

ЭФФЕКТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ НАД СИТУАЦИЕЙ

М.Ю. Байков («Руснавгеосеть»)

В 1993 г. окончил Московский энергетический институт по специальности «информационно-измерительная техника», в 1995 г. — Академию народного хозяйства при Правительстве Российской Федерации с присвоением квалификации «магистр государственного управления». В 2001 г. получил диплом MBA. С 2011 г. по настоящее время — генеральный директор ООО «Руснавгеосеть».

Одним из ключевых элементов реализации Концепции совершенствования государственной политики в области обеспечения промышленной безопасности с учетом необходимости стимулирования инновационной деятельности предприятий на период до 2020 года является создание надежной системы прогнозирования и выявления аварий на важных промышленных объектах. Наличие такой системы позволяет минимизировать потенциальные последствия аварийных инцидентов, что, учитывая специфику промышленных объектов, в конечном итоге экономит значительные средства.

В России, в силу размеров ее территории, разнообразия геологических и климатических особенностей, требования к качеству эксплуатации и контролю состояния различных объектов постоянно возрастают. Особое значение эти вопросы имеют по отношению к технически уникальным объектам, а также к участкам местности со сложным рельефом, оползнеопасными и сейсмическими процессами.

«Вы знаете, как велик у нас износ основных фондов — он достиг уже, как минимум, 50%, и сегодняшняя планка износа уже превышает допустимые значения, — заявил 28 июля 2011 г. на заседании Президиума Правительства России В.В. Путин. — Новая концепция государственной политики в сфере промышленной безопас-

ности позволит наладить реальный, а не фиктивный надзор за соблюдением установленных норм и правил, во всяком случае, я на это очень рассчитываю.»

Реалии таковы, что вероятность возникновения аварийной ситуации на любом, сколь-нибудь крупном объекте, повышается с каждым днем. Минимизировать риски техногенных катастроф можно за счет применения современных технологий автоматизированного мониторинга состояния объектов.

▼ Геологическая среда

Горные породы находятся под постоянным воздействием внутренних и внешних факторов. Особенно чувствительны к их состоянию гидротехнические и инженерные сооружения, объекты транспортной инфраструктуры, высотные здания. Высокая концентрация объектов инфраструктуры на территории промышленных предприятий вызывает изменения геологической среды, которые незамедлительно отражаются на самих объектах. Наиболее распространенным видом воздействия являются статические нагрузки на грунт, усугубляющиеся наличием подземных сооружений. Кроме того, любые сооружения во время эксплуатации находятся в колебательном движении под воздействием вибраций как от машин и механизмов, так и от геологической и гидрологической среды. Амплитуда колебаний, которые происходят с час-

тотой от 0,1 Гц до нескольких недель, лежит в диапазоне от нескольких миллиметров до метров. Незамеченная вовремя деформация здания может привести к появлению трещин и последующему его обрушению.

Таких примеров достаточно много: в последние годы Москва пережила строительный бум. При этом в городе сложная геологическая среда, насыщенная подземными коммуникациями. Возникает вопрос — насколько стабильны недавно построенные здания, ведь помимо статических нагрузок, влекущих деформации грунта, им угрожают ветровые нагрузки и вибрации от транспортных средств, перемещающихся по автомобильным магистралям и линиям метро? Ответить на него можно только с помощью длительных непрерывных автоматизированных наблюдений. В случае, если здание находится под угрозой обрушения, речь идет не столько о безопасности объекта, сколько о жизни людей.

Другим примером может служить мост в Волгограде, иронично названный «танцующим». Очевидно, что колебания дорожного полотна в вертикальной плоскости связаны с какими-то повреждениями моста. Однако определить их причину традиционными методами практически невозможно — мост слишком сложное инженерное сооружение. Фактически, в этой ситуации есть два выхода — либо полностью снести мост и

построить его заново, либо периодически ремонтировать участки дорожного полотна, что не устраняет истинную причину проблем. Наличие системы автоматизированного мониторинга позволит отследить динамику деформаций и принять меры по исправлению ситуации. Кроме того, такая система поможет спрогнозировать похожие проблемы на других мостах, построенных рядом или в сходных гидрогеологических и эксплуатационных условиях. В конечном итоге, это приведет к экономии значительных денежных средств.

К промышленным объектам всегда предъявлялись повышенные требования по безопасности. Все наблюдения проводятся дискретно, с различными промежутками времени. Очевидно, что в случае сколь-нибудь серьезного происшествия, когда счет до аварии идет на секунды, дискретные методы контроля не окажут никакого влияния на ход событий или минимизацию их последствий. Однако, если организовать непрерывные автоматизированные наблюдения за состоянием объекта, можно получить результаты деформаций в режиме реального времени. Для этого необходимо совмес-

тить традиционные методы геодезических наблюдений с высокоточными спутниковыми измерениями.

▼ **Контроль в четырех измерениях**

Для успешного слежения за деформациями компания Trimble разработала систему, позволяющую получать и фиксировать результаты наблюдений за теми или иными объектами (рис. 1). Совмещение оптических (геодезических), спутниковых и геотехнических методов позволяет постоянно отслеживать состояние зданий и сооружений и оперативно реагировать на любые изменения, происходящие на объекте мониторинга.

Система состоит из двух элементов: аппаратной части, в которую входят как спутниковые, так и оптические средства измерений, и программного обеспечения 4D Control. Комбинация этих элементов бывает разной, но в целом система обеспечивает:

- получение данных как оперативно (в режиме реального времени), так и на среднесрочных и долгосрочных временных отрезках;
- предоставление отчетной информации о состоянии объ-

екта, архивирование данных и фиксацию состояния конструктивных элементов отслеживаемого объекта;

- получение фактических данных о состоянии объекта для принятия административных и хозяйственных решений.

Главным преимуществом системы является то, что информация, получаемая геодезическими, геотехническими и спутниковыми методами наблюдений, собирается в единую сводку и может быть проанализирована по единой временной шкале. Структура визуализации данных с помощью программ 4D Control позволяет отслеживать не только динамику изменений объекта по заданным параметрам, но и их взаимосвязь с внешними факторами, например, погодой, временем года, температурой и влажностью окружающей среды, а также дублировать разными средствами измерений наиболее важные элементы.

Система 4D Control широко применяется за рубежом для мониторинга состояния разнообразных объектов в различных отраслях и позволяет:

- выполнять наблюдения просадок и осыпей бортов на открытых карьерах, осуществлять контроль состояния тоннелей и их порталов при проведении горных работ;
- определять смещения и деформации зданий, прилегающих к строительной площадке, во время строительства;
- отслеживать деформации и смещения дамб, мостов, зданий и любых видов сооружений при проведении инженерных работ;
- оценивать состояние автомобильных дорог и железнодорожного полотна, а также объектов прилегающей инфраструктуры при эксплуатации транспортных комплексов;
- проводить непрерывные наблюдения за состоянием гидротехнических сооружений (рис. 2), осуществлять слежение



Рис. 1
Принципиальная схема автоматизированного мониторинга в режиме реального времени — Trimble 4D Control



Рис. 2
Мониторинг деформаций и смещений гидротехнического сооружения (www.trimble.com)

за оползнями, просадками и деформациями геологических структур при выполнении геотехнических работ;

— проводить непрерывный контроль за состоянием городской инфраструктуры службам жилищно-коммунального хозяйства (рис. 3).

▼ Зачем это надо?

Системы мониторинга, в первую очередь, нужны для обеспечения безопасности функционирования объекта. Рассчитать экономический эффект от их использования довольно сложно, но оценить ущерб от аварии, которую можно предотвратить с помощью такой системы, вполне реально. Именно это показывает порядок экономии.

Поскольку системы мониторинга созданы для измерения деформаций в режиме реального времени, имеет смысл привести в качестве примера катастрофу на Саяно-Шушенской ГЭС 17 августа 2009 г. По официальной версии «вследствие многократного возникновения дополнительных нагрузок переменного характера на гидроагрегат, связанных с переходами через не рекомендованную зону, образовались и развились усталостные повреждения узлов крепления гидроагрегата, в том числе крышки турбины», и произошла катастрофа. Несмотря на то, что данная версия под-

рономическую сумму. Всего этого, и в первую очередь человеческих жертв, можно было бы избежать при наличии системы мониторинга, стоимость которой не превышает нескольких миллионов рублей.

Аналогичное соотношение средств, затраченных на создание системы мониторинга в режиме реального времени и сэкономленных от ее применения, можно наблюдать в любой из производственных сфер. Несмотря на то, что точных цифр не сможет назвать никто, однако



Рис. 3
Контроль за состоянием городской инфраструктуры (www.trimble.com)

вергалась критике, нельзя отрицать, что при наличии системы автоматизированного мониторинга в режиме реального времени вероятность аварии была бы сведена к нулю. При превышении допустимых значений колебания плотины, система могла просигнализировать о потенциально опасной ситуации, что позволило бы остановить работу агрегатов, вызывающих эти колебания.

Ремонт Саяно-Шушенской ГЭС планируется завершить в конце 2014 г. К началу 2013 г. на восстановление станции затрачено более 60 млрд руб. В течение 2010 г. на несколько процентов выросли тарифы на электроэнергию как для промышленных предприятий, так и для граждан, что составляет аст-

очевидно, что автоматизированные системы измерений с использованием современных средств спутниковой навигации повышают эффективность мониторинга деформаций, позволяя предупредить происшествия, предотвратить катастрофы, и, что важнее всего, сохранить человеческие жизни.

RESUME

Advantages of the continuously operating automated systems to monitor deformations at complex engineering constructions are grounded. Experience of applying abroad together with the description of the automated real-time monitoring system Trimble 4D Control are given. This system combines the data obtained by the geodetic, satellite and geotechnical measurements.