

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОСНОВАНИЯ ПРИ ПРОЯВЛЕНИЯХ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Мулюков Э. И., д-р техн. наук, **Урманшина Н. Э.**,
канд. техн. наук., **Галимнурова О. В.**, канд. техн. наук.
(Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Россия)

В статье излагаются предложения по мониторингу отказов оснований плитных фундаментов при проявлении опасных геологических процессов – возникновения карстовой полости или лёссовой просадки. Для констатации образования сверхнормативных деформаций основания приводится техническое решение плитного фундамента с технологическими каналами. Оборудование технологических каналов индикаторами деформаций позволит моментально оповестить об образовавшейся полости.

The article presents the proposals for monitoring the failures of slab foundation basis in the event of dangerous geological processes (e.g. karst cavity or loess subsidence). The technical solution of the slab foundation with technological channels is proposed to state the formation of excess deformation of the basis. The equipment of technological channels with deformation indicators will allow to immediately notify about the formed cavity.

Аварийные деформации основания фундаментов, как правило, на локальном участке многократно превышают предельные деформации основания, являются нештатной ситуацией, называемой отказом, который наступает по вероятностному закону Пуассона, в соответствии с которым неизвестно место и время наступления нежелательного события. Причина отказов оснований технического характера подразделяются на два класса, включающие пять подклассов и 23 вида причин [1].

Отказы оснований возникают вследствие их деформаций при постоянстве расчетных нагрузок и в соответствии с теорией ползучести сплошных сред могут находиться в одной из трех характерных стадиях: 1) неустановившегося течения; 2) установившейся ползучести и 3) прогрессирующего течения [2]. В основании объекта (даже при постоянстве нагрузок) могут возникать аварийные деформации особого характера, заключающиеся в:

- нарушении сплошности основания,
- отрыве его от подошвы фундамента и в полном исчезновении несущей способности фундамента по грунту, что имеет место, например, при «всплытии» карстово-суффозионной глубинной полости под подошву фундамента,
- при просадке основания и/или ином исчезновении контакта между подошвой фундамента и основанием, воспринимающем нагрузки от фундамента.

Такие отказы предопределяются глубинными процессами в грунтовых толщах в зоне «пятна» здания в течение определенного времени и после формирования критической ситуации ($\sigma > R$ – дополнительные напряжения больше расчетного сопротивления основания) проявляются внезапно, носят вероятностный характер и свидетельствуют о локальной или полной потере геостойкости объекта.

В системе «основание – фундамент» наблюдается неразделимость нормально работающих основания и фундамента и сбалансированность давления фундамента и сопротивления грунтов основания. Увеличение нагрузки на фундамент вплоть до сверхнормативной, проявляется увеличением давления на основание, что с опозданием обнаруживается по нарушению целостности фундамента и по трещинам или перекосам закономерной конфигурации в конструкциях здания.

Всегда является сложной задачей осмотреть и изучить состояние грунтов под подошвой фундамента для диагностики фактического состояния отказавшего основания, отчего зависят составление аргументированного заключения, реставрация и включение в работу основания.

Для решения этой проблемы разработано техническое решение плитного фундамента с технологическими каналами. Предлагается в сложных грунтовых условиях использовать монолитные фунда-

менты с технологическими каналами, которые устраиваются при изготовлении фундаментов [3]. Стоимость выполнения таких каналов, включая инвентарные заглушки, незначительна. В то же время наличие в плитных, широколентных и иных простирающихся фундаментных конструкциях смотровых диагностических проёмов трудно переоценить, учитывая объём информации, которую можно получить с их использованием, а на несущую способность фундамента каналы не влияют ввиду их мизерных размеров по сравнению с площадями подошвы. Такие фундаменты с каналами актуальны не только при аварийных ситуациях, но и при решении вопросов возможности реконструкции объекта, надстройки, сноса и т.п.

Плитный с технологическими каналами фундамент работает следующим образом. В процессе эксплуатации здания (сооружения) технологические каналы, размещенные по сетке в габаритах плиты (ленты) (рисунок 1) позволяют осуществлять контрольный осмотр состояния контакта между грунтовым основанием и подошвой фундамента, обнаружить отказ основания и освидетельствовать возникшую пустоту, а также выполнить отбор проб грунта и воды, зондирование обрушенного грунта, глубинное бурение грунта и ликвидацию полости. В процессе эксплуатации здания (сооружения) каналы позволяют осуществить мониторинг состояния основания и фундамента и принять оперативные меры по ликвидации отказа основания с минимальными затратами и с высокой надежностью при ничтожной стоимости инвентарных пустообразователей, устанавливаемых в размеченных местах при бетонировании плиты.

Канал позволяет выполнить, например, такие действия: освещение полости (в случае ее возникновения); осмотр нарушенного контакта по вине исчезновения основания; зондирование, бурение, геофизическое обследование; отбор проб воды, обрушившегося грунта и горизонтов ненарушенного залегания; фото- и видеосъемка на всех этапах исследования и реставрации; трамбование обрушившегося основания; ликвидация полости; включение отреставрированного участка основания и фундамента в работу (рисунок 2).

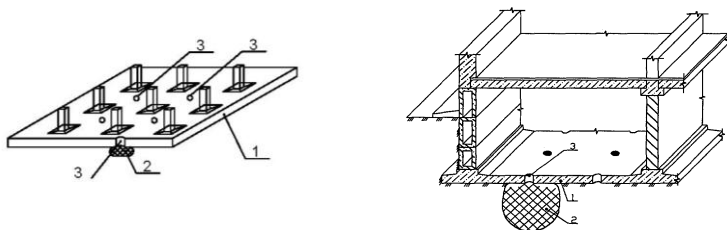


Рис. 1. Размещение технологических каналов на примере плитного фундамента:

1 – плитный железобетонный фундамент; 2 – возникший провал (пустота); 3 – технологический канал

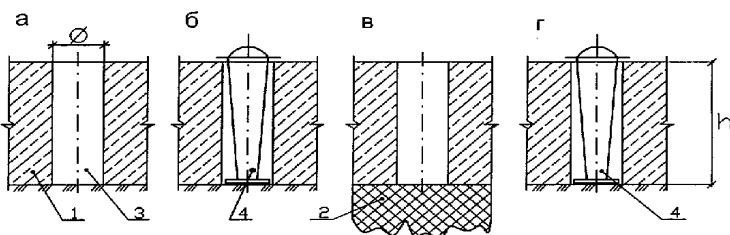


Рис. 2. Состояния канала при его использовании:

а – канал технологический в плите; б – канал закрыт заглушкой инвентарной;
в – канал открыт при провале (пустоте) под плитой; г – основание восстановлено;
1 – плита фундаментная; 2 – полость под плитой; 3 – канал технологический;
4 – заглушка инвентарная

Недостатком таких фундаментов является то, что они не приспособлены сигнализировать о моменте отрыва (провала) основания от подошвы фундамента – отказа – на первой стадии развития деформаций. На второй стадии происходит нарушение сплошности фундамента над зоной отказа основания. Начинаются его деформации с образованием трещин в растянутых зонах и сдвигов. На третьей стадии в несущих стенах над зоной отказа развивается паутина трещин арочного очертания, раскрытие которых затухает снизу вверх [4]. Обычно именно только эту третью стадию обнаруживают и начинают с опозданием принимать соответствующие меры. Количественное значение величины отказа основания в виде сверхнормативной деформации устанавливается по результатам геодезического нивелирования. Размеры оседания, просадки, провала и др.

деформаций основания устанавливаются прямым измерением. Деформации собственно фундамента и несущих стен фотографируются и наблюдаются по стенным маякам и маркам.

Фундамент с индикатором деформаций основания позволяет обеспечить своевременную автоматическую подачу сигнала о начавшихся деформациях основания на пульт соответствующей службы на первой стадии, т.е. в момент отрыва основания от подошвы с образованием зазора между основанием и фундаментом. Разработан фундамент, представляющий собой монолитную железобетонную плиту либо ленту, в которых выполнены на всю толщину плиты вертикальные технологические каналы либо оставлены штрабы (вырезы) в фундаментных сборных плитах, блоках, в которых размещаются индикаторы сверхнормативных деформаций, просядков, провалов в основании [5].

Для монтажа индикатора в канале (штрабе) его предварительно монтируют на съемной раме, закрепляемой в канале с комплектующими деталями. Индикатор снабжен катушкой с мерной струной, закрепляемой на нижней выпадающей крышке для определения размера деформации либо глубины провала основания.

Самопроизвольное отслоение основания от подошвы фундамента с образованием зазора между основанием и фундаментом возможно при «всплытии» карстовой полости под подошвой фундамента либо возникновении оседания, просадки и иных деформаций, возникающих в контактной зоне основания и фундамента.

Мгновенное реагирование на образование зазора между основанием и подошвой фундамента происходит в результате выпадения из индикатора его нижней крышки вслед за грунтом. При этом подается сигнал на пульт охраны или соответствующей коммунальной службы о возникновении отслоения основания от подошвы, проседания или провала в зоне соответствующего индикатора уже на первой стадии деформации [6].

Индикаторы, располагаемые в контактной зоне основания с требуемым шагом, обеспечат своевременную информацию о появляющихся деформациях основания, что позволит принять оперативные меры по снижению риска и по реставрации основания и фундамента, не дожидаясь развития видимых трещин в несущих стенах [6,7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Мулюков Э.И. Отказы оснований и фундаментов.//Росс.геотехника – шаг в XXI век. – М.:НИИОСП – 2007. – в 4-х томах. – с.511-515
2. Цытович Н.А. Тер-Мартirosян З.Г. Основа прикладной геомеханики в строительстве: Учебное пособие. –М.: Высшая школа, 1981. –317 с.
3. Плитный фундамент с технологическими каналами: пат. на полезную модель 65514 U1 Росс.Федерация: МПК E02D 27/34 (2006.1) Мулюков Э.И., Урманшина Н.Э., Готман А.Л. и др. RU.УГНТУ, БашНИИстрой – 2006108853/22; заявл. 20.03.2006; опубл. 10.08.2007, Бюлл.№22. – 6.с.: ил.3
4. Мулюков Э.И., Урманшина Н.Э. История строительства и ликвидации здания, построенного на палеокарстовых воронках.//Проблемы механики грунтов и фундаментостроения в сложных грунтовых условиях. Тр. Междун. науч.-техн. конф., посвящ. 50-летию БашНИИстроя. Т.2 «Фундаменты в сложных грунтовых условиях и противооползневые сооружения» – Уфа, БашНИИстрой, 2006. – с. 98-107.
5. Фундамент с индикатором сверхнормативных деформаций, просадок, провалов в основании: патент на изобретение Росс.Федерация: МПК E02D 27/34 (2006/01) / Мулюков Э.И., Урманшина Н.Э., Галимнурова О.В. и др. RU/УГНТУ. - 2012153611/03(085232); заявл. 11.12.2012. Реш. о выд. пат. на изобретение от 24.01.2014. 7с.: ил.2
6. Мулюков Э.И., Урманшина Н.Э., Галимнурова О.В., Фаттахов М.М. Фундамент с индикатором сверхнормативных деформаций просадок, провалов в основании//Материалы XVIII Международной научно-технической конференции «Проблемы строительного комплекса России»-УГНТУ, Уфа, 2014-83с.
7. Мулюков Э.И., Урманшина Н.Э., Галимнурова О.В. Фундаменты с возможностью мониторинга состояния основания.//Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции «Инженерно-геотехнические изыскания, проектирование и строительство оснований, фундаментов и надземных сооружений», Санкт-Петербург, 2017, с. 296-301