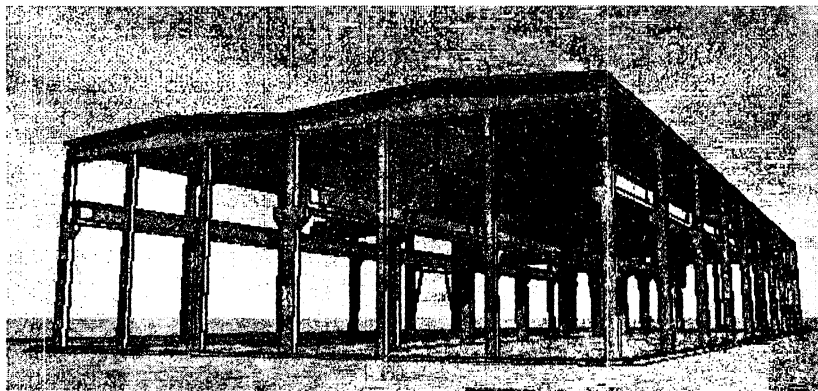


**Проектирование железобетонных конструкций
с использованием технологий информационного
моделирования (BIM-технологий)**

Тищенко П.А.

(Научный руководитель – Даниленко И.В.)

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь



**Информационное моделирование зданий – основные принципы
технологии**

Основным принципом работы с информационной моделью является то, что проектировщик моделирует здание или сооружение, а в нашем случае железобетонное изделие, и насыщает модель необходимой информацией. Необходимость внесения определенной информации в свойства элементов определяется глубиной проработки проекта или, другими словами, степенью детализации проектных решений. Не стоит тратить время на внесение в проект (модель) той информации, которая не предназначена для вывода на чертежи или в спецификации. К примеру, по умолчанию практически все элементы в модели имеют свойства материала, в которых есть данные о плотности, паропроницаемости, теплоемкости и прочих физических и теплотехнических характеристиках материала. Однако, не все эти поля необходимо заполнять для выпуска проектной документации на железобетонную колонну.

Итак, первым и необходимым шагом для выполнения проекта с использованием ВМ-технологий, является моделирование объекта проектирования. Создание модели в виртуальной памяти компьютера, само по себе является очень удобным способом для представления будущего изделия и наглядно объяснить идею коллегам по работе, заказчикам и производителям элемента. Потому моделирование формы вошло в проектную деятельность задолго до появления ВМ-технологий, и использовалось, в основном, для визуализации объекта, формирования перспективных видов или для проработки сложных форм и пересечений элементов конструкций. В любом из вариантов модель создавалась и существовала отдельно от основных чертежей и спецификаций.

Вторым шагом для создания проекта, является - извлечение необходимой информации из информационной модели. По сути на этом этапе создаются те, необходимые чертежи и спецификации, которые описывают объект строительства, и являются окончательным результатом труда проектировщика. В традиционном проектировании, на плоскости, создание чертежей начинается сразу, и служит для выражения мысли, передачи задуманного на бумагу. В этом случае автор идеи сам до конца не представляет себе объект, и только путем кропотливой работы по созданию проекционных видов, получает окончательный образ незадолго до выпуска объекта и передачи его заказчику. И в этом случае нет уверенности что начерченное на плоскости информация, при совмещении чертежей, описывает цельный объект, в том представлении, в котором было задумано автором проекта. Для самопроверки, и в качестве дополнительной услуги, применяются макетирование, построение уменьшенной модели из подручных материалов, бумаги или пластика.

Таким образом, основной разницей старой и новой технологий проектирования, является то что, модель в первом случае является вспомогательным инструментом проектирования, для самопроверки и представления идеи тем, кто не обладает достаточно развитым пространственным воображением, чтобы читать чертежи.

В ВМ-технологии, модель является основным источником информации по объекту, и становится, таким образом, основной целью проекта. Разработка модели на первых этапах проекта, занимает значительную часть времени, и выглядит со стороны приверженцев традиционных способов создания проектной документации,

достаточно бесполезным делом. Но на самом деле, проектировщик, разрабатывающий информационную модель, воплощает идею в трех измерениях (прорабатывает основную форму и детали элемента, используя при этом все те же проекции видов и разрезы). Дает необходимые характеристики элементам конструкции (маркирует позиции элемента, в реальных размерах определяет форму, задает свойства материала и необходимые для расчета условия работы конструкции). При хорошо проработанной информационной модели, создание чертежей и спецификаций, остается делом техники. Учитывая то, что большинство аннотационных (описательных) элементов чертежа создаются в автоматическом или полуавтоматическом режиме, из жизни проектировщика уходит значительная часть рутинной работы, по подсчету количества и объема материала, по маркировке элементов, вычислении площадей и так далее. К тому же количество создаваемых видов элемента, практически неограниченно, это позволяет наиболее доходчиво передать идею строителям, добавив, для верности, трехмерное изображение объекта.

Итак, можно подытожить:

- информационная модель является основным итогом проектной деятельности.

- все необходимые чертежи, спецификации и расчеты выводятся на основании данных заложенных в модель.

- получение данных из модели, с течением времени и развитием технологий, занимают все меньшее количество времени, за счет автоматизации расчетов, и исключает большое количество ошибок.

- любое изменение проекта вносится сначала в модель, которая в свою очередь влияет на пересчет спецификаций, и уточнение чертежей.

Примеры использования информационного моделирования

Использование технологии информационного моделирования на примере проекта двухскатной железобетонной балки покрытия. При выполнении проекта марки КЖИ, использовалось программное обеспечение Autodesk Revit 2015.



Все используемые в проекте элементы конструкции, арматурные стержни, закладные изделия и опалубочная модель балки являются библиотечными элементами с соответствующей категорией (несущая арматура, соединительные детали несущих конструкций и несущий каркас). Деление всех используемых в проекте элементов на категории и подкатегории, упрощает их выбор и переопределение графики для нескольких элементов одновременно. При создании спецификаций необходимо сортировать и группировать элементы по одноименным значениям свойств, в этом случае также категория элемента имеет определяющее значение. С увеличением количества элементов проекта, отведенных программой категорий не хватает для разделения элементов одного функционального назначения на разные группы или подгруппы. К примеру, в категорию несущий каркас входят балки всех типов (подкрановые балки, связи, плиты перекрытия, балки покрытия и некоторые другие второстепенные и главные балки). Для дальнейшей группировки элементов, после исчерпания возможностей группировки по категориям, используются подкатегории, группы моделей и группы узлов, сборки.

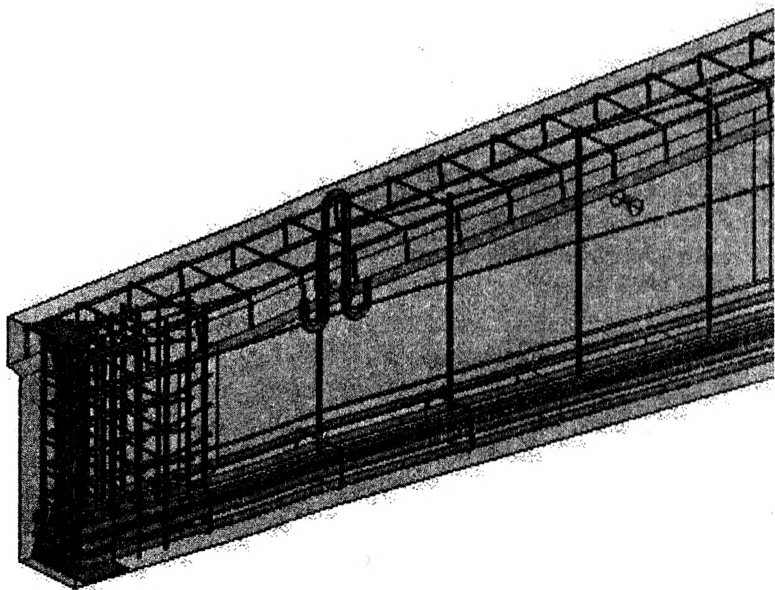
Конструкции балки имеют повторяющиеся элементы и узлы, которые могут размещаться в разных местах опалубочной модели и количество их может быть достаточно велико. Для редактирования всех одинаковых узлов одновременно, в нашем случае арматурных сеток или закладных деталей, необходимо объединить элементы в группу, соответствующим именем, и разместить необходимое количество экземпляров группы в определенных местах. Дальнейшее изменение групп элементов, проектирование арматурных сеток, например, достаточно проводить в одном из экземпляров группы, независимо от того размещен он первым, или нет. Так как все экземпляры одного типа групп имеют одинаковое строение, то любые изменения любого из элементов группы коснутся всех экземпляров данного типа.

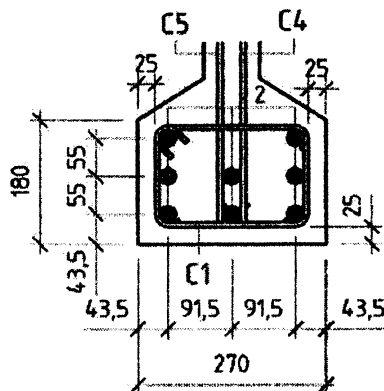
Если элемент конструкции настолько типовой, что применяется не только в проекте балки, но и рекомендуется стандартом для применения и в других железобетонных конструкциях, то стоит задуматься о создании "семейства" данного элемента и сохранении его библиотеке. В нашем примере таким элементом является закладная деталь. Создание любого из элементов проекта в программе Autodesk Revit подчиняется принципу – проектируй, так как будешь строить. Смысл этого высказывания при создании закладной детали для железобетонной балки, выражается в том, что каждая составляющая закладной детали должна создаваться таким же образом, каким задумано ее выполнять при реализации проекта. То есть, если элемент на стройке или на заводе предполагается выполнять из пластины определенных размеров и стержней определенных диаметров, то и "семейство" закладных деталей должно состоять из вложенных "семейств" пластин и стержней. Это упростит жизнь проектировщику потом, когда он захочет посчитать все элементы проекта, и выделить в них отдельные составляющие. Да и выполнение элемента на стройке станет более простым, если автор детали попробует создать ее сам, хоть и виртуально.

При создании армирования балки покрытия, группы модели использовались для объединения отдельных арматурных стержней в арматурные сетки. Когда сетка сохранена в проекте как группа, ее можно размещать во всех местах, где необходимо применение данной сетки. Даже если сетка не до конца решена, например, после раскладки всех стержней появляется необходимость смещать их из-за пересечений, отредактировав один экземпляр, изменению подвергнутся все остальные сетки данного типа. После полной раскладки сеток и отдельных стержней, при оформлении документации на балку, отдельные элементы групп объединяются в сборку с соответствующим наименованием. Затем на сборку создаются отдельные виды и спецификации. Все необходимые виды добавляются на лист чертежа, наносятся необходимые размеры и маркировки.

Отдельно хочется остановиться на поведении арматуры в опалубочной модели. Собственно, следует упомянуть один немало важный принцип в информационном моделировании, это – деление всех элементов модели на элементы основы и элементы компоненты. В данном примере основой является опалубочная модель балки, а компонентом, зависящим от положения и формы основы, является

арматурный стержень. Если основе задать материал – бетон, и определить параметр – несущий, то в проекте для балки станет доступен инструмент (функция) защитный слой. Защитный слой, как настройка стандартных параметров, может быть нескольких типов, при необходимости задавать для нескольких вариантов, разных защитный слой бетона. Арматура, зависящая от основы, будет размещаться только внутри основы в пределах защитного слоя. При изменении толщины защитного слоя или формы основы, арматурные стержни не теряют зависимости и меняют свою длину или форму. Похожим образом работает поперечное и продольное армирование, только в этом случае компонент зависит от компонента, который в свою очередь определяется формой основы. Каждый из размещенных в основе стержней первым делом определяет, нет ли по близости защитного слоя, или ранее размещенного стержня, автоматически привязывается к обнаруженному объекту геометрической зависимостью. А дальнейшее положение зависит от формы основы или наложенных дополнительно размерных зависимостей, размеров с заблокированным значением.





Как результат армирования железобетонных конструкций, с использованием основ и компонентов, зависящих друг от друга, появляется множество разнообразных инструментов, функций и приложений, позволяющих автоматизировать множество повторяющихся действий. Примером такого развития технологий, может служить приложение по армированию типовых конструкций, колонн, балок, фундаментов и прочих. Проектировщику остается только задать основные параметры, такие как – основа, защитный слой бетона, диаметры арматурных стержней и шаг раскладки по зонам. Вычислительная техника способна самостоятельно обработать трехмерную модель и разложить необходимое количество стержней, создав при этом зависимости между основами и компонентами. А дальше работу над проектом подхватывают другие приложения способные из информационной модели создать необходимое количество видов, разместить их на листах, и добавить спецификации. Все это требует контроля со стороны проектировщика, чтобы в спецификации не попали лишние элементы и оформление велось по удовлетворяющим автора шаблонам.

Преимущества использования технологии информационного моделирования

Одним из самых главным преимуществ использования данной технологии является целостность данных. То, что модель является единственным и правильным источником информации о проектируемом объекте. Достоинство этого способа проектирования за-

ключается в наглядности предлагаемой к выполнению идеи. В отличие от технологии, в которой образ будущего объекта существовал только в голове автора, а в архив уходили описательные документы, чертежи, спецификации, сметы и прочая проектная документация.

Для проектировщика, выполняющего проект, BIM-технология позволяет избавиться от рутины в своей работе. Теперь нет необходимости считать площади, или проверять размерные цепочки, вычислительная техника сама достаточно хорошо может определить количество материала, и если необходимо, умножить на необходимые коэффициенты.

Остается больше времени на принятие наиболее оптимальных проектных решений. Профессия проектировщика снова становится творческой.

Очень существенным плюсом, и основным итогом развития технологий, я считаю, что сегодня, при помощи трехмерного проектирования можно создавать, и, как показывает мировая практика, создаются здания и сооружения, реализация которых считалась невозможной в былые времена. Сегодня используя виртуальный прототип конструкции стало возможно выполнять расчеты, и моделировать ситуации очень близкие к реальным условиям.

Недостатки использования информационного моделирования

Если говорить про недостатки технологии, то самым основным и досадным упущением является то, что программа BIM технологии не является "большой красной кнопкой" при нажатии на которую вся работа будет сделана автоматически. Все-таки приходится думать и нажимать на правильные кнопки, заставляя программу "плясать под нашу дудку".

Ну и второе, это то что, как любая новая технология, программа не все еще умеет. Часто приходится обходить слабые места технологии, выдумывая при этом неестественные способы реализации проекта. Например, инструмент "ограждение" достаточно хорошо и, самое главное, быстро формирует вдоль линий эскиза заданное количество стоек и направляющих, в соответствии с заданными настройками формирует начальные и концевые части ограждения, и

так же хорошо создает элементы на углах ограждения. Но при попытке подсчитать все необходимые элементы для выполнения полученной конструкции, возникает проблема. Дело в том, что, в спецификацию попадают только основные элементы конструкции (направляющие и стойки), а остальные детали (болты и заклепки) приходится считать приблизительно, умножая длину ограждения на расчетное число на погонный метр ограждения.

Не смотря на множество недоработок и сложностей при освоении новой технологии, все преимущества информационного моделирования ощущаются на первых же этапах проектирования.