

КОНЦЕПЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ДЕФОРМАЦИЙ ПАМЯТНИКОВ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ

A CONCEPT OF ENGINEERING-GEOLOGICAL DIAGNOSTICS OF DEFORMATIONS OF ARCHEOLOGICAL AND CULTURAL MONUMENTS



https://e1.staticflickr.com/5/4115/4814642393_607c0ed5e5_b.jpg

ПАШКИН Е.М.

Профессор кафедры инженерной геологии гидрогеологического факультета Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ), д. г.-м. н., г. Москва, empashkin@yandex.ru

PASHKIN E.M.

Professor of the Department of Engineering Geology, Faculty of Hydrogeology, Ordzhonikidze Russian State Geological Prospecting University (MGRI-RSGPU), DSc (Doctor of Science in Geology and Mineralogy), Moscow, empashkin@yandex.ru

Ключевые слова:

инженерно-геологическая диагностика; причинно-следственные связи; деформации памятников архитектуры; управление сохранностью памятников архитектуры.

Key words:

engineering-geological diagnostics; cause-and-effect relations; deformations of architectural monuments; preservation management of architectural monuments.

Аннотация

Для разработки обоснованного проекта инженерной реставрации архитектурного памятника, учитывающей причинно-следственные связи, инженерно-геологическая диагностика играет важнейшую роль, позволяя объяснять наблюдаемые деформации. Автор считает, что такая диагностика должна стать самостоятельной частью инженерно-геологических исследований, обладать собственными методиками и служить основой для геологической составляющей инженерной реставрации памятников архитектуры. Это делает необходимым внесение изменений в технологию получения информации для надежного диагностирования состояния объектов культурного наследия. Внедрение этих изменений в практику реставрационных работ позволит полноценно обследовать техническое состояние архитектурных памятников и изучать снижение несущей способности их оснований.

Abstract

To develop a well-grounded project of engineering restoration of an architectural monument with taking cause-and-effect relations into account, engineering-geological diagnostics plays an important role, making it possible to explain the observed deformations. The author believes that such diagnostics should become an independent part of engineering-geological investigations, should have its own methods and should be a basis for the geological component of engineering restoration of architectural monuments. This requires changing the technology of information acquisition for reliable diagnostics of the state of cultural heritage objects. Introducing these changes into the restoration practice will makes it possible to carry out adequate surveys of the technical state of architectural monuments and to study the reduction of the bearing capacity of their soil bases.

Введение

Развитие прикладной инженерной геологии в России в последние десятилетия отчасти связано с необходимостью сохранения объектов культурного наследия как природно-технических систем, возраст которых составляет не одно столетие, в сложных природно-климатических условиях нашей страны. Это предопределило становление и развитие инженерной реставрации, одной из составляющих которой стала система направленных наблюдений за сохранностью несущих элементов архитектурных памятников и устойчивостью грунтов их оснований. Такие наблюдения являются основой для оценки состояния исследуемой системы в процессе реставрации и в послереставрационный период. Их можно отнести к исследованиям нового типа, направленным на изучение и понимание причинно-следственных связей для конструктивных элементов объектов культурного наследия, их грунтовых оснований и развивающихся там инженерно-геологических процессов.

Инженерно-геологическое изучение исторической природно-технической системы (ИПТС) «памятник истории и культуры — геологическая среда» с длительным сроком существования должно опираться на специфические методы оценки состояния этой системы. За длительное время между тем или иным объектом культурного наследия и геологической средой установились функциональные взаимосвязи, не раз подвергавшиеся воздействию случайных техногенных и природных факторов, что осложняет исследование и оценку сферы взаимодействия ИПТС.

Развитие инженерно-геологического диагностирования исторических природно-технических систем началось в условиях неподготовленности к проведению подобных исследований. К сожалению, в этом важнейшем направлении деятельности по сохранению объектов культурного наследия до сих пор окончательно не отработана методическая база. Отчасти это связано с большой сложностью и разнообразием объектов культурного наследия, что нашло отражение в таком важнейшем свойстве ИПТС, как неопределенность. Поэтому пока диагностирование подменяется стандартными инженерными изысканиями, а необходимые результаты исследований — не несущими нужной информации таблицами или картами. Бесперспективными оказались и попытки адаптировать традиционные методы инженерно-геологических изысканий к специфике работ на исторических территориях и напрямую использовать их при оценке деструкции объектов культурного наследия.

К настоящему времени в зависимости от уровня своего функционирования исторические природно-технические системы характеризуются разной степенью сохранности и устойчивости, что обусловлено, с одной стороны, их конструктивными особенностями, а с другой — непостоянством эксплуатационного режима и цикличностью воздействующих на них природных факторов. В течение столетий происходили изменения рельефа, гидрогеологических условий, гидрографической сети, а также формировались техногенные накопления, особенно в последнее столетие.

Во время своего существования памятники истории и культуры испытывали знакопеременные воздействия сложных природно-климатических условий России, приводившие к возникновению температурных напряжений в стенах. Промораживание и оттаивание увлаж-



Рис. 1. Криогенное выветривание кладки цоколя крепостной стены

ненных стен и фундаментов обусловили развитие криогенного выветривания кладки (рис. 1), криогенного пучения грунтов, характерных трещин в стенах в результате температурных деформаций грунтов оснований (рис. 2). При неравномерном прогревании и охлаждении в зависимости от альбедо и экспозиции в стенах возникли пластические деформации в виде изгибов (рис. 3), разрывы сплошности (рис. 4) либо развивалась усталость материалов фундаментов и грунтов оснований.

Все это определяло нарушение равновесного состояния исторических природно-технических систем и, как следствие, вызывало ухудшение условий их дальнейшего функционирования. По существу, объекты культурного наследия являются носителями «хронических заболеваний». К тому же они дошли до нас, не имея при себе не только «историй болезней», но и элементарных сведений о фундаментах, грунтах оснований и каких-либо работах по их укреплению, выполненных в прошлом.

Поэтому для сохранения памятников истории и культуры приходится решать широкий круг нетрадиционных задач. К ним относятся: съем техногенных накоплений с созданием элементов эвакуации атмосферных осадков; устройство «дышащих» отмосток, покрытий, лотков, дренажных сооружений, различных видов гидроизоляции; ликвидация растущих вблизи деревьев и кустарников; укрепление грунтов оснований, фундаментов, стен с помощью инъекций укрепляющих растворов. В последнее время также разработаны технологии: подъема и передвижки зданий памятников; устройства подземного пространства под ними для оптимизации условий их взаимодействия с геологической средой; защиты материалов кладки от воздействия деструктивных биообъектов и других факторов.

Многие факторы, воздействующие на исторические памятники, сами по себе могут не представлять особого научного интереса, но в общей структуре процессов они могут быть неотъемлемыми элементами причинности событий и все равно быть важными для диагностики [1].

Сущность и задачи инженерно-геологической диагностики

Решение задач инженерно-геологической диагностики требует целенаправленного исследования условий взаимодействия между элементами ИПТС для принятия необходимых управленческих решений. Использование

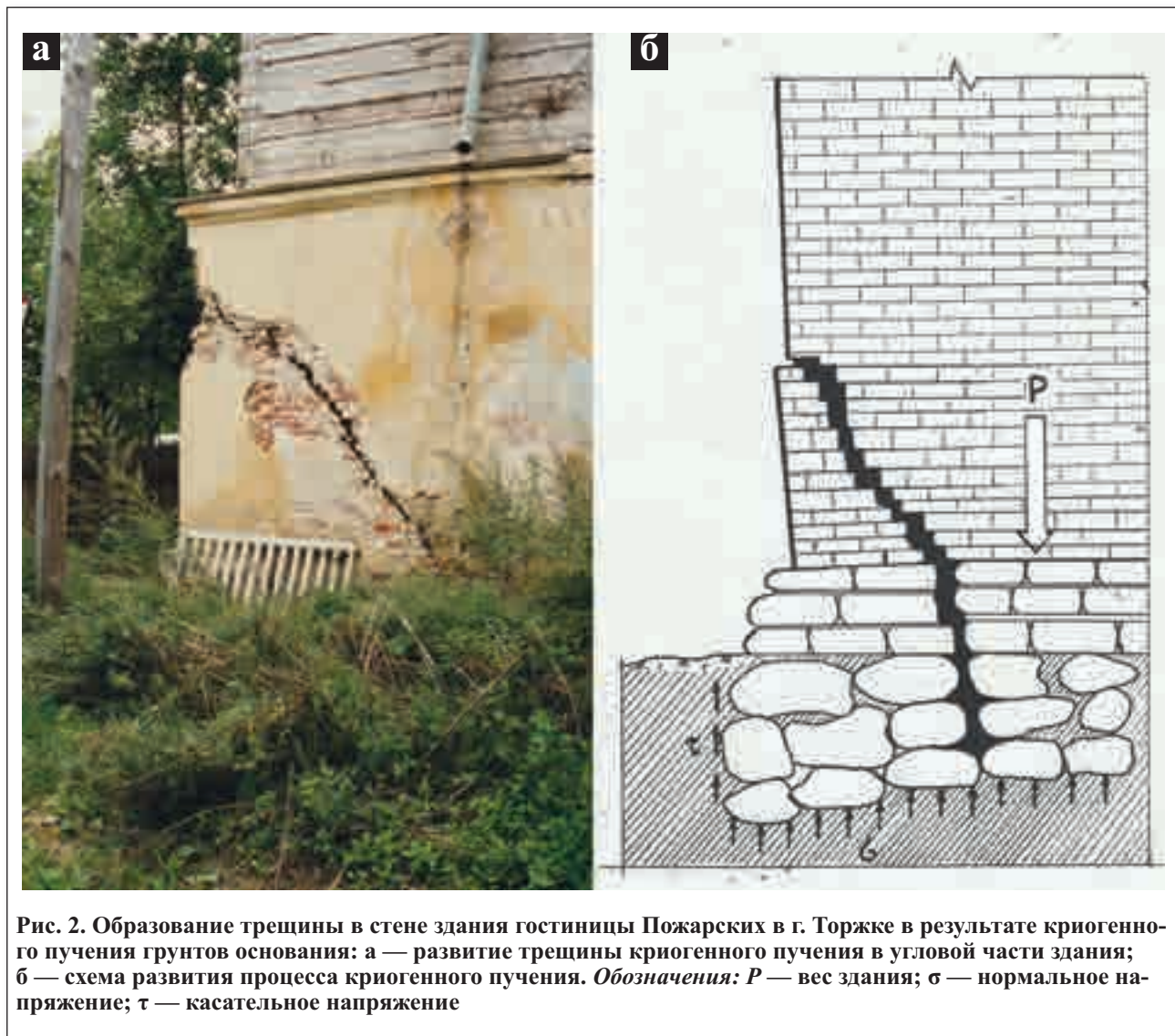


Рис. 2. Образование трещины в стене здания гостиницы Пожарских в г. Торжке в результате криогенного пучения грунтов основания: а — развитие трещины криогенного пучения в угловой части здания; б — схема развития процесса криогенного пучения. *Обозначения:* P — вес здания; σ — нормальное напряжение; τ — касательное напряжение

медицинского термина «диагностика» здесь неслучайно — он давно уже вышел за рамки медицины и применяется в технике в отношении распознавания отклонений от нормы, что необходимо для предотвращения деформаций и аварий.

Диагностика при обследовании состояния объекта культурного наследия включает в себя два вида действий — оценку результатов наблюдений и прогноз развития деформаций, которые без анализа причинно-следственных связей бессмысленны. Поэтому диагностика становится важнейшим этапом в выборе стратегии управления сохранностью объектов культурного наследия.

«Грамматика» исследований объектов культурного наследия и диагностика их состояния должны формировать свои правила, отличающиеся от таковых из нормативной базы инженерных изысканий и во многом основанные на использовании информации обратной связи для исторических природно-технических систем. В данном случае обратная связь рассматривается как способ получения информации о протекании длительных дестабилизирующих процессов в результате взаимодействия связанных между собой подсистем ИПТС, на основании которой вырабатываются прогнозный диагноз и управляющие воздействия. Эта информация должна отражать суть сложившихся взаимосвязей между элементами исторической системы в рамках их

структуры, способной влиять на сохранность и устойчивость объекта.

В 80-е годы прошлого столетия автором впервые в России были разработаны основные правила инженерно-геологического диагностирования состояния памятников архитектуры [4]. В общем виде они ограничивались правилами сбора и анализа историко-архитектурной и инженерно-геологической информации для территории объекта культурного наследия. Они предназначались для выявления изменений условий в сфере взаимодействия памятника истории с геологической средой и нахождения слабых звеньев, возникших за период его существования. При этом особая роль отводилась специальным исследованиям для получения необходимой информации обратной связи, используемой при интерпретации характера проявившегося следствия, что позволяло выйти на определение причины разрушения объекта культурного наследия. Иногда такие исследования носят аналитический характер, позволяющий мысленно объединить разделенные во времени процессы и явления, повлиявшие на сохранность объекта. Эти факты позволяют раскрыть историю возникновения и развития деформаций исторического здания и установить соответствующие причинно-следственные связи. Примером может служить история нанесения ущерба Успенскому собору Рязанского кремля и стенам Кирилло-Белозерского монастыря [3].

Условия сохранности памятников архитектуры, обусловленные многовековыми естественными изменениями исторических территорий, осложняются развитием техногенных процессов. Скрытый характер протекания этих процессов и неполнота знаний о них долго не позволяли выявлять направленность их действия и масштабы изменений в структуре грунтов оснований и несущих конструкций памятников архитектуры и ИПТС в целом. Эти изменения могут проявляться в виде трещин, возникающих при осадочных, распорных или температурных деформациях, в виде прогибов или изгибов стен, нарушений кривизны арок и сводов, выщелачивания цементующих смесей, десквамации кирпичной кладки, переувлажнения стен и цоколей, их биопоражения, аккумуляции вод внутри фундаментов и под ними, накопления техногенных грунтов [3]. Эти результаты действия скрытых процессов замечаются лишь после возникновения их следствий — тех или иных деформаций памятника архитектуры или деструкции грунтов основания.

Особенность исторической природно-технической системы заключается в том, что ее структура отличается от структур составляющих ее элементов, объединение которых в одно целое не является простым сложением. ИПТС представляет собой качественно иное целое (вспомним слова Аристотеля о том, что «целое важнее частей, его составляющих», а также слова Л. Мюллера о том, что целое являет собой «продукт этих частей» [2]). В таком случае мы вынуждены прибегать к изучению проявлений системных свойств, то есть свойств, которых нет у каждого из отдельно взятых элементов ИПТС. Это предопределяет необходимость оценки именно совместной работы несущих конструкций памятника архитектуры и грунтов его основания и взаимодействий между ними на основе изучения реальных процессов и явлений, отражающих сложившиеся условия взаимосвязи объекта с природно-климатическими факторами и геологической средой.

Таким образом, при диагностике не только должны использоваться методы исследования рассматриваемых бинарных исторических систем, но должны также измеряться характеристики состояния взаимосвязанных элементов ИПТС.

Однако проведение физических измерений — лишь начальный этап диагностики. Наиболее существенным является следующий этап — интерпретация полученных данных. По косвенным данным инженер-геолог должен дать оценку состояния взаимосвязанных элементов системы, не поддающегося непосредственному измерению. Подобное сходно решению обратных задач, которое при диагностировании базируется на интерпретации результатов наблюдений и зачастую на выявлении слабых звеньев. При этом методы обработки косвенной информации могут быть достаточно сложными. Следовательно, достоверное восстановление картины взаимодействий для ИПТС во многом будет зависеть от квалификации и интуиции инженера-геолога.

Необходимо отметить, что сам по себе термин «диагностирование» определяет всего лишь действие, а не суть раскрытия причинно-следственных связей. Те, кто пытается провести диагностирование с помощью осмысления результатов стандартных изысканий, опираясь, например, на показатели свойств грунтов, которые не с чем сравнивать из-за срока давности работы основания, не понимают истинную ценность причинности событий.



Рис. 3. Изгиб крепостной стены и образование трещины в результате температурных деформаций при ее нагревании

Инженерные исследования на объектах культурного наследия должны выполняться не традиционными для инженерной геологии методами, а путем изучения причинно-следственных связей между конструктивными элементами и инженерно-геологическими процессами в сфере взаимодействия. В рамках инженерно-геологической диагностики такой подход требует расширения приложений инженерной геологии в области сохранения архитектурного наследия. Это требование в первую очередь относится к изучению и осмыслению результатов взаимодействий для последующего использования итогов этой работы в управлении сохранностью памятников.

Получаемый при исследованиях эмпирический материал должен расширять представления о природе процессов, протекающих между элементами ИПТС, и о степени их поражения тем или иным «заболеванием» для принятия необходимых технических решений по стабилизации системы. В этом случае мы и сталкиваемся с таким междисциплинарным понятием, как диагностика, направленная на выявление причин нарушения сохранности и устойчивости ИПТС, но в течение длительного периода существования памятников архитектуры не проводившаяся. С привлечением диагностики мы фактически с чистого листа начинаем вести «историю болезней» объектов культурного наследия.



Рис. 4. Образование трещины при охлаждении крепостной стены в результате релаксации температурных напряжений

В связи с этим инженерно-геологическое диагностирование причин деформаций памятников архитектуры как особый вид деятельности должно иметь разработанную методологию исследований. В работе [3] были рассмотрены случаи расшифровывания причинно-следственных связей при диагностировании деформаций объектов культурного наследия, позволившие при использовании специального объяснительного принципа теории отражения «снимать» ценную информацию с видимых или предполагаемых в прошлом событий.

Ранее подобный вид деятельности был включен в разработанную, но не утвержденную пятую редакцию свода реставрационных правил СРП-2007 «Рекомендации по проведению научно-исследовательских, изыскательских, проектных и производственных работ, направленных на сохранение объектов культурного наследия народов Российской Федерации». Однако этот нормативный документ, по сути, регламентировал стандартную форму ведения изыскательских работ и не учитывал специфику диагностирования. В будущем подходить к инженерно-геологическому изучению исторических территорий с такой стереотипной матрицей изысканий недопустимо.

В рассматриваемой области деятельности инженерная геология приобретает определенное диагностическое «амплуа», которому в первую очередь должен соответствовать уровень профессионализма и универсальности специалистов, поскольку методы исследований здесь имеют специфичную адресную направленность. Подобные требования следует отнести и к специали-

стам, принимающим решения по стабилизации ИПТС техническими средствами в рамках проведения инженерной реставрации. Они должны быть надежными «врачевателями». В основу их деятельности должны быть положены «гомеопатические» принципы: во-первых, принцип реституирования (возвращения утрат) несущих элементов системы должен стать одним из главных, а во-вторых, это «лечение» необходимо осуществлять дозированными техническими средствами.

Для разработки обоснованного проекта инженерной реставрации, учитывающей причинно-следственные связи в ИПТС, инженерно-геологическая диагностика играет важнейшую роль, позволяя объяснять наблюдаемые признаки деформаций. Она должна стать самостоятельной частью инженерно-геологических исследований, обладать собственными методиками и служить основой для геологической составляющей инженерной реставрации памятников архитектуры. Это делает необходимым внесение изменений в технологию получения информации для надежного диагностирования состояния объектов культурного наследия. Внедрение этих изменений в практику реставрационных работ позволит полноценно обследовать техническое состояние конструкций архитектурных памятников и изучать снижение несущей способности грунтов их оснований.

Заключение

Причины деформаций несущих конструкций объектов культурного наследия обуславливают достаточную сложность познания и оценки внутренних свойств и состояния этих целостных сооружений во взаимодействии с геологической средой. Поскольку свойств целого нет в отдельности у каждого из элементов системы, состояние объекта при деформировании отражается в общем виде, а причины деформаций остаются неизвестными. Неопределенность в оценке причин часто приводит к принятию принципиально неверных решений. Поскольку устойчивость объектов культурного наследия тесно увязана со стабильностью и надежностью геологической среды, то необходимо обоснование использования методов создания безопасных ситуаций, приемлемых для конкретных исторических территорий, на базе инженерно-геологической диагностики.

Разработка метода диагностирования причинно-следственных связей, формирующихся в подземной составляющей исследуемой ИПТС, потребует решения следующих задач:

- 1) усовершенствование методов изучения обратных связей в структуре сферы взаимодействия;
- 2) совершенствование оценок состояния объектов культурного наследия для конструктивного осмысления принимаемых решений;
- 3) оценка возможности принятия верного решения по имеющейся информации.

Эти задачи могут быть решены при условии, что инженерно-геологические исследования исторических территорий будут нацелены только на сохранение объектов культурного наследия. Вторым условием, позволяющим в будущем успешно решать указанные задачи, послужит переход от ошибочных методов экстенсивных исследований исторических территорий к интенсивным исследованиям, сосредоточенным на изучении изменений структуры глубинных охранных зон, обуславливающих формирование дефицита несущей способности оснований [5].

Решение предложенных задач потребует создания концептуальной основы для интерпретации проявленных деформаций, которая должна опираться на:

- методы исследования в шурфах причинно-следственных связей для явлений, наблюдаемых в подземной составляющей исследуемых систем;
- решения в пределах сферы взаимодействия ряда гидрогеологических, теплофизических, геохимических и других задач;

- надежный аппарат оценки состояния фундаментов и грунтов основания;
- оценку возможности по полученной информации принимать верные решения по сохранению и обеспечению устойчивости объектов культурного наследия.

Совершенствование инженерно-геологической диагностики позволит в будущем однозначно выявлять причинные связи при исследовании деформаций. 🌐

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Коришонов А.М.* Теория отражения и творчество. М.: Политиздат, 1971. 255 с.
2. *Мюллер Л.* Инженерная геология. Механика скальных массивов. М.: Мир, 1971. 254 с.
3. *Пашкин Е.М.* Инженерно-геологическая диагностика деформаций памятников архитектуры. СПб.: Изд-во ПИ «Геореконструкция», 2013. 333 с.
4. *Пашкин Е.М., Бессонов Г.Б.* Диагностика деформации памятников архитектуры. М.: Стройиздат, 1984. 157 с.
5. *Пашкин Е.М., Кувшинников В.М., Никифоров А.А., Пономарев В.В.* Природа формирования дефицита несущей способности и специфика инженерной защиты // Геозкология. 1996. № 6. С. 3–18.

ЭЛЕКТРОННАЯ ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛЫ

«ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ», «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ»,
«ГЕОТЕХНИКА» И «ГЕОРИСК»



Лузганов Григорий
+7 (495) 210-89-92
PR@GEOMARK.RU
WWW.GEOMARK.RU

www.geomark.ru