

# ЧТО ОБЕСПЕЧИВАЕТ БЕЗОПАСНОСТЬ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА?

М. О. Лебедев, ОАО «Научно-исследовательский, проектно-изыскательский институт «Ленметрогипротранс»

**В соответствии с Федеральным законом [1]: «В проектной документации может быть предусмотрена необходимость проведения в процессе строительства и эксплуатации проектируемого здания или сооружения мониторинга компонентов окружающей среды (в том числе состояния окружающих зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строительства и эксплуатации проектируемого здания или сооружения), состояния основания, строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения проектируемого здания или сооружения, сооружений инженерной защиты».**

Для строящихся объектов метрополитена, которые являются опасными производственными объектами, в составе проектной документации такие мероприятия должны быть предусмотрены. В настоящее время в состав проектной документации при строительстве Московского метрополитена, прошедшей Московскую государственную экспертизу, входит лишь проект наблюдательных станций, в соответствии с которым выполняются геодезические работы за смещением поверхности Земли и за смещением тоннелей метрополитена, попадающих в зону влияния строительства, а также визуальный мониторинг зданий и сооружений. Это работы позволяют определить только факт и величину деформаций, но никак не минимизировать их влияние, и тем более исключить их. Причем частота геодезических измерений составляет от одного раза в день (для зданий в зоне влияния) до одного раза в месяц (для котлованов) – время, за которое могут реализоваться критические деформации. Выполнить прогноз развития деформаций по таким данным невозможно.

За счет непредвиденных расходов частота выполнения геодезических измерений может увеличиваться вплоть до установки роботизированных тахеометров.

Известно, что все деформации, реализуемые на дневной поверхности, зависят от принятой технологии ведения подземных работ и культуры их производства. Поэтому при наличии контроля напряженно-деформированного состояния самих строительных конструкций и вмещающего массива от контура подземного сооружения до дневной поверхности, можно осуществлять своевременную корректировку технологических параметров ведения горнопроходческих работ и давать прогноз деформаций дневной поверхности.

Например, при строительстве котлованов для станций мелкого заложения Московского метрополитена предусматривается геодезический контроль смещений стенок котлована по верхнему контуру (обвязочной балке). Здесь возникает ряд вопросов, среди которых наличие критериев по допустимым ве-



Рис. 1. Оснащение расстрельной системы котлованов датчиками в Турции, г. Стамбул

личинам смещений, а при их наличии и теоретическом превышении – достаточна ли несущая способность конструктивных элементов крепления? Для ответа на этот вопрос весь мир идет по простому пути – после установки расстрелов в проектное положение на типовые расстрелы всех ярусов устанавливаются датчики, позволяющие контролировать не только величины усилий в расстрелах, но и их эксцентриситет. На рис. 1 показано размещение струнных датчиков на расстрелы котлована при строительстве метрополитена в Стамбуле. Получаемая информация с датчиков позволяет регулировать необходимую частоту геодезических измерений, тем самым экономить затраты на мониторинг. Аналогичные системы используются при строительстве котлованов для объектов метрополитена в Санкт-Петербурге.

Еще одним важным параметром для мониторинга котлованов является наличие ин-

формации о пространственном положении ограждающих конструкций, как на момент окончания их возведения, так и в процессе разработки котлованов. Так, например, по опыту строительства станций мелкого заложения в Санкт-Петербурге по технологии «top-down», контроль смещений «стены в грунте» при помощи инклинометрических скважин позволил получить следующую информацию. Заглубление в коренные грунты не гарантирует «защемление» нижней части «стены в грунте». В процессе разработки котлованов происходит ее смещение в сторону оси станции; смещение «стены в грунте» впереди забоя (дна котлована) составляет до 40 % от окончательных величин смещений, формируемых к моменту окончания возведения перекрытия на каждом ярусе.

Нередки случаи, когда после разработки котлована, внутренний контур «стены в грунте» оказывается в габарите будущих по-

стоянных конструкций. В этом случае вырывают внутреннюю поверхность «стены в грунте» для обеспечения «проектного» положения постоянных конструкций. Наличие инклинометрических скважин дает возможность исключить спекуляцию о причинно-следственной связи попадания «стены в грунте» в контур постоянных конструкций и соответственно источнику финансирования «дополнительных» работ.

Большой перечень инструментальных работ выполняется для обеспечения безопасности существующих зданий и сооружений. Не только тех, по которым судят уже о свершившемся влиянии, но и тех, которые позволяют прогнозировать деформации, реализуемые на поверхности. К ним, например, относятся:

- гидрогеологический мониторинг при помощи датчиков порового давления, размещаемых в скважинах;
- скважины с экстензометрами и инклинометрами;
- комплекс геофизических методов.

Размещение таких скважин по трассе перегонных тоннелей позволяет до приближения к существующим зданиям откорректировать технологические параметры ведения работ для минимизации деформаций поверхности. При их размещении вокруг любых подземных сооружений можно фиксировать начало деформационных процессов еще до их реализации на поверхности, их направлении и судить об абсолютных величинах деформаций, которые будут реализованы на поверхности.

Важным вопросом при эксплуатации подземных сооружений метрополитена является механическая надежность несущих

элементов постоянных конструкций. В настоящее время для Московского метрополитена оценка запаса несущей способности конструкций определяется косвенным методом по измерениям конвергенции внутреннего контура, измерению прочностных показателей материала обделок и численно-эмпирическими методами.

Но есть другой путь – оснащение контрольно-измерительной аппаратурой конструкций и обделок подземных сооружений при их возведении. В таком случае можно получить информацию о величинах усилий, сформированных в конструкциях на всех этапах их возведения, а затем и от всех эксплуатационных нагрузок. При этом у эксплуатирующей организации будут иметься абсолютные величины напряженно-деформированного состояния несущих конструкций, которые позволяют прогнозировать техническое состояние конструкций. На рис. 3 показано оснащение датчиками поперечного сечения станционного узла мелкого заложения, а на рис. 4 – обделки двухпутного перегонного тоннеля, построенного в Санкт-Петербурге. К моменту передачи контрольно-измерительной аппаратуры, установленной в обделках и строительных конструкциях, целесообразно ее подключать к автоматизированным системам, по-

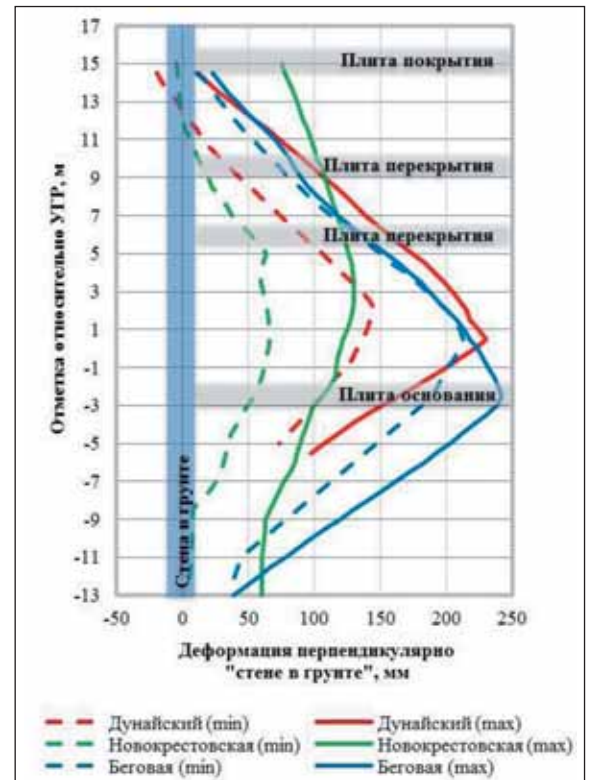
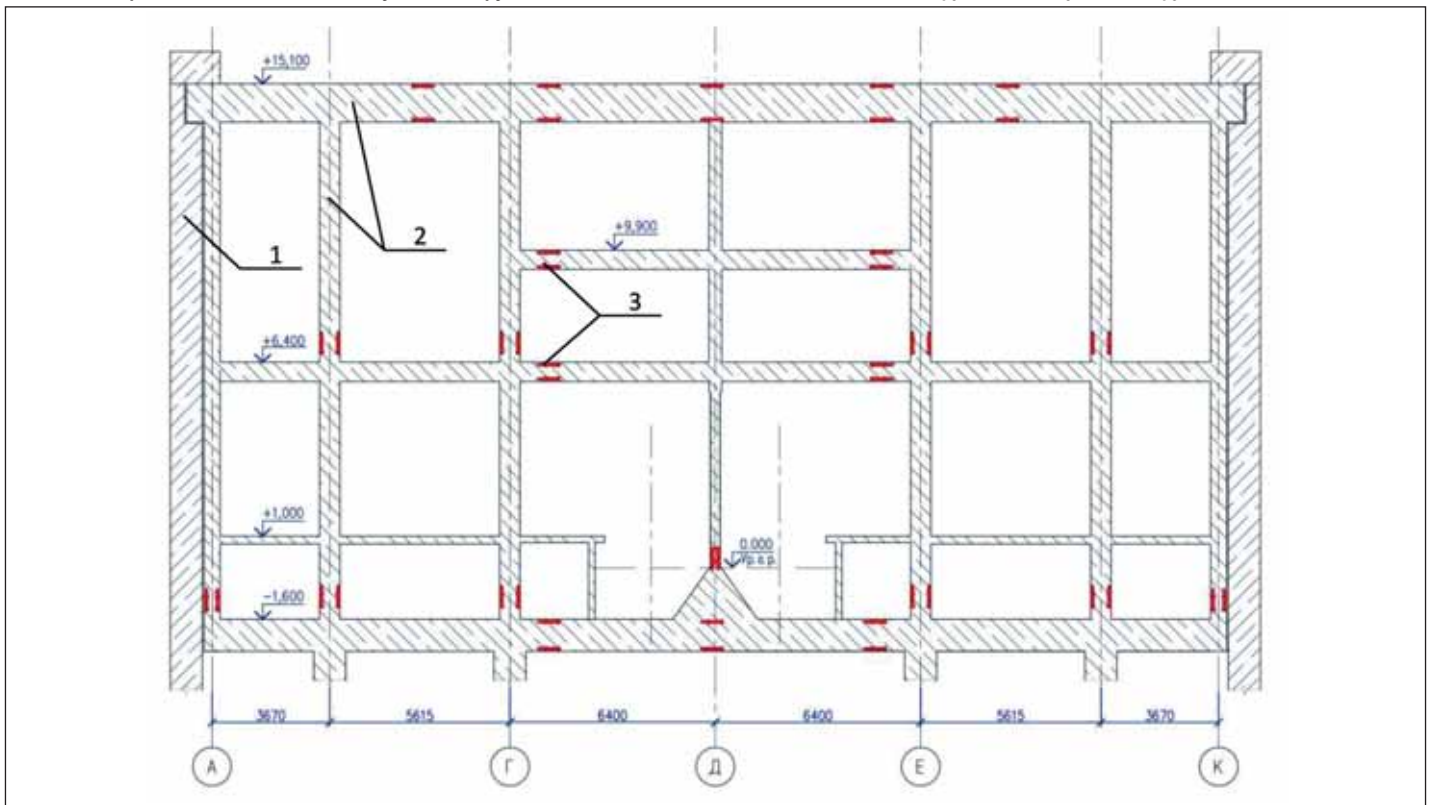


Рис. 2. Графики горизонтальных смещений «стены в грунте» при строительстве по технологии «top-down»

зволяющим обрабатывать и накапливать базу данных на выделенных серверах.

Решение такой задачи является крайне актуальной: в процессе долгосрочной эксплуатации транспортных тоннелей и станционных комплексов постепенные разрушения, повреждения и деформации, вызванные длительно проявляющимися геотехнически-

Рис. 3. Схема размещения датчиков в несущих конструкциях станции мелкого заложения: 1 – «стена в грунте»; 2 – несущие конструкции; 3 – датчики





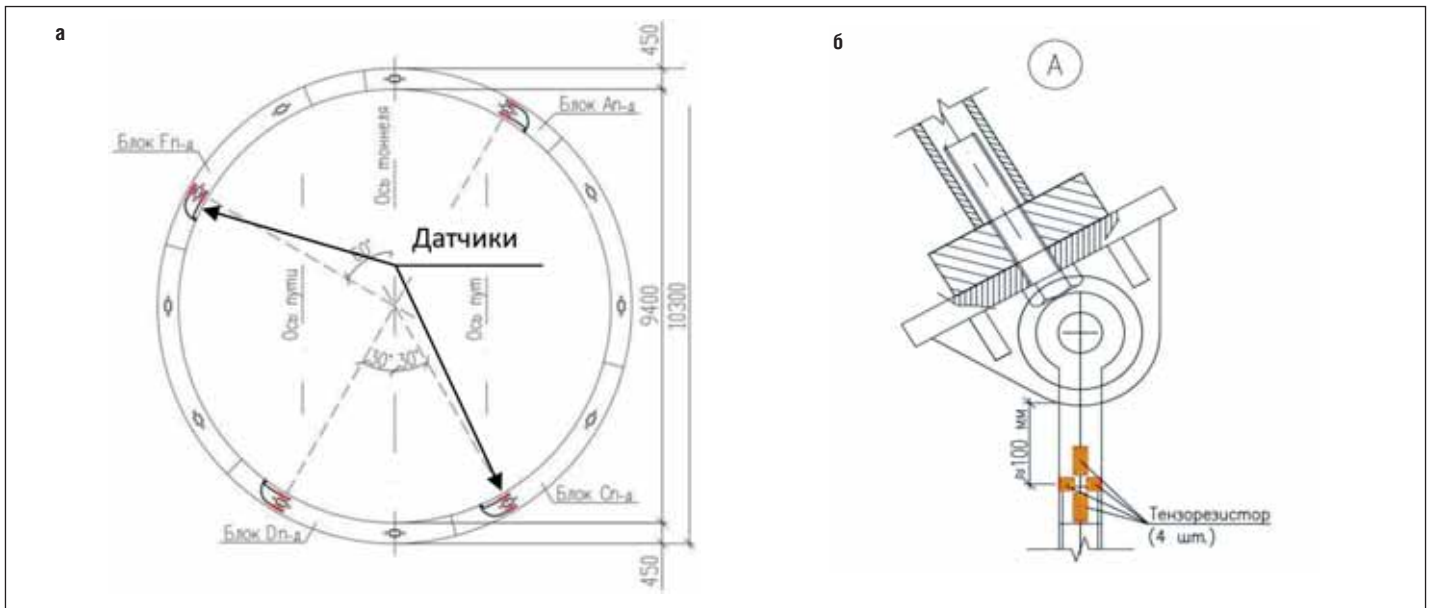


Рис. 4. Схема размещения датчиков: а – в обделке двухпутного перегонного тоннеля; б – на тягах подвешного перекрытия

ми и техногенными факторами, равно как внезапные разрушения и повреждения конструкций приводят к невозможности дальнейшей эксплуатации сооружений и требуют их незамедлительного ремонта или реконструкции. Появляются и новые «современные» факторы, осложняющие эксплуатацию тоннелей и метрополитенов, например, террористические акты, разрушение тоннелей сваями при проведении строительных работ на земной поверхности и др.

Так что же мешает применять, казалось бы, уже давно известные и эффективные методы мониторинга для обеспечения безопасности компонентов окружающей среды в процессе строительства и эксплуатации сооружений? Как бы банально это ни звучало, но это в первую очередь «терминология». В вышеупомянутом законе [1] слова «может быть предусмотрено» могут трактоваться, что могут и не предусматриваться. Для Федерального закона такая двоякость формулировки для опасных производственных объектов все-таки недопустима.

В другом Федеральном законе [2], следующие требования к проектной документации: «Проектная документация... опасных производственных объектов...», особо опасных, технически сложных, уникальных объектов, ... должна содержать... перечень мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». С одной стороны, требование предельно ясное – должны присутствовать системы контроля, а с точки зрения заказчика строительства и экспертизы – достаточно соблюсти требования нормативных документов в части строительных конструкций и технологии ведения работ при наличии геодезического мониторинга, при этом о «Рисках» при таком подходе думать не принято. К сожалению, многочисленные нештатные ситуации, о которых известно только узкому кругу лиц, «проще» решать за счет непредвиденных расходов.

В постановлении Правительства Российской Федерации [3]: Мероприятия по охране окружающей среды должны содержать перечень мероприятий по предотвращению и (или) снижению возможного негативного воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду и рациональному использованию природных ресурсов на период строительства и эксплуатации линейного объекта, включающий:

- программу производственного экологического контроля (мониторинга) за характером изменения всех компонентов экосистемы при строительстве и эксплуатации линейного объекта, а также при авариях на его отдельных участках;
- программу специальных наблюдений за линейным объектом на участках, подверженных опасным природным воздействиям.

Отсутствие конкретики в таких формулировках Федеральных законов не позволяет доказать в Московской государственной экспертизе необходимость применения тех или иных методов мониторинга.

Ясность в этот вопрос вносят многочисленные нормативные документы, такие как СП, СНиПы, ГОСТы, ТСНы, МГСНы, методические пособия и рекомендации, научная литература и монографии, каждый в своем объеме. Но в то же время они, в большинстве своем, носят только рекомендательный характер, легко «отмечаемый» экспертизой.

А формулировка термина, под которым должны решаться все задачи мониторинга, тоже не имеет единого знаменателя. Присутствуют различные наименования, используемые инженерами и учеными:

- мониторинг;
- геотехнический мониторинг;
- горно-экологический мониторинг;
- комплексный мониторинг;
- локальный мониторинг;
- структурированный мониторинг;
- автоматизированный мониторинг;
- научно-техническое сопровождение и пр.

И даже один из последних документов по мониторингу при строительстве подземных сооружений [4], разработанный специально для Москвы по заказу Департамента градостроительной политики города Москвы и утвержденный заместителем мэра Москвы по вопросам градостроительной политики и строительства М. Ш. Хуснулиным, для Московской государственной экспертизы не является руководством для требования наличия в проектной документации методов мониторинга, кроме геодезического контроля.

Вопрос о повышении безопасности при строительстве Московского метрополитена поднимается уже не в первый раз. Технические заседания по данной тематике проводились при ГАУ «Мосгосэкспертиза» и Департаменте строительства города Москвы, но до сегодняшнего дня мероприятия, которые бы давали заблаговременную оценку влияния на «все компоненты окружающей среды» при строительстве и эксплуатации Московского метрополитена остаются за рамками проектной документации.

#### Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
2. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 07.03.2017).
3. Постановление № 87 от 16 февраля 2008 г. о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию.
4. Технические рекомендации по автоматизированному геотехническому мониторингу зданий и сооружений при освоении подземного пространства в городе Москве. НИЦ ТА. Москва. 140 с.

#### Для связи с автором

Лебедев Михаил Олегович  
lmg@lenmetro.ru

