

Проектирование конструкций железобетонного каркаса в среде T-FLEX CAD

П.В. Перфильев (Конструкторское бюро НПФ «РОСС МТК» (г.Северодвинск))

В конструкторском бюро НПФ «РОСС МТК» для решения задач промышленного проектирования уже достаточно давно и успешно применяется система T-FLEX CAD. В процессе выполнения различных, порой достаточно сложных проектов был разработан комплекс параметрических библиотек для проектирования энергетических объектов, включая детали трубопроводов, опоры и подвески, трубопроводную арматуру, оборудование, металлоконструкции, фундаменты. При проектировании промышленных энергетических объектов здания и сооружения, как правило, проектировались в металлических конструкциях. При этом была разработана методика проектирования металлоконструкций на основе механизма планировки, реализованного в программном комплексе T-FLEX CAD. Как показала практика проектирования, метод планировок оказался очень эффективным при проектировании металлических конструкций.

На определенном этапе руководством было принято решение о развитии сектора проектирования гражданских объектов. Сначала нам попадались объекты в металлическом каркасе, но однажды появился объект, который необходимо было выполнить в железобетонном каркасе. Встал вопрос о программном обеспечении проектных работ применительно к новому направлению.

На рынке программного обеспечения представлено довольно много программ, ориентированных на проектирование железобетонных конструкций, и значительная часть из них работает на платформе AutoCAD. Приобретение новой системы потребовало бы переучивания персонала на новый программный продукт, а следовательно, и новых финансовых затрат, решения вопросов, связанных с увязкой библиотек с номенклатурой местных поставщиков ЖБИ, и т.п. В связи с этим было принято решение адаптировать уже используемую систему T-FLEX CAD для решения задач проектирования железобетонных конструкций, тем более что опыт создания подобных библиотек для проектирования металлоконструкций уже был, и достаточно успешный.

С учетом реализуемых проектов разрабатываемая система была ориентирована на проектирование железобетонных каркасных общественных и гражданских зданий, выполненных по серии 1.020-1/87 (рис. 1).

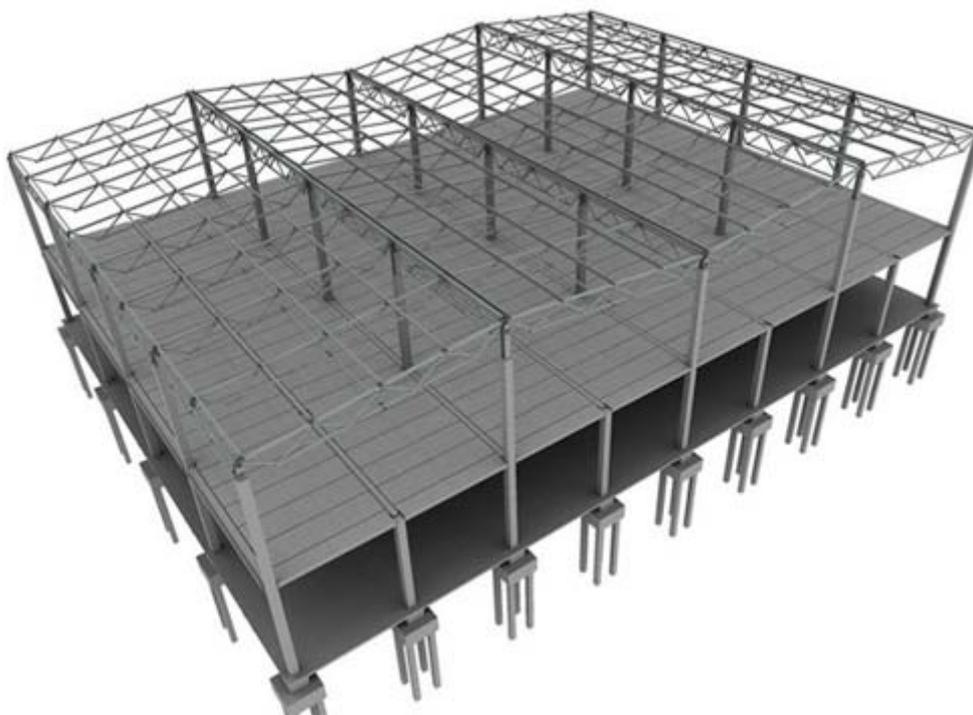


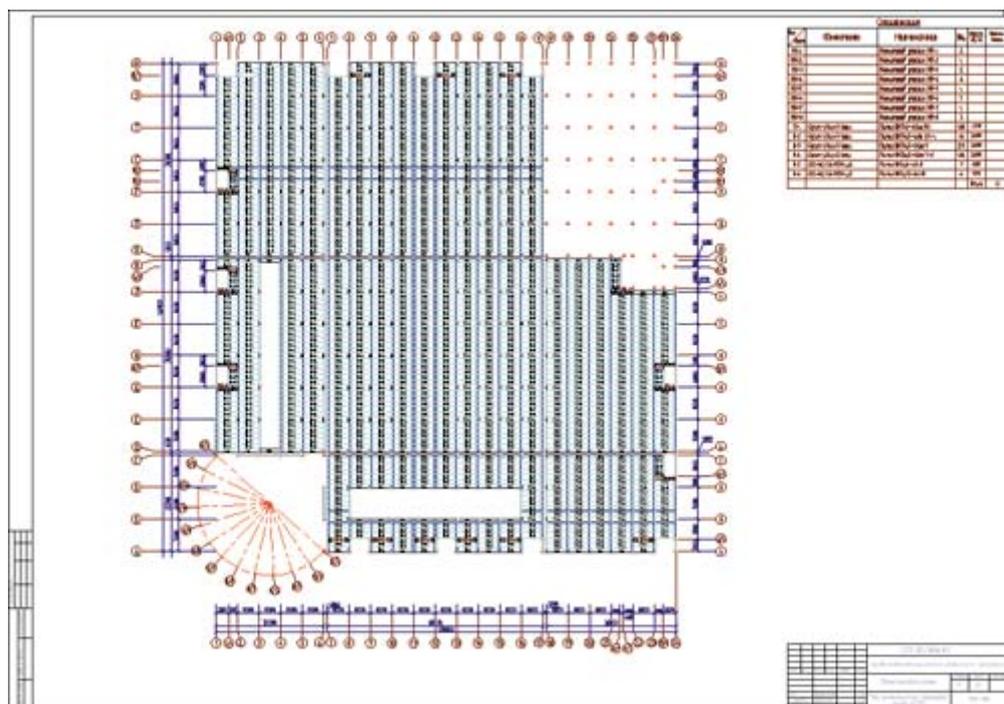
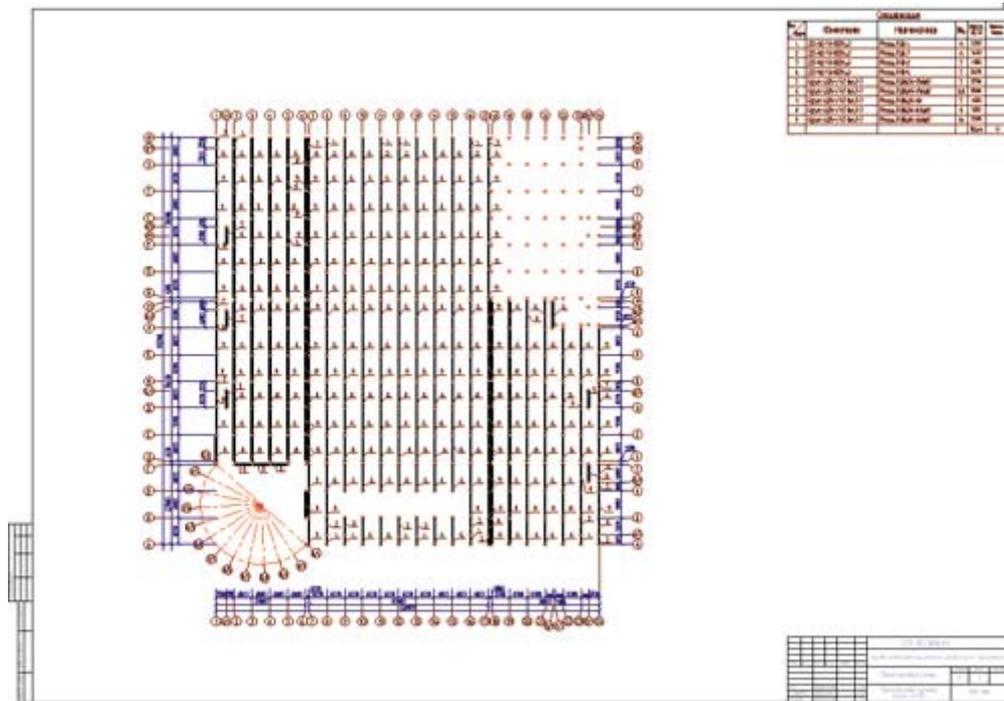
Рис. 1. Пример фрагмента каркаса здания торгово-развлекательного комплекса

Как известно, любые каркасные конструкции характеризуются наличием повторяющихся элементов, из которых и формируется каркас здания. Элементы эти типовые, номенклатура их достаточно ограничена, что позволяет создать модели основных типовых элементов конструкций, из которых и формируется в последующем каркас здания. В используемой системе твердотельного моделирования T-FLEX CAD 3D для решения подобных задач применяются библиотеки параметрических фрагментов. Простота создания подобных библиотек силами самих проектировщиков, без привлечения программистов — одно из главных достоинств T-FLEX CAD. Следует добавить, что библиотеки создаются, как правило, параллельно с работой над проектом.

Важный вопрос, решаемый при разработке параметрических библиотек, — работать в 2D или 3D? Что касается проектирования металлоконструкций, то, по мнению автора, ответ должен быть однозначным — 3D-моделирование, а при проектировании железобетонных каркасов возможно использование как 2D-, так и 3D-

моделирования. При этом конечный результат представляет собой плоские чертежи. Мы решили все-таки ориентироваться на 3D-моделирование и создавать параметрические библиотеки 3D-фрагментов. Такой выбор был сделан потому, что наши конструкторы к этому подходу привычны, да и при работе над проектом встречаются ситуации, когда без 3D-моделирования не обойтись, например для получения разрезов по каркасу, визуального контроля собираемости элементов каркаса и т.д. Следует также учитывать, что используемый нами метод планировок предполагает создание в каждом параметрическом фрагменте, наряду с трехмерной моделью, и 2D-модели, а при необходимости можно без затруднений работать и с двумерными моделями.

При проектировании конструкций каркасных зданий разрабатывается много чертежей раскладки элементов конструкций — план свайного поля, план фундаментов, планы колонн по высотным отметкам, планы раскладки ригелей и т.д. (рис. 2). Опыт использования T-FLEX CAD при моделировании металлических конструкций показал, что для сокращения сроков выпуска документации удобнее вести так называемое комбинированное проектирование.



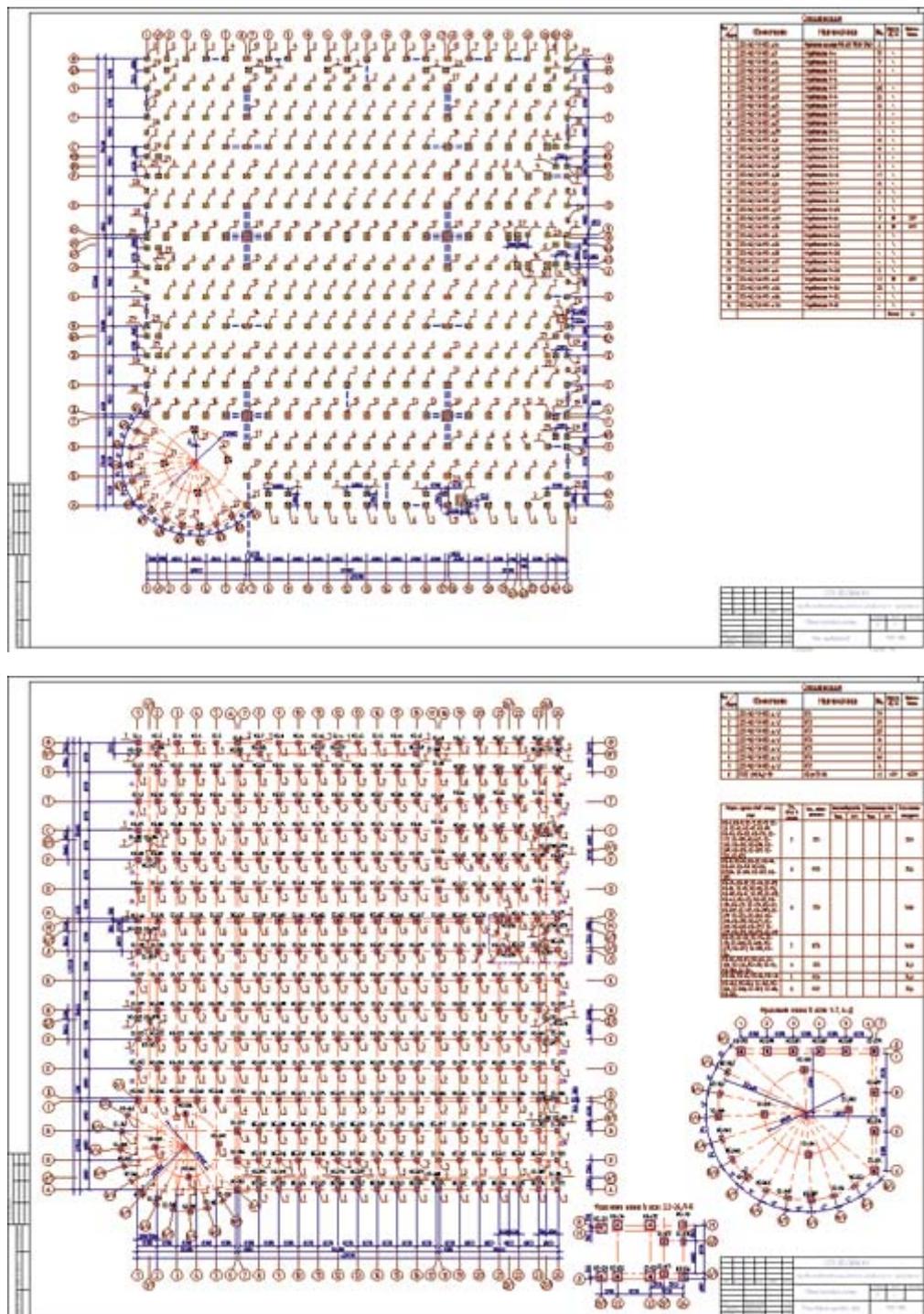


Рис. 2. Примеры чертежей планов свай, связей, ригелей и плит перекрытий

Суть предлагаемого подхода в следующем. Обычно при 3D-проектировании мы сначала создаем трехмерную модель здания, сооружения, а затем, выполняя проекции и разрезы, получаем необходимую проектную документацию. Но метод планировок, который прекрасно показал себя при проектировании металлоконструкций, предполагает использование 2D-фрагментов, вставляемых на активную рабочую плоскость, по которым далее автоматически создаются трехмерные модели. Поэтому фрагменты библиотек проектирования конструкций железобетонного каркаса было решено создавать таким образом, чтобы вставка 2D-фрагментов позволяла сразу формировать чертежи планов размещения элементов каркаса на отдельных листах. Для каждого плана раскладки элементов по отметкам этажей (план свай, фундаментов, колонн, ригелей и т.п.) в файле моделей создается отдельная страница. На ней создается соответствующая рабочая плоскость, причем рабочие плоскости по высотной отметке могут совпадать (например, план ригелей на отметке +3,300 и план плит перекрытия на отметке +3,300). Масштаб, как правило, выбирается одинаковый для всех страниц. А далее по страницам размещаются соответствующие фрагменты из библиотек. В результате получаем 3D-модель каркаса здания, при этом основные чертежи уже созданы в процессе построения модели, а необходимые разрезы можно получить стандартными методами T-FLEX CAD (рис. 3).

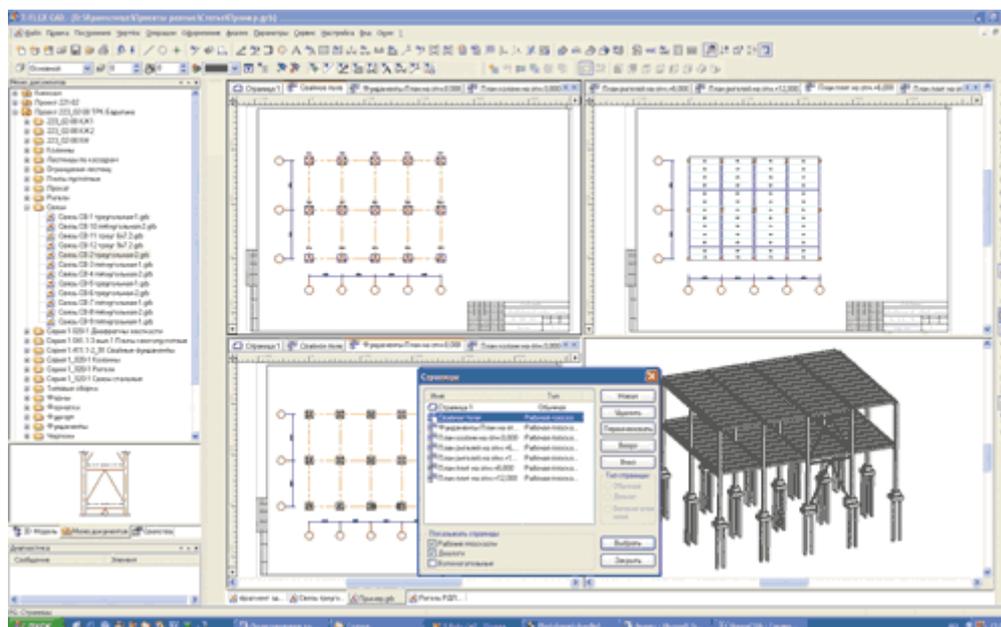


Рис. 3. Пример построения модели каркаса здания

При разработке библиотек параметрических фрагментов обязательное требование — автоматическое получение необходимых спецификаций на основе информации, включенной в фрагменты, что тоже достаточно легко осуществляется в выбранной системе проектирования.

Для реализации предлагаемой методики проектирования был разработан комплект библиотек параметрических фрагментов, включающий следующие типовые элементы:

- серия 1.411.1-2/91 «Свайные фундаменты»;
- серия 1.020-1 «Колонны для зданий с высотой этажа 3,3; 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6,0 м»;
- серия 1.020-1 «Ригели высотой 450, 600 мм»;
- серия 1.020-1 «Диафрагмы жесткости»;
- серия 1.020-1 «Диафрагмы жесткости плоские»;
- серия 1.020-1 «Связи стальные»;
- серия 1.041.1-3 «Сборные железобетонные многпустотные плиты перекрытий многоэтажных общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий»;
- серия 1.042.1-2 «Сборные железобетонные плиты перекрытий типа «ТТ» и «Т» для многоэтажных общественных и производственных зданий»;
- серия 1.442.1-1.87 «Плиты перекрытий железобетонные ребристые высотой 400 мм, укладываемые на полки ригелей»;
- серия 1.050.9-4.93 «Лестницы для многоэтажных общественных, административных и бытовых зданий и производственных зданий промышленных предприятий».

Важно отметить, что поскольку библиотеки формируются параллельно с разработкой проектной документации, то это позволяет сразу по ходу их создания вносить необходимые коррективы для повышения эффективности использования библиотек.

Учитывая предыдущий опыт работы с параметрическими библиотеками, при создании фрагментов применялись новые подходы к организации диалогов в файлах фрагментов. Они в первую очередь направлены на повышение информативности диалогов и упрощение задания параметров фрагментов при их использовании (на рис. 4 показан пример диалога фрагмента «Связь»). Суть изменений заключается в замене раскрывающихся списков изменяемых параметров фрагмента на радиокнопки.

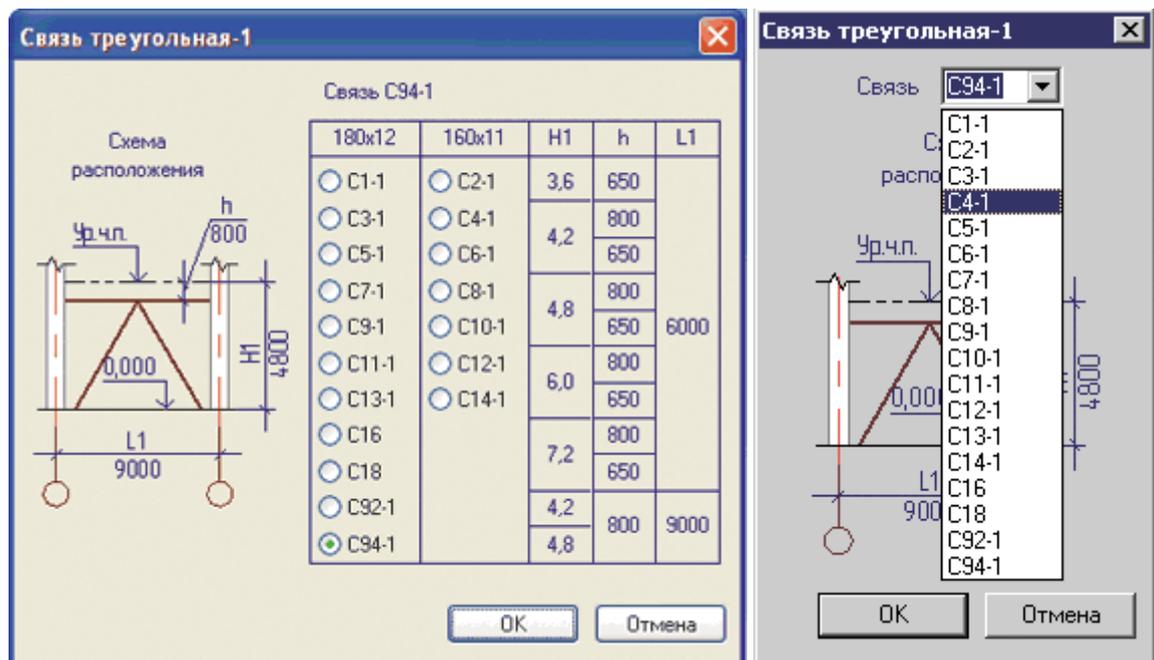


Рис. 4. Диалог фрагмента «Связь» (новый и старый варианты)

Каркасы зданий строятся на определенной сетке (6 x 6, 6 x 9 и т.п.). При этом многие элементы каркаса (колонны, ригели, плиты перекрытий) повторяются с определенным шагом. Это позволяет использовать массивы при проектировании планов размещения подобных элементов. Можно, конечно, вставить фрагмент в сборку, а потом применить к нему операцию «Массив». Но эффективнее создать комбинированные фрагменты, в которых элементы уже созданы массивами. В этом случае мы просто вставляем в сборочную модель фрагмент и задаем для него дополнительно переменные массива — количество элементов и шаг (хотя последний для многих элементов и не нужен, так как размеры элементов привязаны к сетке колонн здания). По такой схеме созданы фрагменты — массивы ригелей, плит перекрытий и т.п. Для примера на рис. 5 показан фрагмент «Ригель РДП_600-массив».

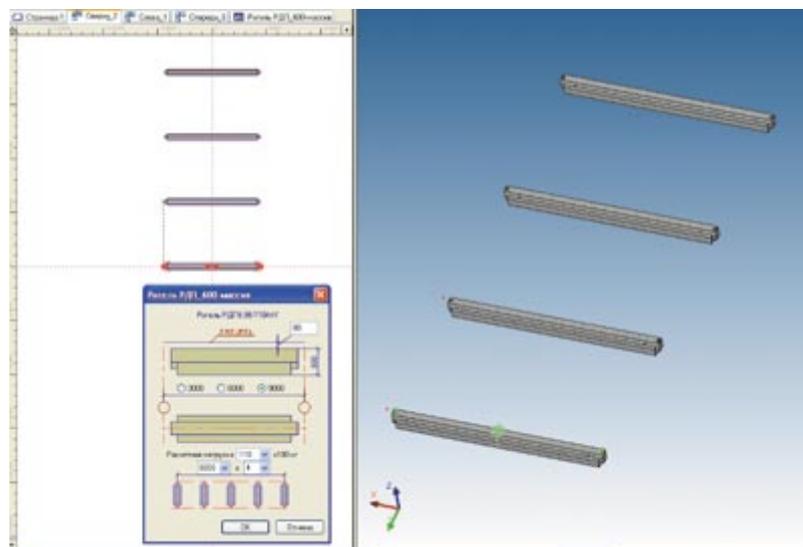


Рис. 5. Фрагмент «Ригель РДП_600-массив»

Несмотря на то что многие фрагменты, включенные в библиотеки параметрических фрагментов, моделируют типовые изделия по строительным сериям, в определенных случаях при разработке проектной документации возникает необходимость выпуска чертежей на некоторые изделия (опалубочные чертежи фундаментов, чертежи армирования фундаментов, схемы размещения дополнительных закладных в колоннах и ригелях и т.п.). Для реализации этого в библиотеку включены фрагменты с подготовленными параметрическими чертежами. Для примера на рис. 6 показана модель железобетонного ростверка по серии 1.411.1-2/91.

Безусловно, в одной статье невозможно описать все особенности разработки параметрических библиотек. Но можно с уверенностью сказать, что предлагаемый подход позволяет на основе имеющихся наработок, без привлечения дополнительных вложений организовать эффективную работу по проектированию каркасных железобетонных конструкций.

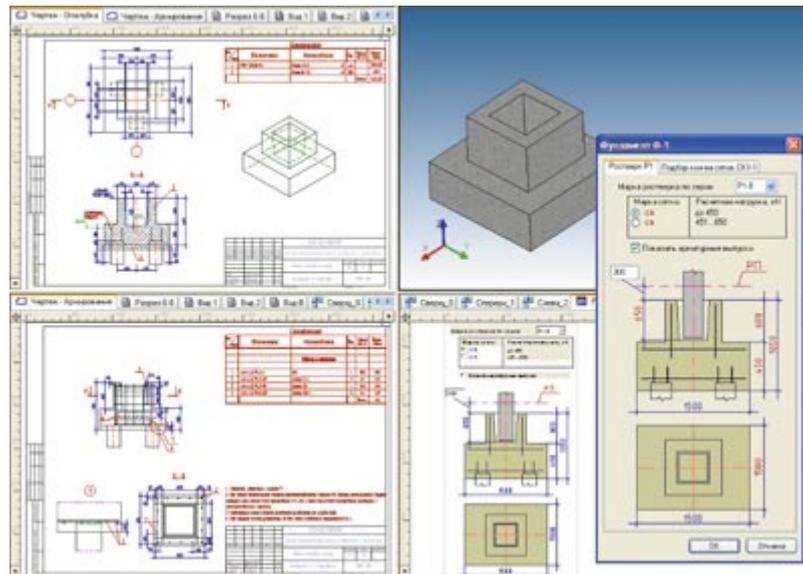


Рис. 6. Пример фрагмента железобетонного ростверка

Итак, каковы дальнейшие пути развития системы T-FLEX CAD как инструмента объектно-ориентированного проектирования? В первую очередь это автоматизация трудоемких рутинных операций, связанных с оформительской частью проектных работ. Спецификации элементов получаются автоматически в считанные секунды, а вот простановка позиций уже требует времени. Автоматизация подбора элементов по полям нагрузок — тоже весьма интересная задача. Работы в этом направлении идут. И можно надеяться, что реализация этих задач позволит повысить качество проектных работ и уменьшить их трудоемкость.