

нашли широкое применение в области водоснабжения и водоотведения.

Рассмотрим ТП, протекающий на станции аэрации, упрощенная схема которого представлена на рис. 7.

Для данного ТП возможны следующие варианты использования рассмотренных программных продуктов:

1) построение программного датчика для параметров, которые измеряются редко, но важны для ведения режима, например, концентрация взвеси в илоотделителе;

2) моделирование выходных параметров, которые могут быть использованы для реализации подходов усовершенствованного управления с использованием контуров управления с обратными связями.

На рис. 8 приведено сравнение времени, затрачиваемого оперативным персоналом на возникающие в ходе работы события, при традиционном подходе к управлению и при применении средств усовершенствованного управления. Подход, реализованный в инструментах Proficy, позволяет значительно сократить объем информации, предоставляемый персоналу для анализа, и минимизировать время, затрачиваемое на разрешение возникшей проблемы.

Таким образом, результатом использования усовершенствованных алгоритмов управления является повышение качества продукции, сокращение издержек производства и, в конечном счете, достижение высокой эффективности производственной деятельности.

Трошин Сергей Игоревич – руководитель проекта,

Резников Михаил Борисович – канд. физ.-мат. наук, ведущий специалист компании Индусофт.

Контактный телефон (495) 336-94-74.

E-mail: Sergey.Troshin@indusoft.ru mikhail.reznikov@indusoft.ru

ПО BENTLEY ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ВОДОПОДГОТОВКИ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ

М.С. Орешин (ЗАО "Амрита")

Представлено ПО для промышленного, архитектурно-строительного проектирования и геоинформатики компании Bentley Systems. Рассмотрены модули, позволяющие решать задачи автоматизации проектирования в области водоснабжения и водоотведения. Приведен пример проекта создания полномасштабной гидравлической модели системы водоотведения г. Перми.

Ключевые слова: проектирование, автоматизация, гидравлическое моделирование и анализ, водоснабжение, водоотведение, канализация.

Компания Bentley Systems (США), основанная в 1984 г., является одним из мировых лидеров в производстве ПО для промышленного, архитектурно-строительного проектирования и геоинформатики. Свыше 300 тыс. специалистов из 22 тыс. организаций по всему миру используют решения Bentley при проектировании, сооружении и эксплуатации заводов, аэропортов, железнодорожных вокзалов, дорог, стадионов и других крупных объектов промышленного и гражданского назначения.

Каждое решение состоит из интегрированных приложений и служб, построенных на открытой платформе, и предусматривает поток информации между технологическими процессами и членами команды проекта, обеспечивающий совместимость и совместную работу.

Базовый продукт компании – САПР Bentley MicroStation. При помощи комплексного набора легких в использовании и гибких инструментов MicroStation помогает улучшить методы проектирования, моделирования, визуализации, документирования и картографирования для проектов любых видов и масштабов.

Далее в статье речь пойдет о ПО для решения задач проектирования в области автоматизации водоснабжения и водоотведения. Двадцать ведущих проектных институтов, работающих в сфере водоснабжения и водоотведения и вошедших в международный

рейтинг ENR (Международное рейтинговое агентство Engineering News Record (ENR), осуществляющее анализ деятельности инжиниринговых и строительных компаний во всех странах мира), используют решения Bentley. Полностью интегрированные решения Bentley для водоснабжения и канализации могут быть использованы для составления карт и управления данными, совместной работы и обмена информацией, моделирования и анализа гидросистем, работы с проектно-конструкторской документацией, осуществления авторского надзора, а также при эксплуатации и обслуживании.

Принципиальным отличием программных продуктов Bentley в большей степени является их ценность для самых разных целевых аудиторий.

Во-первых, это отражение базовых потребностей как владельца объекта, так и рядового инженера, обслуживающего системы водоснабжения. Речь идет о функциях, позволяющих как заниматься гидравлическим моделированием и анализом, так и составлять проектно-конструкторскую документацию, то есть решать задачи любого порядка.

Во-вторых, функциональная совместимость: можно работать со всей линейкой совместимых продуктов и приложениями других разработчиков, например, ArcGIS, AutoCAD и MicroStation. Таким образом, повышается ценность капиталовложений в технологии и обучение.

Водоснабжение

В-третьих, поддержка на протяжении всего жизненного цикла водоснабжения, необходимая специалистам в области инфраструктуры водоснабжения: благодаря охвату жизненного цикла проектирования, строительства и эксплуатации создается комплексная среда для картографирования, моделирования и проектирования.

В-четвертых, это повышение производительности, позволяющее тратить меньше времени на моделирование и больше на выполнение непосредственно инженерных задач.

Пользователи ПО Bentley могут почувствовать его мощь и гибкость при работе с платформами САПР, ГИС, а также в автономном режиме. Возможен совместный доступ к единому источнику данных проекта. При работе с этим ПО используется встроенная поддержка четырех платформ, способных взаимодействовать в рамках одного продукта:

- автономный интерфейс Windows – для облегчения работы, доступа и повышения производительности;
- интерфейс ArcGIS – для интеграции с данными в формате ГИС, составления тематических карт и публикации;
- интерфейс MicroStation® – для увязки сред геопространственного планирования и инженерного проектирования;
- интерфейс AutoCAD – для встроенной совместимости с наиболее популярной в мире САПР.

Для ускорения процесса построения модели можно воспользоваться геопространственными данными, чертежами, БД и электронными таблицами.

Современные технологии в области гидравлики и инженерной гидрологии

Современные информационные технологии позволяют не только облегчить создание объектов и уменьшить сроки выполнения работ, но и сократить издержки при дальнейшей эксплуатации. Это справедливо и для автоматизированного проектирования систем водоснабжения с комплексной увязкой параметров, санитарно-бытовой и ливневой канализации, водоемов и выпускных гидроузлов (для новых конструкций или реконструкций систем). Что касается эксплуатационных расходов и энергопотребления, то их можно снизить за счет, например, выявления старых насосов, производительность которых уже не соответствует характеристикам. Кроме того, можно определить затраты на электроэнергию при использовании различных правил эксплуатации для оптимальной стратегии управления работой насосов.

Отнюдь не последнюю роль играет безопасность воды: существуют технологии предотвращения, выявления и реагирования на чрезвычайные ситуации и претензии заказчиков путем моделирования сценариев в реальном времени.

Все перечисленные задачи можно решать с использованием ПО компании Bentley.

Самыми распространенными продуктами для анализа и проектирования систем водоснабжения являются ПО WaterGEMS и WaterCAD. Эти многоплатформенные программные решения позволяют решать различные задачи: от автоматического анализа расхода воды на пожаротушение, качества воды, критичности и промывки до анализа энергозатрат и модулей с алгоритмами оптимизации для автоматического проектирования трубопроводов, калибровки, определения утечек и графика эксплуатации насосов.

Пакет WaterGEMS включает специализированные модули с алгоритмами оптимизации для автоматической калибровки, проектирования и реконструкции. Модуль Darwin Calibrator производит оценку различных возможных решений и калибрует модель так, чтобы она соответствовала значениям расходов и давлений, измеренных на местах. Это позволяет пользователям быстро подбирать калибровочные данные, которые более всего соответствуют измеренным потокам, давлению и состоянию элементов. Модуль Darwin Designer автоматически подбирает стратегии проектирования и реконструкции, соответствующие максимуму выгоды или минимуму затрат. Расчет производится, исходя из размеров капитальных инвестиций, стоимости перемещений, а также ограничений по давлению и скорости течения воды. Инженеры также могут управлять капитальными затратами и анализировать расход энергии для определения наиболее оптимального энергопотребления насосов.

Если в системах водоснабжения и канализации не будут учтены переходные процессы, их воздействие может стать причиной разрушения труб и оборудования, возникновения угрозы безопасности операторов, возможности проникновения опасных загрязняющих веществ в систему и прерывания предоставления услуг потребителям. Со временем, повышенный износ труб и насосов в результате гидравлических ударов, может привести к преждевременному разрушению. Наиболее экономически эффективным методом решения данной проблемы является выполнение анализа переходных процессов для обнаружения слабых мест и определения адекватной стратегии сглаживания перепадов давления. ПО HAMMER помогает инженерам разработать стратегии сглаживания перепадов давления и переходных процессов. Продукт использует метод характеристик (МОС) – самый точный и надежный алгоритм для анализа неустановившегося потока жидкости, являющийся стандартным критерием технического уровня.

В отличие от алгоритмов, подобным методу волнового распределения (волновых характеристик), предоставляющих результаты вычислений только в местах соединения, метод МОС вычисляет результаты в промежуточных точках вдоль трубопровода, безошибочно фиксируя критические изменения, которые иначе остались бы незамеченными. Таким обра-

зом, инженеры могут проводить анализ нестационарного и стационарного потока (для расчета исходных условий) с помощью приложения HAMMER и использовать его в качестве автономного продукта или в сочетании с WaterCAD или WaterGEMS.

Средства анализа и визуализации данных приложения HAMMER позволяют фиксировать быстротеменяющиеся переходные процессы, определять их влияние на систему и выбирать наиболее подходящее оборудование защиты от гидравлического удара. Тематические карты, интерактивная анимация в виде видеозаписи, полный набор средств управления результатами, а также семейство готовых для отображения результатов диаграмм и дополнительные возможности выбора параметров предоставляют пользователю необходимую информацию в понятном для него формате.

Системы водоотведения

Приложение SewerGEMS является полностью динамическим, многоплатформенным решением для моделирования работы городских и комбинированных канализационных систем. Приложение позволяет инженерам анализировать состояние городских и комбинированных систем отвода стоков благодаря использованию встроенных инструментов гидравлического и гидрологического анализа, а также разнообразным методам калибровки погодных условий.

Приложение SewerGEMS позволяет выявить узкие места работы системы, повысить эффективность ее функционирования, ограничить переполнение канализации, а также обеспечить соответствие требованиям регулирующих органов в отношении систем водоотведения.

Кроме того, инженеры могут выполнять точный анализ санитарной или комбинированной системы отвода сточных вод с помощью встроенных инструментов гидравлического и гидрологического анализа, а также разнообразных методов калибровки погодных условий и средств для расчета и распределения нагрузки канализационных стоков.

Включенный в приложение SewerGEMS модуль LoadBuilder помогает распределить нагрузку канализационных стоков на основании различных источников данных ГИС, таких как счета абонентов за пользование водой, измерения расхода стоков на большой территории или известные результаты полигонометрического анализа плотности населения или использования земель.

Нагрузка канализационных стоков в приложении SewerGEMS может быть представлена как определенные пользователем гидрографы, в виде шаблона нагрузок или данных об удельных нагрузках. Приложение обеспечивает доступ к комплексным инженерным библиотекам с многочисленными типовыми удельными нагрузками в зависимости от плотности населения, площади или по расчетам и потреблению. Приложение SewerGEMS также позволяет пользова-

телю вводить и сохранять неограниченное число шаблонов потока для точного моделирования изменений потока воды в течение дня.

Дополнительно имеется возможность загрузки моделей интенсивности стоков в дождливое время с использованием встроенного в программу SewerGEMS модуля распределения осадков или определенных пользователем событий выпадения атмосферных осадков.

Системы ливневой канализации

Для решения задач ливневой канализации разработан целый комплекс программных решений. Так, модуль StormCAD используется проектировщиками коммерческих и промышленных объектов, а также застройщиками и проектировщиками дорожных и транспортных систем для анализа и проектирования дренажных систем.

Приложение CivilStorm используется инженерами для анализа сложных систем ливневой канализации, моделирования дождеприемников, коллекторов ливневой канализации, открытых каналов, потоков, водопропускных узлов, насосных станций, впускных и выпускных конструкций, задерживающих водоемов и зон затоплений.

Также специалисты могут воспользоваться приложением CulvertMaster для проектирования водопропускных сооружений или FlowMaster для проектирования и анализа трубопроводов, канав, открытых каналов, водосливов, а также впускных и выпускных отверстий.

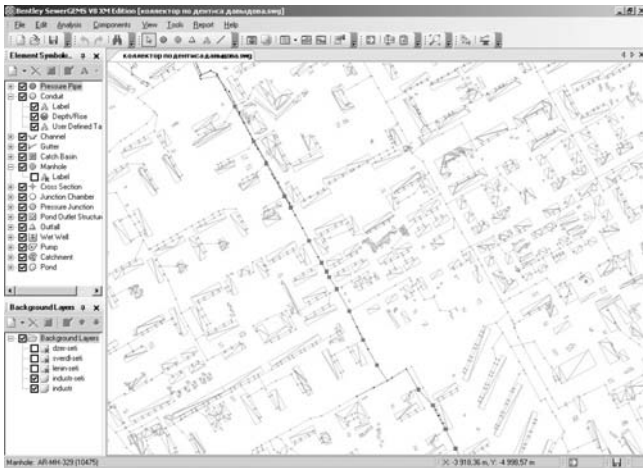
Моделирование системы водоотведения г. Перми

Компания Bentley Systems представлена на российском рынке в течение последних 7 лет. Стоит признать, что не все международные правила и стандарты действуют в России из-за специфики рынка, поэтому решения адаптируются под российские реалии. Для наилучшего результата внедрения продуктов компания Bentley тесно сотрудничает с российскими партнерами.

Реализовано несколько крупных проектов, одним из которых стало создание полномасштабной гидравлической модели системы водоотведения г. Перми (1 млн. жителей, 1100 км водоотведения, 57 насосных станций перекачки стоков, два комплекса биологических очистных сооружений, общий объем стоков 350...400 тыс. м³/сут). Основные задачи проекта: расчет решений по реконструкции и строительству элементов системы водоотведения г. Перми; формирование и контроль режимов работы системы водоотведения.

В ходе выполнения проекта требовалось:

1) рассчитать режимы работы системы в связи с запуском главного разгрузочного коллектора (ГРК) глубокого заложения, $d = 2400$ мм. ГРК проектировался с целью разгрузки сети водоотведения центральной части города и по расчету должен принять 1/3 часть стоков города (173 тыс. м³/сут.). Это позво-



лит повысить пропускную способность системы водоотведения города и ликвидировать сброс неочищенных сточных вод в р. Кама (50...100 тыс. м³/сут.);

2) обосновать расчетами решения по реконструкции и ремонту двух ключевых насосных станций канализации: районной насосной станции (РНС-3, 173 тыс. м³/сут.) и газораспределяющей станции (ГРС-5, 87 тыс. м³/сут.).

Для решения поставленных задач компания "НОВОГОР-Прикамье" (организация коммунального комплекса, действующая на территории Пермского края) выбрала продукт Bentley SewerGEMS V8 XM Edition. Созданная проектная команда из пяти человек (руководитель, ведущий инженер и три инженера) подготовила и импортировала данные из использовавшихся ранее систем (биллинг, телеметрия КНС, геоинформационная система ВЕГА) в продукт Bentley SewerGEMS, освоив программу самостоятельно и в сжатые сроки.

В целом выполнение проекта заняло 4 мес. Гидро-модель создавалась в экстренном порядке для решения в 2009 г. главной экологической задачи Перми: прекращение сброса неочищенных стоков в р. Кама. Задача решалась при помощи запуска в работу ГРК, реконструкции главных перекачивающих станций РНС-3 и ГРС-5, расширения биологических очистных сооружений (БОС).

На гидравлическую модель возлагалась задача провести проверочные расчеты технических решений по этим мероприятиям. Работа по созданию гидромодели была спланирована так, чтобы часть необходимых расчетов была выполнена до окончания работ по проекту.

Итоги проекта

1. Решена главная экологическая проблема г. Перми: полностью ликвидирован аварийный сброс неочищенных стоков в реки Данилиху и Каму. В июне 2009 г. были закончены работы на ГРК, РНС-3, ГНС-5, БОС, и все городские стоки направлены для очистки на БОС.

Для подтверждения правильности проектных решений и принятия решения о масштабном перераспределении городских стоков использовались расчеты по гидравлической модели системы канализации. Таким образом, подтверждено крупное качественное изменение инфраструктуры коммунальных сетей г. Перми.

2. Проект гидравлической модели был представлен пермским властям. Его признали одним из ключевых инструментов в решении задач планирования инфраструктуры города.

В настоящее время прорабатывается вопрос создания единой системы управления коммунальной инфраструктурой г. Перми под контролем администрации города. Проект гидравлической модели канализации войдет в нее как составная часть.

На данный момент гидромодель ежедневно используется для решения следующих задач:

- определение проблемных участков сетей, разработка предложений по их ликвидации;
- обоснования выдаваемых технических условий для присоединения к сетям новых объектов строительства;
- проверка оптимальности режимов работы сетей и насосных станций, разработка технических решений для оптимизации режима.

Таким образом, продукты компании помогают улучшать эксплуатационные характеристики водоснабжения г. Перми, повышают эффективность работы архитекторов, органов власти, подрядчиков и др.

Орешин Михаил Сергеевич — директор по развитию ЗАО "Амрита".

Контактный телефон (495) 662-13-28.

E-mail: mail@amrita.ag <http://amrita.ag>



Читателям журнала в канун Нового 2012-го года!

*И вновь игры вселенской кон
Промчался как рекламный ролик -
Летит навстречу нам дракон,
Отбыв свой срок, уходит кролик.*

*Что ждет нас в будущем году?
Ведь мы за многое в ответе -
АСУПы, SCADA, АСОДУ,
Клиенты, серверы и сети.*

*Бензин, железо, газ, цемент,
Еда, одежда, водка даже -
Исчезнет все в один момент,
Коль автоматика откажет.*

*И для того, чтобы суметь,
Больших проблем раздвинув чащу,
Победных труб услышать медь,
Читайте наш журнал почаще!*

© Л. Яковис