

В ПК «SOFiSTiK» есть специальные модули для точного определения усилий и 3D-геометрии положения напрягаемой арматуры в деформированной конструкции.

Для сложных преднапряженных конструкций в ПК «SOFiSTiK» разработаны модули SOFiPLUS для графического ввода модели, нагрузок и формирования поперечных сечений; BEMMESS для подбора армирования плит, стен и оболочек; AQB(S) для подбора армирования стержней; AQUA для материалов и поперечных сечений; TENDON для моделирования преднапряжения в конечных элементах, CSM для стадии возведения и изменения во времени. В ПК «SOFiSTiK» есть специальные модули для точного определения усилий и 3D-геометрии положения напрягаемой арматуры в деформированной конструкции.



Рис. 4. Основные модули для моделирования преднапряжения

Основной модуль TENDON после расчетов дает автоматический вывод значений потери напряжения, силы оттяжки, коэффициентов анкеровки, массы стали, объема каналов.

Для примера рассмотрим расчет конструкций торгово-развлекательного комплекса (рис. 5), разработка АО «Институт технологий преднапряжения». В ПК «SOFiSTiK» выполнено моделирование и расчет сложной геометрии, разработаны стадии монтажа с учетом ползучести и усадки бетона, расчет системы «грунт-сооружение», смоделировано предварительное напряжение с натяжением на бетон (пролеты до 24м, консоли вылетом до 5м).

Использование современных программных комплексов позволяет грамотно проектировать системы преднапряжения, прогнозировать поведение конструкции на всех этапах строительства, выбирать оптимальный вариант технологического решения, расширяет возможности автоматизации и информационного моделирования.

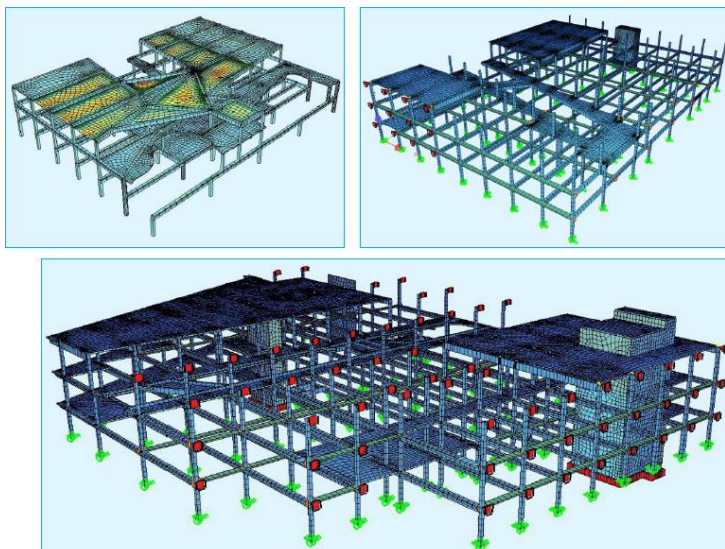


Рис. 5. Пример использования ПК «SOFiSTiK» для расчета конструкций торгово-развлекательного комплекса, разработка АО «Институт технологий преднапряжения», г.Москва

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт Tekla Structures [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://www.tekla.com/ru/> – Дата доступа : 25.04.2019.

2. SOFiSTiK: Информационный ресурс [Электронный ресурс] – Режим доступа :. http://mysofistik.blogspot.com/p/sofistik_18.html – Дата доступа : 03.05.2019.

3. Руководства, учебники, методические пособия и статьи о SOFiSTiK [Электронный ресурс] – Режим доступа :. <https://www.sofistik.eu/ru/publikacii/> – Дата доступа : 25.04.2019.

4. Рахимов А. Р., Перцева О. Н. Анализ современного состояния BIM-технологии в строительной индустрии для моделирования нестационарных воздействий // StudArctic forum. Выпуск 4 (8), 2017, DOI: 10.15393/j102.art.2017.2201

5. Институт технологий преднапряжения [Электронный ресурс] – Режим доступа :. <http://www.tension.ru/> – Дата доступа : 20.04.2019.

6. Леонович, С. Н. Технология предварительного напряжения железобетонных конструкций в построечных условиях / С. Н. Леонович, И. И. Передков, А. И. Сидорова. – Минск : БНТУ, 2018. – 279 с. ISBN 978-985-583-339-1

УДК 624.073

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УЗЛОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

КОНОНОВИЧ К. В., ЗГИРОВСКИЙ А. И.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Силос для складирования гранул серы представляет собой стальной цилиндр диаметром 18,0 м и высотой 20,0 м. Силос размещается на железобетонном фундаменте. Воронка силоса выполнена из двух наклонных плит, которые опираются на стенки, находящиеся на расстоянии 2,5 м. Конструкция фундамента состоит из краевой кольцевой железобетонной балки размерами 240/120 см, и опорной плиты толщиной 40 см. Толщина железобетонной наружной стенки фундамента силоса – 40 см. На опорной плите на расстоянии 2,5 м друг от друга располагаются вертикальные стенки, на которые опираются косые плиты воронки.