

## ОПЫТ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ В КАРСТООПАСНОМ РАЙОНЕ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Н. Г. АНДРЕЕВА** – ведущий специалист по основаниям и фундаментам ООО «ИМТОС», г. Самара.

**А. К. МУСОРИН** – директор инженерной компании «ПАРЕКС», г. Самара.

**И. С. СТАРОСТИНА** – главный конструктор инженерной компании «ПАРЕКС», г. Самара.

**Ю. И. ЮРЧЕНКО** – канд. техн. наук, главный инженер инженерной компании «ПАРЕКС», г. Самара.

Рассмотрены основные причины и условия возникновения аварийных деформаций крупнопанельных жилых домов в карстоопасном районе Самарской области, а также меры по обеспечению их устойчивости и возможности дальнейшей эксплуатации.

В апреле 2001 г. в поселке Серноводск Сергиевского района Самарской области произошла резкая просадка грунтов оснований под углом одной из секций многосекционного крупнопанельного 80-квартирного жилого дома. Это привело к отрыву стеновой панели от блоков стены подвала на 20 см и резкой просадке грунта (до 60 см) вблизи аварийного участка здания.

Были выполнены инженерно-техническое обследование здания и большой объем инженерно-геологических изысканий. Анализ результатов исследований позволил достоверно оценить инженерно-геологические условия площадки, выявить причины аварийной ситуации и разработать проектные решения по обеспечению надежной эксплуатации здания [1].

Участок находится на склоне водораздела рек Сок и Сургут, обращенном в сторону р. Сургут. Уклон территории – на юго-запад. Поверхность площадки характеризуется абсолютными отметками 87,04...89,55 м. Рельеф прилегающей территории сложный. Секции 1...4 здания размещены вдоль края склона (рис.1). Перепад отметок с северо-западной стороны (около секции 4) – 1,87 м. С южной стороны (вдоль здания) – выемка, имеющая два уступа: перепад отметок в

районе аварийного участка – секции 2 здания – 2,7 м до уровня грунтово-щебеночной дороги. Перепад высот от дороги и гаражного массива – 8,64 м. Общий перепад отметок по высоте склона на ближайшем к зданию участке с его южной стороны – 11,34 м. В северо-восточной части участка отмечен уступ рельефа местности высотой 2,72 м, на котором также построены многоэтажные дома, связанные с обследуемым домом коммуникациями.

Инженерно-геологические изыскания на площадке выполнялись Куйбышевским (Самарским) трестом инженерно-строительных изысканий в 1984, 1988 и 2001 гг.

В 1984 г. изыскания выполняли для целей проектирования и строительства здания [2]. Всеми скважинами вскрыта толща доломитовой муки eMz-Kz(P<sub>2</sub>kz), светло-серой, со щебнем доломита и известняка (от 30 до 40%), маловлажной, с пятнами ожелезнения и прослоями выветрелых глин. С поверхности толща, покрытая небольшим (0,2...0,6 м) слоем насыпных грунтов (*t*<sub>IV</sub>). При бурении до глубины 10 м грунтовые воды не вскрыты. По результатам штамповых испытаний, в Самарском регионе модуль деформации  $E = 10$  МПа.

Изыскания показали, что исследуемая территория карстоопасна. Карст открытый, по литологическому составу – карбонатный.

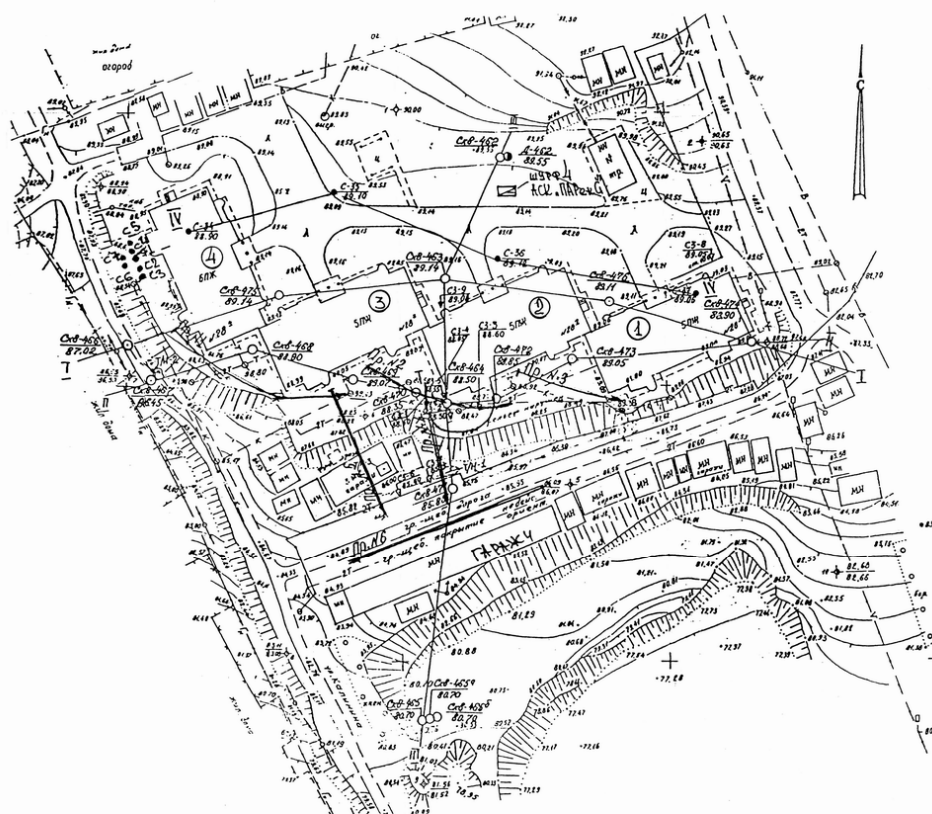
© Н. Г. Андреева, А. К. Мусорин, И. С. Старостина,  
Ю. И. Юрченко, 2007

Internet: [www.georec.spb.ru](http://www.georec.spb.ru)

Карстующие породы находятся в зоне аэрации. Условия участка неблагоприятны для строительства. В процессе эксплуатации здания возможна активизация суффозионных процессов с образованием провалов земной поверхности вследствие утечек из водонесущих коммуникаций и неправильного отвода талых и ливневых вод от здания. При проектировании рекомендовано учесть требования к проектированию зданий и сооружений в карстовых районах, а также выполнить водооградительные мероприятия.

Жилой 4-секционный панельный дом был запроектирован и посажен близко к краю южного склона участка, общая высота которого больше 11 м. Размещение секций дома по краю склона нарушило естественный водоотвод с площадки. Отмостка вокруг здания и водонесущие сети запроектированы без учета карстоопасности района и рекомендаций КуйбышевТИСИЗ.

Необходимость повторных инженерно-геологических работ возникла при строительстве секции №4 здания в 1988 г., когда при



Условные обозначения:

- Скв-474 / 83.90 — Разведочная скважина, её номер / Абсолютная отметка устья, м
- А-462 / 83.55 — Аудка, её номер / Абсолютная отметка устья, м
- С-37 / 83.05 — Артезианная скважина, её номер / Абсолютная отметка устья, м
- СЗ-8 / 83.05 — Скважина статистического зондирования, её номер / Абсолютная отметка устья, м

- — — — — Линия инженерно-геологического разреза
- Пр. № — — — — — Геоадиолокационный профиль, его номер
- — — — — Граница рыхлой зоны
- ① — — — — — Номер секции здания

Рис. 1. Выкопировка из генплана с обозначением всех геологических выработок, выполненных ТИСИЗ на площадке аварийного здания в 1984–2001 гг.

отрывке котлована в северо-западной его стенке была обнаружена карстовая полость, уходящая в сторону откоса по ул. Калинина. Было пробурено 7 скважин для выявления размеров карстовой полости. Полость у здания – на глубине 1,49 м от поверхности до 2,8 м со стороны улицы, т. е. наблюдался уклон полости в сторону понижения рельефа. Полость была заполнена цементным раствором.

Изыскания 2001 г. обусловлены появлением трещин в стенах секции 2 здания с последующими провальными деформациями грунтов, аварийными деформациями фундаментов в районе секций 2 и 3 и необходимостью разработки надежных противоаварийных мер. Главной причиной аварийной ситуации признана активизация карстовых процессов, спровоцированная исключением естественного водостока и утечками из водонесущих сетей при неправильной посадке здания на местности, а также неучетом карстоопасности района при проектировании. Работы по замене конструкций водонесущих сетей со стороны фасада здания в месте активных деформаций грунтов на новые, соответствующие требованиям проектирования в карстоопасных районах, были начаты немедленно. На обследуемой площадке вблизи здания было пробурено 18 скважин глубиной от 3,5 до 25 м, выполнены лабораторные исследования отобранных из скважин монолитов грунтов, статическое зондирование грунтов основания до глубины 2,8...8,6 м по 9 точкам и георадиолокационные исследования по 6 профилям.

Скважинами, пробуренными вблизи главного фасада со стороны дворовой территории, вскрыты доломитовая мука ( $eMz-KzP_2kz$ ) и выветрелый трещиноватый доломит  $P_2kz$  с гнездами и прослоями доломитовой муки.

Георадиолокационные исследования [4] подтвердили отмеченную при бурении трещиноватость пород и выявили расположение гнезд доломитовой муки и разрушенного до состояния щебня доломита. Зоны ослабления выявлены до глубины 27,5 м, связаны между собой или могут соединяться при дальнейшем разрушении в результате техногенных воздействий. Выявлены зоны повышенной влажности грунтов на глубине водоносного горизонта и на первом уровне террасы склона. Одна зона увлажнения соответствует водоносному

горизонту на глубине 15 м ниже поверхности и абсолютной отметке 81,07 м. Вторая зона повышенной влажности, расположенная на абс.отм. 83...84 м, является, вероятно, продолжением аналогичной зоны, выявленной бурением вблизи аварийного угла секции 2 здания на абс.отм. 86,30...81,0 м.

Грунтовые воды вскрыты на глубине 15,8...17,4 (абс. отм. 72,15...72,70 м). Нижняя их граница, по данным георадиолокации, – на глубине 23,4 м (абс. отм. 66,7 м).

Водовмещающие породы – трещиноватые доломиты. Подземные воды агрессивны к доломитам и способствуют их растворению. При подпитке техногенными и атмосферными водами процесс растворения пород ускоряется.

Местные сернистые воды способствуют активной коррозии трубопроводов водонесущих сетей и попаданию в грунт воды повышенной температуры и агрессивности, что также обуславливает разрушение пород и размягчение доломитовой муки с полной потерей прочности. При повышенной трещиноватости и содержании гнезд доломитовой муки и щебня в водонасыщенном состоянии прочность доломита снижается от 31 до 3 МПа. При небольшой начальной влажности в случае насыщения водой доломитовая мука проявляет просадочные свойства. Так, на глубине 1,6...3,8 м вскрыты прослои доломитовой муки, коэффициенты относительной просадочности которой  $\epsilon_{s1}$  при давлении 0,3 МПа составили соответственно 0,014 и 0,018.

Около места наибольших деформаций юго-западного угла под рыхлыми насыпными грунтами (от глубины 3,0 м) выявлена рыхлая зона доломитовой муки со щебнем доломита, водонасыщенная, с запахом канализации, распространенная до глубины 7,5 м. В пределах водонасыщенного рыхлого участка буровой снаряд проходил под действием собственного веса. Лабораторные исследования показали увеличение влажности доломитовой муки на этом участке от 11...20% до 22...33%. Начиная с глубины 12,1 м бурением вскрыта еще одна зона ослабленных водонасыщенных пород, которая соответствует водоносному горизонту. Доломитовая мука повышенной влажности с запахом канализации встречена и на глубине от 2,6 до 4,1 м от поверхности.

Вблизи угла аварийной секции 2 здания был расположен канализационный колодец. Со стороны фасада здания вблизи аварийного участка проходит теплотрасса. Коммуникации выполнены без учета повышенной агрессивности местных сернистых вод и карстоопасности региона. При обследовании подвала секции 2 отмечены нарушение непрерывности монолитных армированных поясов, а также следы активной коррозии труб внутренних коммуникаций вблизи аварийной зоны и многократных проливов воды в пределах подвала. Очевидно, что зона ослабления грунтов, выявленная бурением, образовалась в связи с аварийными утечками из водонесущих внутренних и наружных коммуникаций и канализационного колодца. Совмещение георадиолокационного профиля 2 с геологическим разрезом II-II в районе, соответствующем результатам бурения, показало совпадение зон ослабления, водонасыщения и размягчения водовмещающих пород (рис. 2).

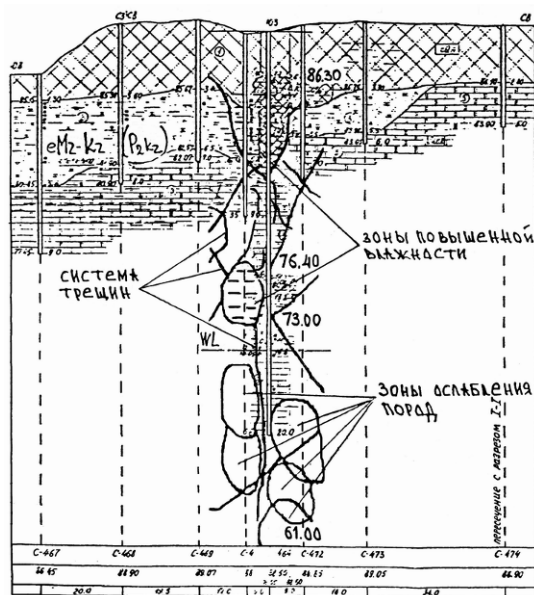


Рис. 2. Схема геологического разреза II, совмещенного с георадиолокационным профилем 2

Пересекающиеся полости, заполненные доломитовой мукой и рухляковым доломитом, являются своего рода сообщающимися тоннелями и при инфильтрации воды в грунт способствуют ее перемещению в пределах трещиноватого доломита. При этом образуются

новые карстовые полости. Выявленная профилем георадиолокационных исследований зона увлажнения на абс.отм. 83,40 м, вероятно, связана путями фильтрации с зоной увлажнения на аварийном участке – вблизи угла секции 2 (абс. отм. 86,30 м).

Следовательно, с учетом провала, образовавшегося под углом секции 2 и приведшего к аварийной ситуации, площадку нужно рассматривать как зону активных карстовых процессов.

Основные причины возникновения аварийной ситуации:

1. Здания аварийного жилого дома и водонесущие сети к нему запроектированы и построены без учета карстоопасности района.

2. Котлован оставался открытым в течение нескольких лет строительства, что способствовало накоплению талых и атмосферных вод, их фильтрации в сторону склонов.

3. Расположение здания вблизи откосов и поперек склонов нарушило условия естественного водостока поверхностных, атмосферных и талых вод с территории.

4. Расположение у края склона водонесущих коммуникаций (канализации, теплоцентрали) способствовало фильтрации в пригруженный зданием откос воды повышенной агрессивности (с повышенной температурой и химически загрязненной).

Все это создает предпосылки для возникновения локальных аварийных ситуаций и нарушения общей устойчивости склона.

Для предотвращения аварийной ситуации по специальным проектам были выполнены первоочередные работы по вывешиванию на сваи аварийного угла здания, затем – по повышению общей жесткости секций 2 и 3 с помощью поясов и стяжек; произведено тампонирующее цементование пустот и ослабленных зон в основании указанных секций (по результатам георадиолокационных исследований). Конструкции фундаментов были усилены с учетом возможного возникновения карстовых провалов.

Результаты геодезического контроля за осадками здания в период 2001–2004 гг. свидетельствуют об эффективности принятых мер. Было рекомендовано выполнение аналогичных работ для секции 1.

В Самаре и Самарской области, где широко распространены структурно-неустойчивые грунты, практически полностью отсутствуют наблюдения за осадками зданий.

Введение геомониторинга способствовало бы повышению качества проектных решений, внедрению прогрессивных технологий и конструктивных решений в фундаментостроение региона.

### Список литературы

*Отчет* по инженерно-техническому обследованию секций 1,2 и 3 аварийного жилого дома по ул.Калинина поселка Серноводск Сергиевского района Самарской области / ООО «ПАРЕКС». Самара, 2001.

*Технический отчет* об инженерно-геологических изысканиях на объекте: 80-квартирный жилой дом на курорте «Сергиевские минеральные воды», арх. №4436 / КуйбышевТИСИЗ. Куйбышев, 1984.

*Технический отчет* об инженерно-геологических изысканиях на объекте: 80-квартирный жилой дом на курорте «Сергиевские минеральные воды», арх. №5542/ КуйбышевТИСИЗ. Куйбышев, 1988.

*Технический отчет* об инженерно-геологических изысканиях на объекте: Аварийный 80-квартирный жилой дом в пос. Серноводск, арх. №7666/ ОАО СамараТИСИЗ. Самара, 2001.