

Проектирование объектов промышленного строительства с применением продуктов Autodesk

Проектирование строительных объектов промышленной отрасли обладает специфическими особенностями, одной из которых является совмещение внутри проекта множества смежных разделов, что порождает ряд сложных задач, связанных с организацией корректного обмена данными между отделами и координацией смежных разделов проекта между собой. Новая технология проектирования объектов строительства на основе информационной модели здания (Building Information Modelling, BIM) позволяет во многом решить эти задачи и по-другому взглянуть на организацию процесса проектирования.

Основами технологии BIM являются:

- ▶ хранение всей информации о проекте и его жизненном цикле;
- ▶ интеллектуализация элементов;
- ▶ параметризация, открытая для пользователя;
- ▶ связь элементов между собой;
- ▶ простой и корректный обмен данными с соседними приложениями.

В результате применения технологии информационного моделирования резко снижается влияние человеческого фактора в процессе коллективной работы над проектом, значительно уменьшается или полностью исключается значительная часть рутинной работы проектировщика, а проведение сложных изменений становится быстрым и легко контролируемым.

В качестве примера, демонстрирующего возможности данной технологии, приведем выполненный специалистами компании «СофтИнжиниринг Менеджмент» проект сооружения шаговой конструкции крытой нефтеналивной эстакады (рис. 1).

В данном проекте были разработаны решения по трем проектным направлениям:

- ▶ технологическое оборудование;
- ▶ цифровая модель местности и подъездные пути;
- ▶ проектирование и расчет строительных конструкций.

Решения для технологической части

По полученному заданию на проектирование установка для налива светлых нефтепродуктов с определен-



Рис. 1

ными характеристиками была в первую очередь прорисована в AutoCAD Mechanical. После определения основных элементов конструкции в Autodesk Inventor Professional 2010 с использованием сделанных в AutoCAD Mechanical прорисовок была разработана твердотельная 3D-модель установки. Специализированный встроенный инструментариум упростил создание тел вращения, сварных конструкций, стандартных элементов и т.д., сократив вре-

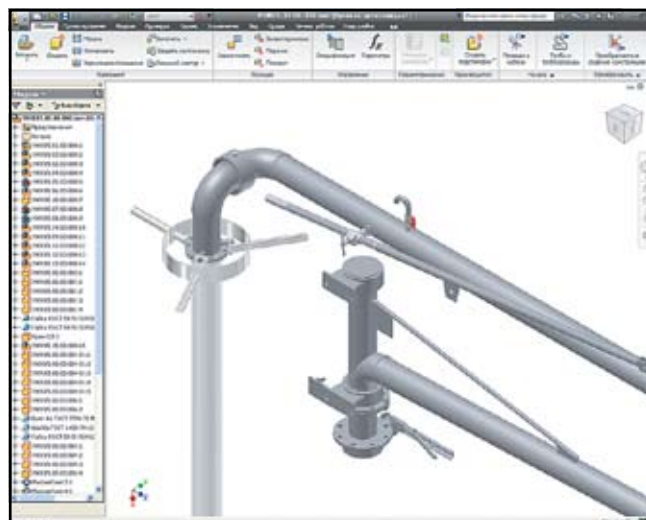


Рис. 2

мя проектирования (рис. 2). На основе детально проработанной модели в модуле динамического анализа было смоделировано поведение конструкции и в модуле расчета на прочность получены результаты напряженно деформированного состояния. Очень удобной оказалась заложенная в Autodesk Inventor возможность построения моделей с различной степенью детализации, что позволило создать модель для расчета, просто упростив исходную модель. По результатам расчета были спрогнозированы все риски, которые могли возникнуть в процессе эксплуатации готовой установки.

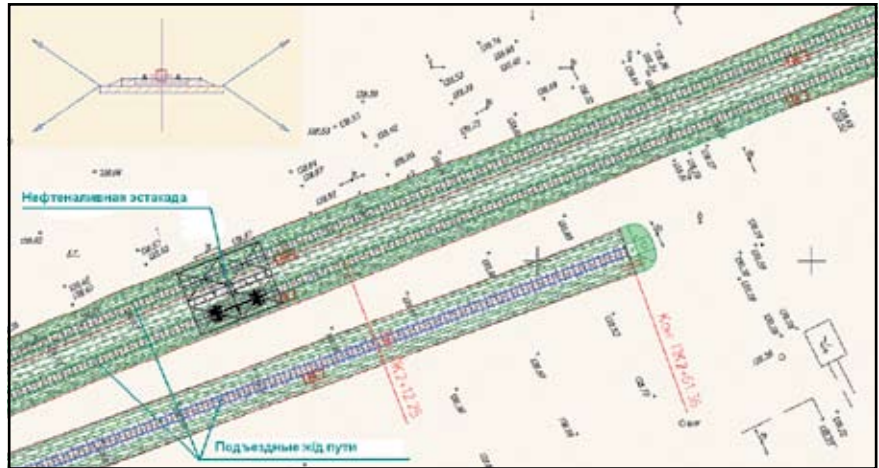


Рис. 3

Утвержденная конструкция установки была передана инженеру строительных конструкций в формате пакетных файлов Autodesk ADSK, что дало возможность сохранить в модели не только геометрию, но и ряд параметров, например вес установки. В случае прокладки коммуникаций в Autodesk Revit MEP благодаря использованию данного формата возможно дополнительно учесть расположение и тип присоединительных разъемов. Перед конвертацией модель была упрощена с помощью функции "Внешний контур", что позволило уменьшить размер передаваемого файла в 3,5 раза и обеспечить конфиденциальность информации о технических особенностях конструкции.

При создании комплекта чертежей по стандарту ЕСКД Inventor осуществлял базовые функции нормоконтроля, автоматически подсчитывая количество одинаковых сварных швов, изменяя номера позиций в чертеже при изменении их в спецификации, отслеживая ссылки на различные параметры в технических требованиях при изменении их в чертеже и т.п. Кроме того, в Autodesk Inventor была смоделирована железнодорожная цистерна.

Модель местности и подъездные пути

Для разработки планировочного решения объекта, подъездных путей и подготовки материалов для проведения работ на местности удобно использовать продукт, который называется AutoCAD Civil 3D.

На первом этапе производится импорт съемки существующей местности или любой геоподосновы в графическом формате. На основе этих данных можно с легкостью построить модель земной поверхности и провести необходимый анализ (по водоотводу, по отметкам, по уклонам и т.п.). Тип поверхности земли и точки съемки оформляются при помощи стилей, которые можно настроить под стандарты оформления конкретной организации и которые позволяют представить модель существующей местности в виде горизонталей с необходимым шагом и сопутствующими подписями и обозначениями.

Далее, имея модель поверхности земли, можно приступать к проектированию подъездных путей (в данном случае железнодорожных веток), элементов генплана территории, к вертикальной планировке, составлению плана озеленения.

Железнодорожная ветка (рис. 3) проектируется с учетом стандартов оформления документации, принятых в России: плана трассы, продольного профиля, поперечных сечений. Имея модель запроектированных сооружений, можно определить объемы земляных работ и материалов, проанализировать проектное решение (вертикальную планировку, соответствие нормативам, визуальное представление), построить картограмму работ и составить необходимые ведомости и отчеты.

Подобное проектное решение, созданное в AutoCAD Civil 3D, будет динамически изменяемым. Это означает, что при внесении изменений на любой стадии проекта все взаимосвязанные разделы будут автоматически пересчитываться, перестраиваться, а чертежи перерисовываться. Это очень удобно для вариантного проектирования и быстрой корректировки проекта в случае поступления замечаний от согласующих или экспертных органов.

При этом следует помнить, что продукт AutoCAD Civil 3D включает в себя полнофункциональный AutoCAD, что позволяет использовать при проектировании любые инструменты и команды этого продукта.

Полученный файл с проектными решениями из AutoCAD Civil 3D передается в Revit Structure для увязки модели конструкции нефтеналивной эстакады с отметками на местности и их учета в дальнейших расчетах (рис. 4).

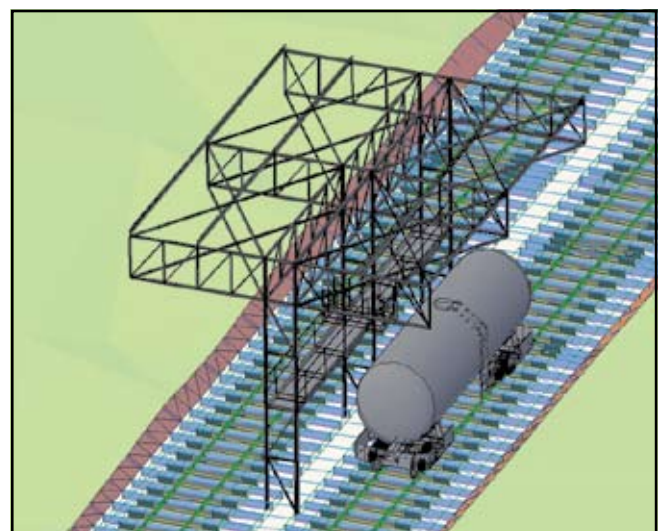


Рис. 4

Проектирование строительных конструкций

Проектирование строительных конструкций описываемого проекта велось в среде Revit. точнее в ее специальном решении для проектирования строительных конструкций Revit Structure.

Autodesk Revit Structure – главный продукт Autodesk для проектирования строительных конструкций, основанный на технологии информационной модели здания.

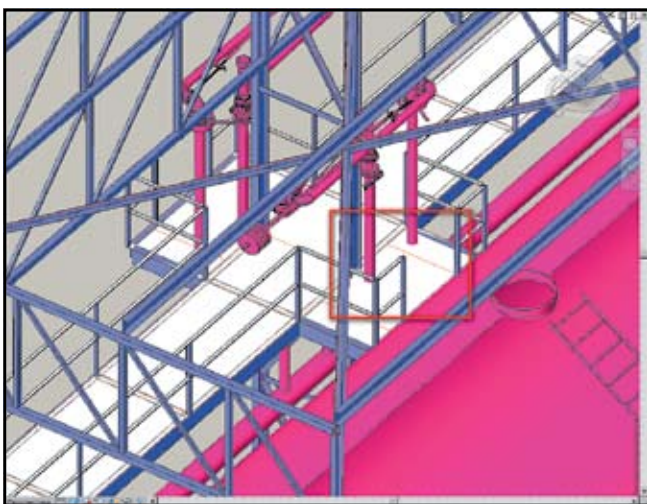


Рис. 5

Важнейшей составляющей Autodesk Revit Structure является слияние твердотельной 3D-модели и ее аналитического представления в расчетной схеме с учетом всевозможных конструктивных деталей. Это позволяет одновременно решать несколько задач: разработку вариантов конструкций и соответствующих расчетных моделей к ним, оценку принятых решений, конструирование деталей и выполнение рабочей документации.

Autodesk Revit Structure имеет средства интеграции с расчетным комплексом Robot Structural Analysis для поддержания двунаправленной связи, что сильно ускоряет подготовку и расчет различных вариантов конструкций.

В Autodesk Revit Structure существует также двунаправленная связь с AutoCAD Structural Detailing. Это позволяет в короткие сроки выполнять рабочую документацию по разработанным вариантам конструкций.

В проекте создания модели нефтеналивной эстакады несущие конструкции представляют собой пространственную ферменную систему с легким покрытием.

Для комплексного выполнения задачи проектирования конструкций в Revit Structure были загружены все необходимые данные. Из Civil 3D была загружена цифровая модель местности: рельеф и расположение подъездных путей к эстакаде. Это позволяет осуществить формат DWG. В Revit данные по местности для гарантии правильности размещения конструкции на строительной площадке передавались в геодезической системе координат.

Также из Autodesk Inventor были импортированы 3D-модели технологического оборудования: нефтеналивного оборудования, железнодорожной цистерны и схемы расположения трубопроводов. При этом использовался специальный формат файла ADSK, позволяющий обмениваться данными между различными приложениями. При

использовании этого формата загружаемый объект становится характерным элементом в среде Revit. Вместе с ним переносится не только вся геометрия оборудования, но и его основные характеристики: объемный вес, масса, исполнитель и др. Далее эти характеристики могут использоваться для более точного задания нагрузок от оборудования, а также для документирования объекта.

После загрузки всех необходимых данных по смежным дисциплинам определяются все коллизии и пересечения. Для такого рода проверки в Revit есть специальные инструменты. В данном проекте было обнаружено два пересечения. Во-первых, в сложенном положении нефтеналивной рукав пересекался со смотровой площадкой (рис. 5). И, во-вторых, сама смотровая площадка пересекалась с железнодорожной цистерной необходимого типа.

Благодаря взаимосвязанности элементов конструкции эти пересечения были исправлены в одно действие. Пересечение с рукавом было устранено перемещением всего одной балки. При этом одновременно выровнялись все примыкающие балки, рефлекное покрытие площадки и все ограждение. А пересечения с цистерной удалось избежать, просто поменяв отметку уровня площадки. При этом автоматически изменили свое положение и выровнялись все необходимые элементы: несущие конструкции площадки и примыкающие раскосы ферм.

При построении 3D-модели одновременно автоматически строится и расчетная схема конструкции. При этом по умолчанию каждому несущему элементу ставится в соответствие его аналитическое представление. Для элементов каркаса – это стержни, для плит перекрытий и стен – плоская аналитическая модель (рис. 6). Имеются также большие возможности для построения специальных элементов: жестких связей, жестких вставок. Здесь же, в Revit Structure, определяются условия сопряжения элементов и степени свободы, назначаются опоры с возможностью задания коэффициента упругости грунта. Важным инструментом является создание и назначение всевозможных видов загружений и их сочетаний.

В Revit Structure предусмотрены специальные инструменты проверки целостности и адекватности расчетной схемы.

Расчет модели в описываемом проекте производился в расчетном комплексе Robot Structural Analysis (рис. 7).

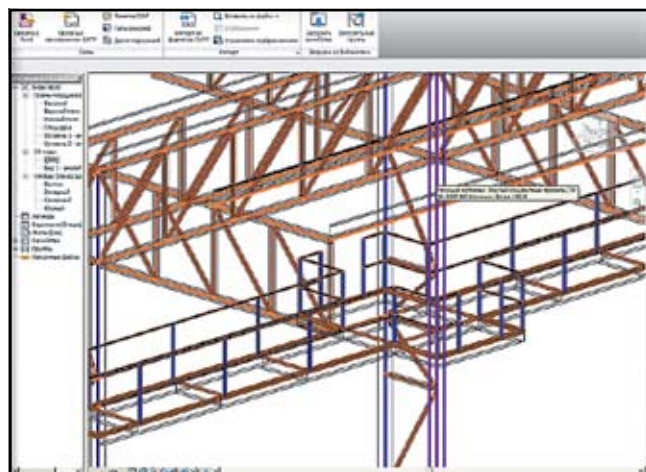


Рис. 6

Благодаря наличию двусторонней связи вся схема корректно переносится с учетом созданных специальных элементов – жестких связей и вставок, а также всех физических компонентов, нагрузок, сочетаний, опор и граничных условий.

После расчета в Robot Structural Analysis были спроектированы и подобраны сечения стальных элементов, а также разработаны узлы. Следует отметить, что в Robot имеются широкие возможности оптимизации подбора сечения (по массе, с учетом различной геометрии сечения).

Здесь же, в Robot Structural Analysis по полученным результатам расчета напряженно деформированного состояния были разработаны решения по фундаментам несущих конструкций.

Благодаря наличию двусторонней связи все произведенные изменения отражаются в Revit Structure (рис. 8), при этом пользователь может отследить, какие элементы были изменены и какие созданы заново.

Для оформления чертежей использовался программный продукт AutoCAD Structural Detailing (ASD). Это вертикальное решение на базе AutoCAD, специально предназначенное для быстрого и удобного создания рабочей документации детализированных чертежей (КМ, КМД, КЖ, КЖИ). ASD поставляется в составе программного продукта AutoCAD Revit Structure Suite. Двусторонняя связь между программами обеспечила корректную передачу данных из Revit.

В ASD были разработаны узлы металлоконструкций. Всего в ASD более 60 типов узлов, и имеются большие возможности по созданию индивидуальных соединений и обработки металлоконструкций. В ASD была создана полная подробная детализированная 3D-модель конструкций вплоть до трехмерных сварных швов и болтовых соединений. ASD поддерживает автоматическое позиционирование каждой детали для каждого узла, из чего впоследствии создаются ведомости и спецификации. Чертежи в ASD создаются автоматически по реальной 3D-модели.

На примере данного проекта можно убедиться в эффективности и удобстве работы по новой технологии Autodesk. Вместе с тем новая технология накладывает ряд требований на самих проектировщиков и меняет характер работы инженера. Проектировщик теперь уже оперирует

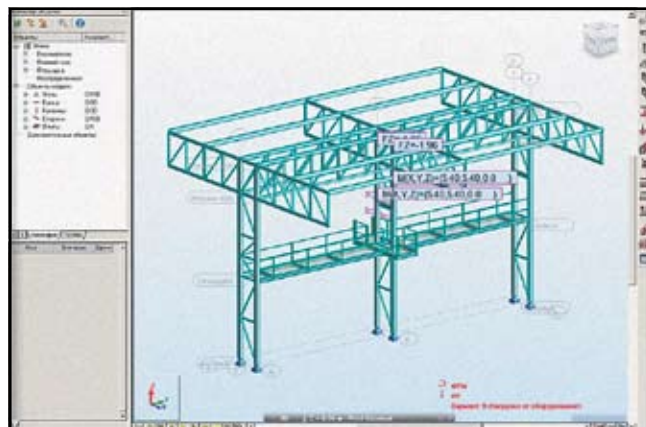


Рис. 7

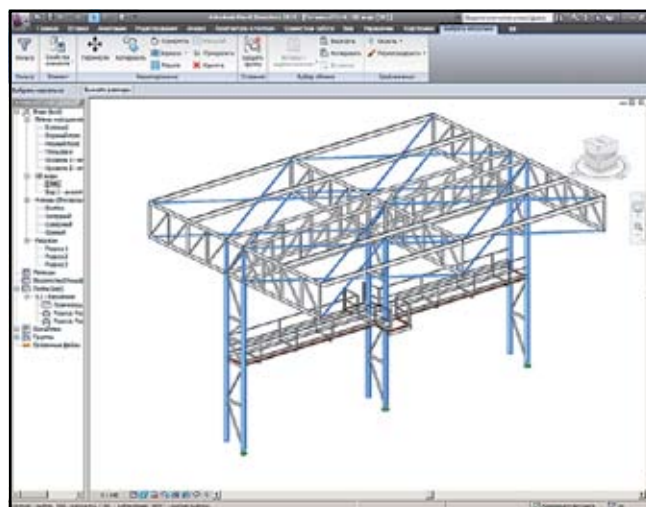


Рис. 8

не набором двумерных проекций, а полной моделью реального объекта вплоть до каждой мелкой детали. Теперь в его задачи не входит доскональное выполнение чертежей и спецификаций, это осуществляется автоматически. Но в то же время проектировщик уже не может позволить себе упустить проектирование той или иной детали здания или сооружения, что противоречило бы новой технологии. Он выступает своего рода строителем виртуального объекта. А от него рукой подать и до реального.

Максим Бузинов, Павел Ефимченко, Андрей Новиков,
компания "СофтИнжиниринг Менеджмент"

НОВОСТИ

Новости Honeywell

Компания Honeywell добавила в свою систему HPW7000 для измерения pH высокоочищенной воды модуль измерения окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) – ключевого параметра, необходимого для контроля процессов коррозии оборудования в энергетической отрасли (например турбин и трубопроводов). Это поможет

предприятиям эффективнее отслеживать состояние критически важного оборудования, сокращать капитальные затраты и снижать использование химических реагентов.

HPW7000 широко используется в системах подогрева питательной воды в коммунальных хозяйствах и на крупных промышленных предприятиях, которые производят электричество на собственных

локальных электростанциях. Специально разработанные проточная камера и крепление электродов HPW7000 применяются уже более 10 лет для упрощения установки и калибровки, обеспечивая высокоточное измерение уровня pH. Добавление ОВП-электрода поможет получить более точные данные об уровне окисления в системах высокоочищенной

воды, где электрическая проводимость среды составляет менее 10 мкСм/см.

“Добавление технологии ОВП в состав системы HPW7000 сведет к минимуму требования к техническому обслуживанию и увеличит период продуктивной эксплуатации предприятия”, – отметил Томас Гриффитс, менеджер по международному маркетингу продуктов.