

Применение технологии трехмерного лазерного сканирования для реконструкции промышленных объектов

При строительстве и реконструкции наземных, а также шельфовых и морских гидротехнических инженерных сооружений и комплексов, буровых добывающих морских платформ часто возникает проблема сведения коммуникаций. Как правило, решение этого вопроса переносится на площадку строительства (реконструкции), отнимает львиную долю времени и в целом “выливается в копеечку”, поскольку конструкторские доработки на месте отнюдь не дешевы, а спешка при проектировании недопустима.

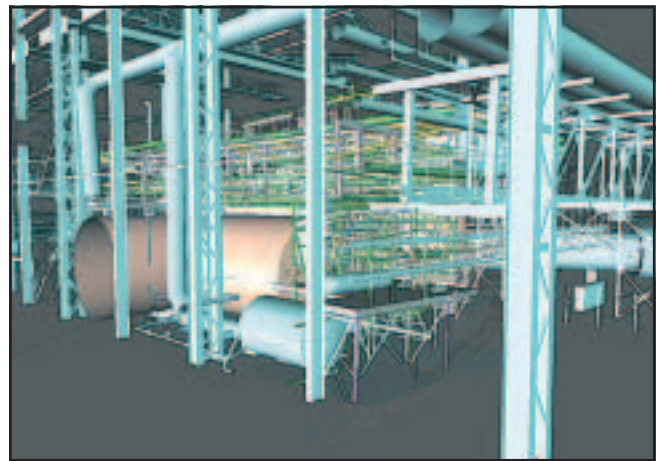
Однако есть и другое решение: предусмотреть все возможные коллизии на этапе составления проекта. Для этого, кроме подробной проектной документации, необходимы и данные (в первую очередь, пространственные) о текущем состоянии реконструируемого комплекса. Причем для достижения высокой степени автоматизации при работе в САПР данные эти крайне желательно иметь не в виде 2D-чертежей, а в виде трехмерной модели. Трехмерное проектирование имеет огромные преимущества, и вопрос повсеместного внедрения проектирования на основе трехмерных пространственных данных – лишь вопрос времени.

При наличии проектной документации в трехмерном виде и 3D-модели существующего (реконструируемого) производства выявление нестыковок и несоответствий происходит не на стройплощадке, а на экране компьютера проектировщика. Соответственно и устраняют такие коллизии, не прибегая к помощи бригады сварщиков, монтажников и тяжелой техники. Очевидно, что сэкономленные деньги и время в этом случае оказываются весьма существенными. Осталось выяснить, как получить трехмерную модель существующего производства. Вариантов несколько, и все они применяются как по отдельности, так и в комбинации.

Вариант первый. Используя существующие технологические чертежи, можно провести для придания им “трехмерности” дополнительные измерения вручную. Измерения выполняются с помощью традиционного геодезического оборудования (рулеток, теодолитов, тахеометров). Плюс подхода – простота и относительно невысокие требования к квалификации персонала. Недостатков несколько, и главный из них – время: измерение положения каждого фланцевого соединения, контакта, вентиля, лестничного марша выливается в достаточно длительный процесс. Рассчитывать на высокую точность

при таком подходе не приходится, особенно учитывая традиционно низкое качество исходных чертежей. Человеческий фактор здесь также не играет на пользу делу: запутаться во время съемки или обработки массивов, состоящих из сотен переплетающихся труб, кабелей, воздухопроводов и прочих объектов инженерных коммуникаций – дело нехитрое. Наконец, несоответствие пресловутых технологических чертежей реальному положению дел либо полное отсутствие таковых встречается на российских предприятиях достаточно часто.

Вариант второй – с применением фотограмметрии. Этот способ позволяет значительно быстрее, чем при замера рулетками, провести фотограмметрическую съемку и обработать результат до создания трехмерной модели.



В чем-то похож на фотограмметрическую съемку метод лазерного сканирования. Принцип действия лазерного сканера относительно прост. Лазерный безотражательный дальномер измеряет расстояние со скоростью несколько тысяч точек в секунду, механизм вертикальной развертки с помощью вращающегося зеркала или призмы развертывает луч дальномера в вертикальной плоскости, сервопривод вращает всю систему вокруг вертикальной оси. Результат работы прибора – сотни тысяч измерений окружающего пространства в трехмерных декартовых координатах. Метод отличается колоссальной скоростью сбора измерительных данных, миллиметровой точностью и существенным уменьшением влияния человеческого фактора. В отличие от фотограмметрических приборов, большинство сканеров обладают свойством полнооб-

зорности, то есть с одной точки стояния охватывают "взглядом" 360° окружающего пространства. Кроме этого, процесс обработки данных лазерного сканирования проще по сравнению с работой на фотограмметрической станции. Наконец, принципиальное отличие двух методов заключается в том, что в фотограмметрии мы получаем две координаты, а третью вычисляем по специальной методике, тогда как при сканировании сразу получаются все три координаты, в связи с чем исключается целый ряд ошибок, связанных с обработкой снимков.

При строительстве и реконструкции объектов добычи, транспортировки и хранения нефтепродуктов лазерное сканирование за рубежом применяется уже достаточно широко. В качестве примера можно привести проект, выполненный специалистами французской компании MENSI (входит в состав Trimble) на нефтеперекачивающей платформе близ г. Форкадос (Нигерия). Работы по сканированию проводились в рамках работ по реконструкции платформы, построенной в 1970 году. Заказчик, нигерийская компания SPDC, провела оценку стоимости всех трех методов, в результате чего было определено, что затраты на фотограмметрическую съемку и лазерное сканирование составят соответственно 0,43 и 0,35 от затрат при "ручном" методе.

По результатам оценки специалистами MENSI было принято решение построить 3D-модель платформы, имевшей размер 14x14x30 м. Сканирование было осуществлено двумя инженерами в течение трех дней. В результате было получено 1,5 миллиона точек с точностью 5 мм, плотность сканирования (расстояние между точками) составила 5 мм. Уже через 3 недели SPDC имела в распоряжении полноценную 3D-модель платформы в формате AutoCAD (в дальнейшем был произведен экспорт модели в пакет AVEVA PDMS).

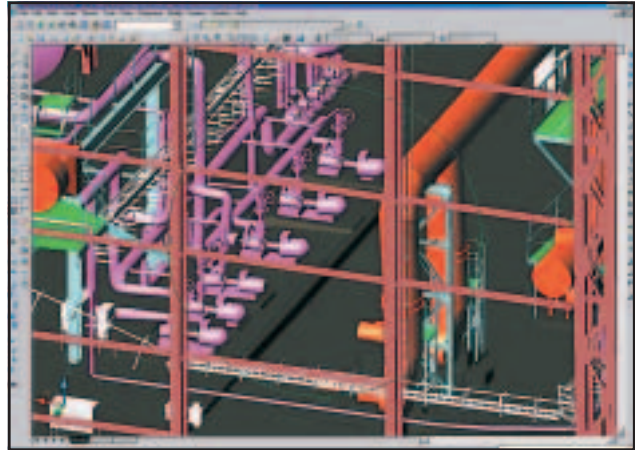
Стоимость работ была оценена в 42 000 USD, четверть которых составили затраты на доставку оборудования. Помимо основной цели – выявления коллизий, трехмерная модель послужила основным источником информации для представителей консалтинговой компании CAPEX (Нидерланды), производившей оценку платформы, что позволило избежать выезда персонала и сэкономило около 40 % стоимости аналитических работ.

Проблема геометрического контроля возникает и при строительстве/реконструкции наземных сооружений, комплексов, технологических площадок и установок. Передовые отечественные проектные предприятия также начали использовать новую лазерную технологию. Приведем пример эффективного применения этой технологии на одном крупном российском нефтехимическом предприятии.

На предприятии было решено провести реконструкцию технологической линии, в связи с чем необходимо было обследовать фактическое состояние объекта. Перед специалистами компании НАВГЕОКОМ, производившими данные работы, была поставлена задача по получению поэтажных планов каждого из цехов предприятия, подлежащих реконструкции. Работы должны были

производиться в условиях действующего производства, что предполагало сильную загазованность, повышенный шум и вибрацию при проведении обследования.

Для выполнения задачи был выбран метод лазерного сканирования с выдачей заказчику в качестве результата трехмерных моделей обследуемых цехов.



После проведения сканирования технологической линии (более 100 тысяч кубических метров внутрицевого пространства, заполненного оборудованием) и объединения сканов, выполненных с разных точек установки прибора, была создана solid-модель в формате dxf. Работы по сканированию проводились в общей сложности в течение двух месяцев группой из четырех специалистов. Для сканирования использовалось лазерное оборудование Trimble и Callidus. В процессе обработки данных, который занял четыре месяца, были задействованы программные продукты RealWorks Survey, 3Dipos компании Trimble и AutoCAD компании Autodesk.

Результатом обмерных работ стала трехмерная модель нескольких цехов технологической линии, состоящая из 45 035 трехмерных твердотельных объектов и привязанная к строительным осям. Все объекты: несущие конструкции, газоходы, технологические трубопроводы, оборудование и т.д., – были отмоделированы с учетом толщины и размещены по принадлежности в отдельных слоях.

Подытожим коротко вышесказанное. Основное назначение трехмерной модели – служить основой при проектировании и реконструкции. Любые измерения и расчеты гораздо удобнее и быстрее производить на трехмерной модели, чем на плоском чертеже. Кроме этого, трехмерная модель может иметь вспомогательные функции: использоваться при обучении персонала, проведении инвентаризации, прогнозировании нестандартных ситуаций. Применение технологии лазерного сканирования позволяет значительно снизить временные затраты, сократить расходы на реконструкцию и строительство, перенести технологию проектирования на качественно новый уровень, повысить степень автоматизации и общую производительность труда.

Михаил Аникушкин,
специалист по лазерному сканированию,
НПП "НАВГЕОКОМ"