

А. Л. ГОРДОН, канд. техн. наук,  
В. Д. ШАПОШНИКОВ, инж. (Моспроект-1)

## Система сигнализации карстовых явлений

Активизация в Москве карстово-суффозионных процессов, выразившаяся в возникновении ряда провалов и повреждений зданий, застала врасплох проектные и строительные организации, а также службы эксплуатации. Для вновь возводимых зданий были оперативно созданы «Временные указания по проектированию зданий в районах г. Москвы с проявлением карстово-суффозионных процессов», где нашли отражение различные защитные мероприятия.

В более сложном положении оказались ранее построенные здания, а также строящиеся объекты.

В частности, с 1973 по 1980 гг. осуществлялось строительство 16-этажного здания инженерно-лабораторного корпуса одного из научно-исследовательских институтов (ВНИИ телевидения и радиовещания). Инженерные изыскания, выполненные в 60-е годы, показали, что основанием для фундамента служат пески средней плотности. Фундаменты были запроектированы в виде лент из сборных блоков, объединенных монолитной железобетонной распределительной балкой. Само здание каркасное с навесными кирпичными стенами.

К моменту завершения строительства, после образования в районе застройки значительного карстового провала, Мосгоргеотрестом были проведены дополнительные инженерно-геологические изыскания и данный участок строительства отнесен к потенциально опасному по степени карстового образования.

Согласно «Временным указаниям» проектом должны быть предусмотрены мероприятия по защите здания от мгновенного разрушения и по эвакуации людей и имущества при образовании под фундаментом расчетной провальной воронки диаметром 6 м. Однако возведенные к моменту возникновения карстовой опасности конструкции здания не обеспечивали такой защиты. Следовало бы дополнительно произвести в смонтированном здании усиление конструкций, в частности, подземной части с помощью перекрестной системы монолитных балок высотой примерно в один этаж, что потребовало бы демонтажа установленных в подвале систем инженерного обеспечения, переноса их в другие помещения, серьезной переработке проекта. Все это вызвало бы задержку сдачи объекта на значительное время.

Другими средствами усиления (например, закрепление толщи песков, тампонирующее карстующихся пород и т. п.) московские подрядные организации в то время не владели, как не владеют и сейчас.

Для выхода из создавшегося положения авторами было предложено вместо усиления и реконструкции здания разработать систему оповещения о возникновении в основании здания разуплотнений и провалов грунта, чтобы в случае аварийной ситуации можно было своевременно эвакуировать людей и ценное оборудование и предпринять меры по предотвращению деформаций здания.

Это предложение было одобрено руководством Мосгорисполкома и рекомендовано в качестве экспериментального

внедрения на возводимом инженерно-лабораторном корпусе.

В 1980 г. была запроектирована автоматическая система оповещения о возникновении карстовых явлений, предназначенная для заблаговременного предупреждения дежурного персонала. Она состоит из датчиков-сигнализаторов, установленных в подвале здания в специальных приемках, расположенных в 20-ти точках контроля из расчета один датчик на 30...40 м<sup>2</sup> площади, и щита сигнализации, в котором размещена аппаратура для выдачи аварийного светового и звукового сигналов при срабатывании любого из 20-ти датчиков.

Датчик-сигнализатор (рис. 1) состоит из двух основных частей: неподвижной — стакана 1 из асбоцементной трубы диаметром 100 мм и подвижной — металлического щупа 2. На пластине стакана установлен контакт 3 магнитно-контактного сигнализатора типа СМК-1, а на пластине щупа — постоянный магнит 4. Щуп находится внутри стакана, закрепленного в фундаменте 5, нижняя часть щупа лежит на грунте 6.

В исходном положении подвижная и неподвижная части датчика находятся на расстоянии, примерно, 100 мм друг от друга. Зазор между ними может регулироваться с помощью стопорных гаек на щупе в пределах от 10 до 150 мм. Контакты всех датчиков подключены к щиту сигнализации.

При образовании в грунте под фундаментом здания провальных явлений, щуп под влиянием собственного веса опускается и подвижная часть датчика сближается с неподвижной. Если щуп опускается на величину больше критической,

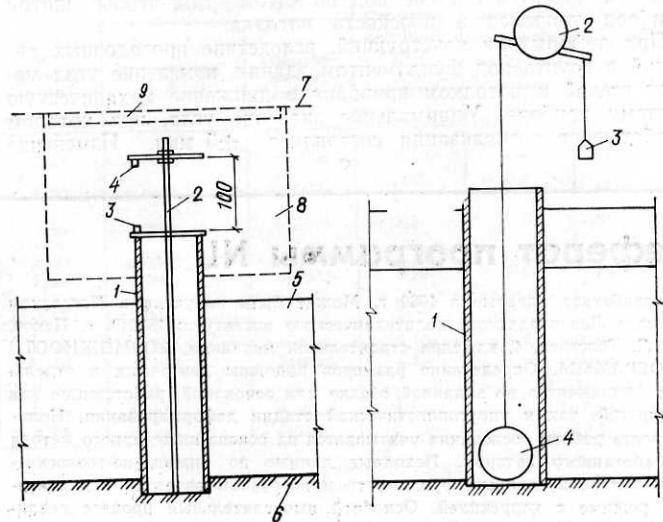


Рис. 1. Схема датчика-сигнализатора с магнитными контактами

Рис. 2. Схема датчика-сигнализатора поплавкового типа

контакт СМК-1 замыкается и на щите сигнализации загорается лампа, соответствующая номеру сработавшего датчика, и включается звуковой сигнал.

Специальная Инструкция информирует дежурный персонал о мероприятиях, которые необходимо провести при поступлении аварийного сигнала.

В случае обнаружения реальной опасности, необходимо организовать немедленную эвакуацию людей и ценного имущества, а также созвать компетентную комиссию для решения технических вопросов.

В 1980 г. система сигнализации карстовых явлений была смонтирована в подвале подготовленного к сдаче инженерно-лабораторного корпуса и была принята в эксплуатацию.

Щит сигнализации был установлен на пульте объединенной диспетчерской системы здания, где постоянно находится дежурный. Техническое обслуживание системы контроля предусматривало проведение, не реже одного раза в три месяца, осмотра датчиков-сигнализаторов и, не реже двух раз в год, их опробование.

Общая стоимость системы сигнализации не превысила 1000 руб. Многочисленные проводимые проверки показали, что за прошедшие восемь лет система сигнализации подтвердила свою работоспособность. О ее чувствительности к неравномерным оседаниям свидетельствует дважды происшедшее ее срабатывание на одном из зданий, где наблюдался частичный разрыв грунта из-за утечек из канализационных сетей.

Экономический эффект системы превысил 100 тыс. руб. Все вышесказанное позволило рекомендовать использование разработанного принципа в зданиях, возводимых в карстоопасных зонах.

Утвержденная Мосгорисполкомом в 1984 г. «Инструкция по проектированию зданий и сооружений в районах г. Москвы с проявлением карстово-суффозионных процессов» предлагает обязательное использование системы сигнализации на каждом объекте, возводимом в этих районах.

Однако примененный в экспериментальном порядке вышесказанный датчик-сигнализатор имеет некоторые недостатки:

1) конструкция его нестандартная и состоит из деталей, требующих индивидуального изготовления;

2) в исходном положении контакт его разомкнут, что затрудняет постоянный контроль за состоянием соединительных линий от датчика до щита сигнализации;

3) при глубине грунта под полом подвала здания более 2 м сложность изготовления и монтажа разъемного щупа датчика значительно повышается.

В 1982 г. институт «МосжилНИИпроект» разработал свою систему контроля за возникновением деформации в зданиях, расположенных в карстово-суффозионных зонах. Она состоит из датчиков угловых перемещений ДУП-1 и прибора-сигнализатора «Сатурн», обеспечивающего связь датчика с диспетчерским пунктом и аварийную сигнализацию.

В основу конструкции датчика угловых перемещений положен принцип усиления малых линейных перемещений. Датчик устанавливается в узле сопряжения конструкций, прилегающих друг к другу под углом 90° следующим образом: корпус прибора крепится к стене под потолком так, чтобы щиток прибора упирался в плоскость потолка.

При деформации конструкций, вследствие просадочных явлений в грунте под фундаментом здания, изменение угла между стеной и потолком приводит в движение механическую систему прибора. Минимальное значение угла, при котором срабатывает сигнализация составляет  $\pm 5$  мин. Изменение

угла на  $\pm 15$  мин принято за аварийное. Данная система была испытана при ремонте жилых домов по ул. Куусинена, причем в ней обнаружен ряд серьезных недостатков:

1) система не сигнализирует заблаговременно об отсадках грунта под фундаментом здания, а фиксирует лишь момент начала деформаций его конструкций (изменение угла между стеной и потолком);

2) датчик угловых перемещений ДУП-1 имеет сложную механическую конструкцию, требует дефицитных материалов, трудоемок в изготовлении и наладке, является дорогостоящим прибором.

3) контроль деформации здания требует применения большого числа датчиков.

4) прибор-сигнализатор «Сатурн» (стоимостью 70 тыс. руб.) серийно не изготавливается, капризен в эксплуатации, часто выходит из строя.

В итоге система оказалась малонадежной, сложной и дорогостоящей.

В целях устранения указанных недостатков в существующих системах сигнализации и учитывая трудности с размещением заказов на изготовление нестандартных конструктивных элементов системы, авторами совместно с отделом автоматики Моспроект-1 и Мослифт были разработаны и внедрены датчики-сигнализаторы на основе поплавкового реле типа РМ-51, серийно выпускаемые Киевским заводом «Промавтоматика» (рис. 2).

Предложенный прибор сходен по конструкции с экспериментальным (см. рис. 1) и также состоит из асбоцементной трубы 1, заделанной в фундамент, но в подвижной части вместо штока использована поплавковое реле 2, имеющее пружинный переключатель с ртутными контактами, установленными в корпусе реле. На оси переключателя закреплен рычаг, с одной стороны которого укреплен на тросе противовес 3, а с другой подвешен поплавок 4, опущенный в стакан 1 и свободно лежащий на грунте. Поплавок для увеличения собственного веса заполнен цементным раствором. В исходном положении рычаг повернут в сторону противовеса и контакт реле замкнут.

Замкнутые контакты всех датчиков соединены последовательно в общий шлейф, в цепь которого включено контрольное реле и подгоночное сопротивление, установленное в щите сигнализации.

При образовании в грунте под фундаментом здания осадочных явлений, поплавок под влиянием собственного веса опускается и поворачивает рычаг реле, контакт замыкается, контрольное реле обесточивается и своими контактами включает лампу «неисправность» на щите сигнализации и этот сигнал дублируется на ОДС.

Для определения номера сработавшего датчика на щите сигнализации предусмотрен щеточный переключатель на 24 положения. Перемещая этот переключатель с одного положения на другое, находят такое, при котором лампа контроля цепей на щите сигнализации перестает светиться. Номер этого положения переключателя и будет соответствовать номеру сработавшего датчика.

Питание схемы сигнализации осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц через автоматический выключатель, понижающий трансформатор и выпрямитель, собранный на диодах типа Д226Б по мостовой схеме.

Данная система смонтирована в жилых домах на Хорошовском шоссе и находится в опытной эксплуатации с января 1987 г.