

# Подземное пространство и безопасность строений

В.В. СУХИН, геолог-геофизик

НПГФ «Геофизические системы контроля информации», ООО ГПИКО ЛТД



## На основе анализа природных и техногенных геологических процессов обосновываются предложения по повышению надежности и безопасности зданий.

Нынешнее состояние многих зданий в Москве вызывает тревогу за безопасность их обитателей. Если пройти по дворам и переулкам Москвы в пределах Садового кольца, можно встретить немало домов, стены которых покрывает сеть трещин, иногда значительных. Причем трещины прослеживаются от первых этажей здания до крыш.

В качестве примера, назовем капитальный дом по Барыковскому пер., 8, которому уже ничто не поможет. Дом примечателен тем, что на его стенах можно увидеть различные варианты борьбы за сохранение здания: часть оконных проемов заделана кирпичной кладкой, сами оконные проемы в зонах разрушения усилены по периметру стальным профилем, установлены межэтажные металлические опоры, однако, несмотря на принятые меры, стены дома разорваны во многих местах. Очень эффективные стальные подпорки укрывают д. 12 по Зачатьевскому пер. Поражают трещинами дома 29 и 31 по Гоголевскому бул., д. 2-а в Трехпрудном пер., 7-ми этажный дом на углу Большой Никитской и Газетного пер., стр. 6, здание на Воздвиженке, 6 и здание Ленинки. Имеет видимые деформации часть зданий по Мерзляковскому пер. и Малой Бронной. Все они являют собой пример абсолютной незащищенности домов и их жителей от слепой городской стихии.

В последние годы участились случаи разрушения или обрушения зданий, в том числе и новостроек. Неожиданно, в одночасье возникают провалы под дорогами и улицами, по которым спокойно гуляли в детстве еще наши бабушки. При внима-

тельном рассмотрении можно заметить массу признаков надвигающейся беды. Москва как город-мегаполис растет очень интенсивно и, застраиваясь новыми зданиями, упорно рубит сук, на котором веками стояла и стоит. Город безвозвратно губит свое природное основание – подземное геологическое пространство под собой. Почему так происходит, и почему это стало возможно?

## История вопроса

На месте современной Москвы десятки миллионов лет назад были теплые тропические моря и лагуны, в которых накопились огромные слои осадков, породившие толщи карбонатных пород. В эпоху последних оледенений наступавшие с севера ледники переместили из Скандинавии огромную массу гранитных валунов, галечника, новые толщи песков, сформировали новые формы рельефа и новые типы осадков и оставили нам под застройку современную Средне-Русскую возвышенность.

Древняя, средневековая Москва из камня строила в основном только Кремль, монастыри да соборы, «удобства» имела во дворе, а если и возникали проблемы с «недвижимостью», то лишь из-за того, что строилась, по большей части, из дерева. Потому и страдала в основном от набегов и пожаров. Начиная с XVII–XVIII вв., город застраивается каменными зданиями, позднее появляется и развивается водопроводная сеть, зарождается канализационная.

С начала XX века, а в особенности в послевоенные годы строительство ведется нарастающими темпами. Город все более интенсивно воздействует на геологические породы под собой.

Ситуация начинает ухудшаться, дряхлеют старые подземные коммуникации, про-

кладываются новые, но старые при этом остаются как правило в земле и продолжают разрушаться. Растут площади города, обеспеченные ливневой канализацией; возрастает объем и резко меняется состав растворов, поступающих под землю.

Применение соли для борьбы со снегом и льдом в зимнее время, неконтролируемые утечки на промышленных предприятиях или из систем теплоснабжения приводят к тому, что породы под городом начинают катастрофически быстро перерождаться, теряют свои природные свойства. В соответствии с химическими законами прочные карбонатные породы под воздействием кислых растворов превращаются в гашеную известь.

## Аргументы и комментарии

На двух геофизических разрезах (рис. 1, 2), полученных по материалам межскважинных исследований на действующем месторождении (НПГФ «Радионда ЛТД») с интервалом в 25–30 дней, прекрасно видно, что направленное воздействие концентрированных растворов кислот на горные породы существенно меняет соотношение разрушенных в результате реакции (пронцаемых) и прочных, пока еще частей в недрах. Тот же механизм работает в породах под городом.

Процесс перерождения известняков под вашим домом протекает намного дольше, но, тем не менее, через несколько десятилетий и эта химическая реакция будет завершена. Напомним, что началась она в недрах Москвы в 60-е годы, когда начали чистить тротуары и дороги с применением соли, а позднее и более эффективных веществ. Сегодня для отдельных участков столицы время завершения общегородского химического опыта по превращению прочных пород под городом, из

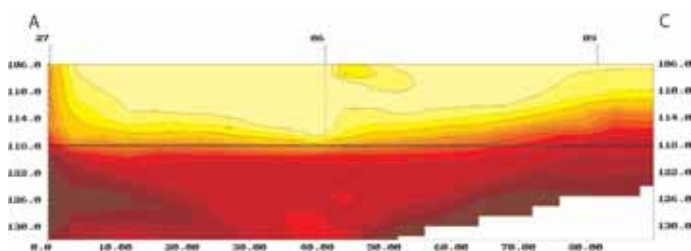


Рис. 1

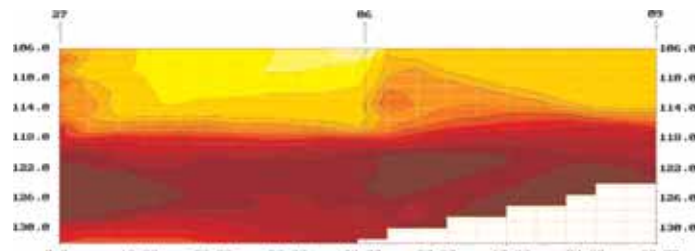


Рис. 2

которых некогда строилась Белокаменная, в аморфную, рыхлую массу практически истекло. Разрушение и вынос карбонатов способствуют возникновению и развитию пустот в толще разрушающихся пород. Карст развивается в недрах города молча, пока не разрастется настолько, что сможет поглотить часть дороги или дома, которые находятся над опасной зоной. Конечно, это не значит, что завтра все здания провалятся под землю, но для многих участков северо-востока, севера и северо-запада Москвы, отнесенных учеными к зонам, опасным по карсту, ситуация становится все более тревожной.

Эффективность разрушающего воздействия агрессивных растворов на горные породы в недрах города усиливается всевозможными утечками из систем электроснабжения и еще одним фактором, который мы обычно игнорируем.

Дело в том, что в верхних частях разреза почти повсеместно залегают пласты глин, которые, являясь природным водоупором, изолировали нижележащие породы от поверхностных стоков, не позволяли соленым, кислым растворам проникать к ним для разрушения. В связи с ростом объемов строительства и увеличением глубины заложения фундаментов всех типов, а так же созданием огромных котлованов под новые крупные объекты повсеместно безвозвратно нарушаются и естественное состояние геологического строения, и гидрогеологический режим городской территории. Геологическое пространство под Москвой складывалось миллионы лет, его строение позволяло веками сохранять стабильность горных пород под городом. Выбирая глину из котлована, заменяя ее рыхлыми, проницаемыми насыпными грунтами, погружая буронабивные сваи через верхнюю часть разреза в тело известняков, мы создаем предпосылки для интенсивного проникновения агрессивных сред к породам, лишенным естественной защиты от разрушения. В результате перерождение, разрушение горных пород под городом приобретает катастрофический характер. Процесс происходит быстро, породы безвозвратно теряют свои свойства на протяжении жизни одного-двух поколений населения города. К сожалению, приходится признать, что процессы деградации пород под городом направлены только в сторону ухудшения.

Вернуться в прежнее состояние в подземном пространстве под Москвой горные породы не смогут никогда.

Наше нежелание считаться с объективной негативной реальностью, возникшей и существующей в недрах города, вызывает чувство беспокойства за город. Эта пробле-

ма сама собой не рассосется.

Дополнительную головную боль работникам коммунальных служб, строителям и метростроевцам доставляют процессы суффозии (неожиданный вынос обводненных пород; обычно песков, суглинков и образование обширных пустот или провалов). Именно в такой провал рухнул пару лет назад джип на пересечении Большой Дмитровки и Столешникова. Это, как правило, тоже следствие утечек из систем водоснабжения, отопления, канализации, нарушения сложившегося гидрогеологического режима подземных вод, подтопления отдельных участков территории города.

Перечисленные факторы обычно и являются первопричиной разрушения фундаментов или стен наших домов.

Первым неприятным вестником этого выступают трещины, которые могут появиться в здании в одночасье и упорно расширяться, хотя их стараются быстро зацементировать. Вероятно породы под ним уже настолько изменились, что прочности фундамента не хватает для сохранения в целостности стен и дома. Возможно, вибрационные воздействия от соседней стройки, или от проходящей под домом линии метро превышают его допустимый запас прочности. Примером может послужить 4-этажный жилой дом на углу Дм. Ульянова и Профсоюзной улицы.

Если по соседству с вашим жилищем, спокойно простоявшим столетия, начинается крупное строительство, то кроме неизбежного шума и грохота стройки, что в принципе можно пережить и перетерпеть, вас и ваш дом подстерегает новая неприятная неожиданность и опасность. Ослабленный грунт под ним пытается сдвинуться в сторону открытого рядом котлована и увлекает за собой ближайшую к котловану часть дома. А вот это пережить удастся далеко не всем зданиям. В недавнем прошлом именно по этой причине в одночасье ночью треснули стены 4-этажного, жилого дома на Мясницкой, 11, который впоследствии быстро снесли. Года полтора-два назад на первом этапе строительства крупного офисного здания с подземным паркингом, при создании котлована под объект (Турчанинов пер., 4) появились трещины в большинстве зданий, расположенных на расстоянии 50–200 метров от него, включая здание церкви, существующее здесь с XVI века.

Варианты деформации строения могут

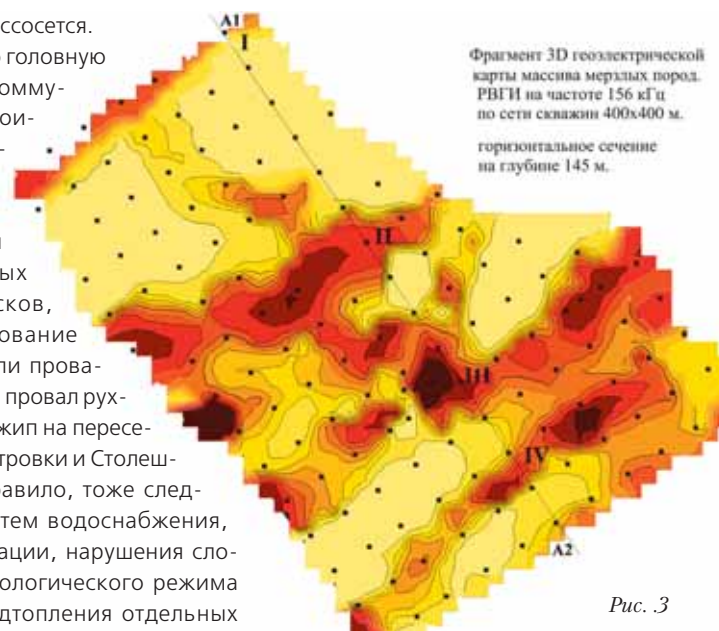


Рис. 3

быть различными, однако в большинстве случаев первопричина кроется в геологическом факторе, в тех изменениях свойств пород, которые произошли в них за последние десятилетия под влиянием города. Вероятность превратиться в аварийное сооружение для зданий, расположенных в центре города и построенных столетия назад, возрастает с каждым годом. Но опасность подстерегает не только здания-старожилы, измененные породы одинаково опасны и для новостроек, поскольку часть из них возводится на территориях, ранее относимых к неудобьям – борта речных долин и оврагов, береговые склоны, участки развития оползневых процессов, низкие части речной поймы, территории, испытывавшие тектонические воздействия в древности. Процессы перерождения и разрушения пород на таких участках происходят не в пример интенсивнее, поскольку они наследуют негативную тектоническую, геодинамическую, геоморфологическую историю региона, которая отпечаталась в его недрах.

### Меры по повышению надежности и обеспечению безопасности

Все вышесказанное призвано обозначить важность существующих в городе проблем, и обосновать необходимость принятия мер контроля и защиты – мер, направленных на диагностику и устранение техногенных и геологических факторов, приводящих к деформациям и разрушению зданий. Во-первых, необходимо признать существование нового, многопланового и агрессивного, антропогенного фактора, влияющего на стабильность горного пространства под городом. Во-

вторых, необходимо контролировать процесс, иначе мы обречены на еще большее количество техногенных катастроф и трагедий. Необходимо увеличить глубину обязательных инженерно-геологических исследований при проектировании новых крупных объектов с учетом реальной глубины развития негативных процессов в недрах под воздействием города. К сожалению, следует признать, что в ряде случаев воздействие уже затрагивает горные породы, залегающие под городом на глубинах 200 м и более. В обязательном порядке проводить дистанционные, инженерно-геофизические исследования состояния пород в межскважинном пространстве, что позволит иметь достоверную информацию о строении, современном состоянии и возникших в последнее время геологических особенностях всего объема подземного пространства, вовлекаемого в строительство. На рис. 3. представлен фрагмент 3D геоэлектрической карты (горизонтальное сечение на глубине 145 м), полученной по материалам межскважинного просвечивания. Этот вид исследований позволяет получить объемную картину инженерно-геологической ситуации в недрах участка застройки, сложившуюся здесь на момент проведения работ, что позволяет избежать ошибок при проектировании и снизить вероятность осложнений при строительстве крупных объектов на проблемных территориях. Технология работ изложена на сайте [www.gpiko.ru](http://www.gpiko.ru).

Дело в том, что стандартные глубина и расстояние между исследовательскими скважинами (геологические материалы которых, при обычном подходе, ложатся в основу проектирования здания) – 25–50 м. Часть проектных скважин не бурится, используются архивные данные, если старые скважины попадают в контур исследований. При такой сети легко можно не выявить или пропустить наличие (зарождение) опасной зоны, к примеру, карстовой полости с поперечником 5–10 м, которая окажется в межскважинном пространстве под новостройкой. Впоследствии она может ускорить свое развитие под влиянием возросшей нагрузки и внешних факторов, а затем возьмется за здание, которое над ней построено.

При проведении капитального ремонта и реконструкции аварийных зданий, уже имеющих видимые деформации стен и фундаментов, информация о наличии ослабленных зон под зданием, полученная после исследования межскважинного пространства, позволяет целенаправленно

принять при необходимости наиболее эффективные меры по укреплению пород его геологического основания. Очень хорошо зарекомендовала себя технология усиления пород, грунтового массива в основании зданий методом «Геокомпозит»; в отдельных случаях, возможно вернуть в нормальное положение просевший дом, выправить крен здания. За последние годы основания более ста различных объектов, в том числе и новостроек, укреплены по этой технологии только в Москве; более подробно на сайте [www.geomassiv.ru](http://www.geomassiv.ru).

Конечно, нелепо дожидаться появления трещин в стенах и только после этого думать о решении возникшей проблемы, об укреплении пород под зданием, ремонте дома и его защите. Хотелось бы заранее получать предупреждение о грядущих неприятностях с домом, пока гром не грянул. Возможно ли это? Да, возможно.

В дополнение к комплексным дистанционным межскважинным исследованиям есть другой путь.

Сегодня существует реальная возможность устанавливать в особо важных общественных зданиях (торговые центры, спортивно-развлекательные комплексы, театральные-концертные здания, крупные многоэтажные, жилые комплексы и т.п.) индивидуальные для каждого сооружения системы мониторинга (рис. 4), призванные контролировать состояние здания в целом и отдельных силовых элементов его конструкций в частности. Такие системы позволяют получить информацию о превышении

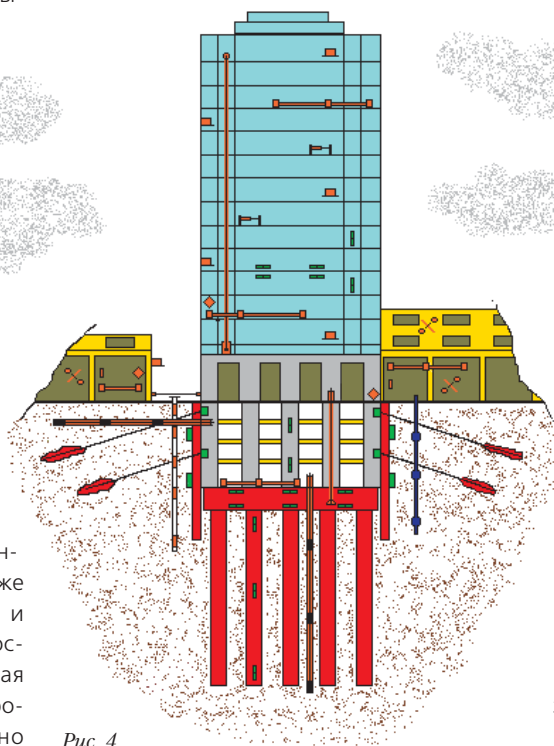


Рис. 4

допустимых эксплуатационных нагрузок, возрастании напряжения в несущих элементах конструкции, зарождении деформаций в здании и под ним, дальнейшее развитие которых может привести к трагедии. Эти превентивные меры информационного контроля сооружения должны стать обязательными, как установка датчиков задымления и противопожарных систем в наших домах. Полагаем, что их наличие позволит избежать новых несчастий, подобных трагедии Аква-парка.

Следует помнить, что только наличие системы контроля позволило бы понять, что с сооружением не все благополучно, оно собирается рухнуть, и, может быть, трагедии удалось бы избежать.

Проблема контроля эксплуатационной безопасности сооружений касается не только Москвы, она существует во всех крупных городах мира.

К сожалению, о необходимости обязательной установки специальных систем информационного контроля основных силовых, несущих элементов общественных зданий практически никто пока не думает. Очевидно, что заказчику или владельцу денег жалко, директивных указаний на этот счет нет, а так как затраты на разработку и установку системы контроля добавляют забот и слегка уменьшают прибыль, то все традиционно решают: авось не рухнет, ведь здание совсем новое.

У МЧС, которое по идее должно выступать инициатором законодательного ужесточения требований к проектировщикам и строителям по установке систем мониторинга (контроля эксплуатационной безопасности) хотя бы для особо круп-

ных и сложных зданий и без того плановых проблем хватает (каждый год весенние паводки, летние наводнения, лесные пожары по всей Сибири да землетрясения). В итоге мы все становимся заложниками слепой, жестокой стихии, нами же и порожденной, да, пресловутого, российского «авось...».

Кроме систем пожарного оповещения и контроля, существуют системы контроля утечек газа, системы контроля качества питьевой воды, после Чернобыля производится оценка и контроль радиационного фона отдельных территорий и продуктов, полученных оттуда. Мы пытаемся периодически контролировать уровень нитратов в помидорах и арбузах... и только о том, что происходит у нас под ногами, в недрах города, как и когда эти процессы затронут наши дома и наши жизни, предпочитаем не задумываться.