

УДК 550.34:902/904

DOI: 10.23671/VNC.2019.1.26794

Комплекс деформаций строительных конструкций в греческом археологическом памятнике «Госпиталь», г. Керчь, Крым

А. М. Корженков¹, д. г.-м. н., А. Н. Овсяченко¹, к. г.-м. н., Н. Ф. Федосеев²,
к. и. н., А. С. Ларьков¹

¹ФГБУН Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, Россия, 123995,
г. Москва, ул. Б. Грузинская, д. 10, стр. 1, e-mail: korzhenkov@ifz.ru.

²ФГБУН Институт археологии Крыма РАН, Россия, 295007, Республика Крым,
г. Симферополь, пр-т Академика Вернадского, д. 2.

Аннотация: Поселение «Госпиталь» было обнаружено в 1989 году и в 1989-90, 1992 гг. проводились археологические работы. Поселение «Госпиталь» занимало вершину и склоны небольшого пологого холма, расположенного на правом берегу р. Джарджавы. Раскопками в 2017 году было исследовано 1815 квадратных метров, на остальной части практически уничтоженного памятника продолжались вести археологические наблюдения. В результате были открыты как наземные жилые каменные конструкции, так и заглубленные в землю – землянки. Наличие поселения вблизи погребального комплекса – Госпитального кургана, нонсенс для эллинского мира. В античности никогда греки не устраивали поселение рядом с погребением. Да и во всей округе Пантикапея, нет ни одного сельского поселения. Разгадка кроется в комплексе Госпитального кургана – он полностью синхронен поселению. Следовательно, поселение «Госпиталь» не сельская усадьба, а поселение строителей курганов. Это подтверждают выявленные остеологами следы использования лошадей и крупного рогатого скота на тяжелых работах. Нами был выявлен комплекс деформаций строительных конструкций, имеющийся в археологическом памятнике «Госпиталь», современный город Керчь, Крым. Наряду с обнаруженными скелетами человека и коровы, заваленными обломками, упомянутые разрушения и повреждения свидетельствуют о сейсмическом источнике разрушений. Местная интенсивность сейсмических колебаний, судя по очень сильной степени разрушений и значительному отбросу каменных обломков, была не менее $I \geq IX$ баллов по Шкале MSK-64. Эпицентр (очаг) сейсмических колебаний, судя по степени разрушений и отсутствию систематики в их проявлении в стенах определенных ориентировок, располагался поблизости от археологического памятника. Однако общая картина разрушений осложнена катастрофическими грязе-вулканическими деформациями земной поверхности. Возраст сейсмических деформаций последнего сильного сейсмического события, приведшего к полному разрушению археологического памятника и его оставлению древними насельниками, судя по анализу археологических находок – IV-III вв. до н. э.

Ключевые слова: сейсмические деформации, археологические памятники, древние землетрясения, кинематические индикаторы, Боспорское Царство, Керчь, Крым.

Благодарности: Приведенные в статье исследования проведены при финансовой поддержке грантов РФФИ 18-05-01004 и 18-35-00521, а также Государственной поддержки научных программ ИФЗ РАН. Благодарим археологов Алексеева А. В., Двуреченскую Н. Д., Двуреченского О. В., Рукавишникову И. В. (ИА РАН) за полевые дискуссии и обсуждение результатов.

Для цитирования: А. М. Корженков, А. Н. Овсяченко, Н. Ф. Федосеев, А. С. Ларьков. Комплекс деформаций строительных конструкций в греческом археологическом памятнике «Госпиталь», г. Керчь, Крым // *Геология и геофизика Юга России*. 2019. Том 9 № 1. С. 135-149. DOI: 10.23671/VNC.2019.1.26794.

Введение

За последние 250 лет, охватывающих исторический и инструментальный периоды сейсмической истории, Керченский полуостров не подвергался сильным землетрясениям. Однако, следы сейсмического воздействия не раз фиксировались при раскопках античных памятников. Для античного периода из письменных источников известно о землетрясении 64/63 гг. до н. э. По сообщению Диона Кассия [Cassius, 1914] землетрясение было столь сильным, что разрушенными оказались несколько городов. Большая часть приморских сооружений и отдельные участки многих городов в районе современного Керченского пролива оказались затопленными [Блаватский, Кошеленко, 1963; Никонов, 1998]. Весьма возможно, что в их числе оказались Акра, Кызаульское поселение, частично Китей [Корженков и др., 2016; Овсяченко и др., 2017; Molev et al., 2018 и др.].

О каком-то землетрясении сообщает Феопомп Синопский: «В Киммерийском Боспоре при внезапном землетрясении расселся один холм и выбросил кости огромных размеров... окрестные варвары бросили эти кости в Меотическое болото». А. А. Никонов и Э. А. Вангейгейм [Никонов, Вангейгейм, 1991] предполагают, что это землетрясение произошло в IV-II вв. до н. э. на азовском побережье Таманского п-ова.

В. П. Толстик [1999] неоднократно при раскопках античного Пантикапея (г. Керчь) фиксировал различные следы сейсмического воздействия. Так, в 1996 году при исследовании башни II западного фронта обороны акрополя Пантикапея В. П. Толстик зафиксировал разрушения и пожар около середины III в. до н. э., причиной которых по его предположению могло стать землетрясение. В. П. Толстик также пишет, что причиной разрушения ряда монументальных построек на акрополе Пантикапея, включая и здания, входившие в ансамбль базилики, стало землетрясение во 2-ой четверти III в. до н. э.

Уточнить сведения об этом землетрясении позволяют последние раскопки на Керченском п-ове. В 2017 году археологическая экспедиция под руководством И. В. Рукавишниковой (Институт археологии РАН, г. Москва) проводила охранные раскопки поселения «Госпиталь» (полевые исследования под руководством Нигоры и Олега Двуреченских) (рис. 1). Поселение «Госпиталь» было обнаружено в 1989 году Н. Ф. Федосеевым и им же в 1989-90, 1992 гг. проводились археологические работы. Поселение занимало вершину и склоны небольшого пологого холма, расположенного на правом берегу р. Джарджавы при вхождении в ее долину небольшой балки. Общая площадь памятника составляла около 9000 кв. м. Раскопками в 2017 году было исследовано 1815 квадратных метров, на остальной части практически уничтоженного памятника велись археологические наблюдения [Рукавишникова и др., 2018]. В результате были открыты как наземные жилые каменные конструкции, так и заглубленные в землю – землянки. Наличие поселения вблизи погребального комплекса – Госпитального кургана, нонсенс для эллинского мира. В античности никогда греки не устраивали поселение рядом с погребением. Да и во всей округе Пантикапея, нет ни одного сельского поселения. Разгадка кроется в комплексе Госпитального кургана (раскопан в 2017 году экспедицией И. В. Рукавишниковой) – он полностью синхронен поселению. Следовательно, поселение Госпиталь не сельская усадьба, а поселение строителей курганов. Это подтверждают выявленные остеологами следы использования лошадей и крупного рогатого скота на тяжелых работах.

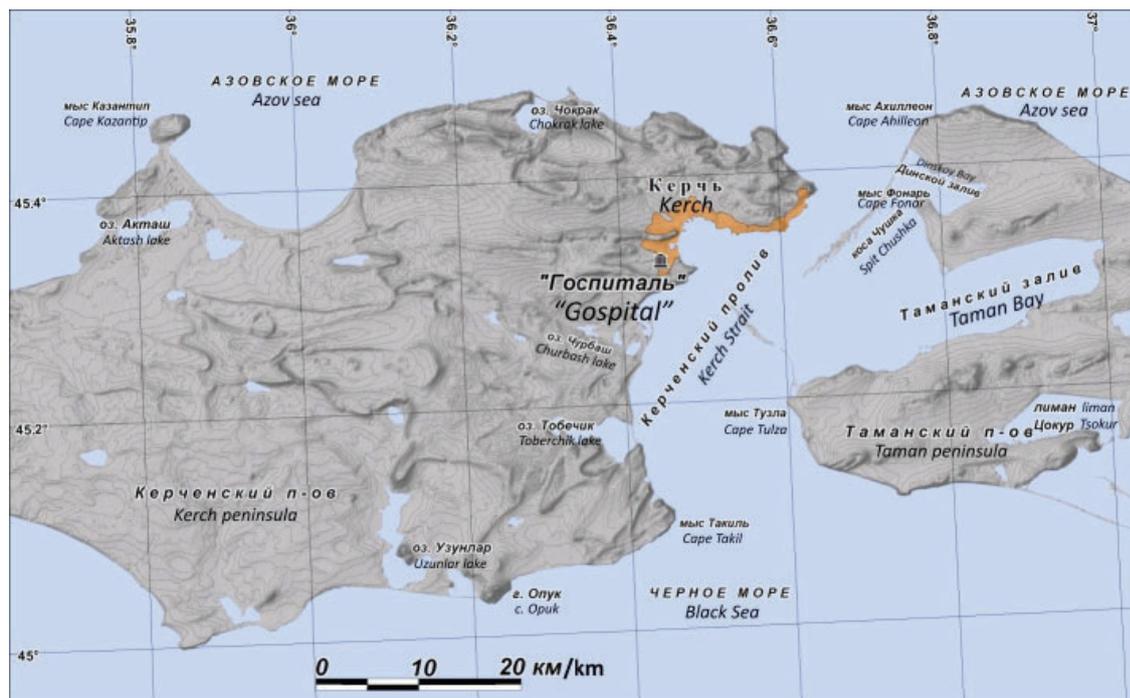


Рис. 1. Схема расположения поселения «Госпиталь» на восточном окончании Керченского полуострова /

Fig. 1. Location map of the "Gospital" settlement at the eastern end of the Kerch Peninsula

Предполагается, что в Госпитальном кургане был захоронен Сатир II, погибший в 309 году до н. э. Именно этим временем датируются последние клейма на синопских транспортных амфорах, которые поступали на поселение. Правда известно одно клеймо магистрата Пасихара 1, которое датируется чуть поздним временем – 302 г. до н. э. Весьма возможно, что рубежом IV/III вв. до н. э. датируются еще несколько артефактов. Вероятно, что с захоронением царя основные постройки на поселении были заброшены, но кто-то еще заполнял котлованы землянок мусором. То есть жизнь затухала на поселении постепенно. Рубежом IV/III вв. до н. э. датируется завал землянки (строительный комплекс № 3), где под камнями найден скелет коровы и человека. Антропологи (д. и. н. М. В. Добровольская и к. и. н. И. К. Решетова – оба из Института археологии РАН) отметили наличие травмы на черепе мужчины 25-35 лет, которую он мог получить в результате обрушения здания или других обстоятельств. На правой теменной кости обнаружены следы сильного удара, который привел к образованию трещин по всей теменной кости, а также сформировал сквозное отверстие основными размерами 32 мм на 29 мм. Следов заживления не было обнаружено, а характер удара не находит соответствия ни с каким оружием [Рукавишникова и др., 2018].

В процессе полевых работ нами использовался «стандартный» комплекс исследований, применяемых в археологии, археосейсмологии и палеосейсмологии. Этот комплексный подход неоднократно описывался и применялся нами при изучении древних памятников Ближнего Востока, Средней Азии и Кавказа [Korzhenkov, Mazor, 1999; Корженков, Мазор, 2001; Korjenkov, Schmidt, 2009 и многие др.]. В последние годы упомянутый комплекс исследований успешно использовался при изучении древних памятников Крыма [Винокуров и др., 2015; Корженков и др., 2016, 2018; Овсяченко и др., 2017; Хапаев и др., 2016; Molev et al., 2018 и многие др.].

Чтобы не повторять неоднократно одно и то же, мы отсылаем читателей к нашим ранним работам.

Результаты археосейсмологических исследований и их обсуждение

Наиболее очевидными свидетельствами сейсмических деформаций в пораженных землетрясениями археологических памятниках являются систематические – **однонаправленные наклоны, выдвигания и обрушения древних стен** [Korzhenkov, Mazor, 1999; Корженков, Мазор, 2001]. Сейсмические колебания очень быстро распространяются от их источника – очага / разрыва сильного землетрясения, вовлекая в свое движение грунты, а также нижние части строительных сооружений. Верхние же части строительных конструкций из-за силы инерции отстают от этих движений и наклоняются, выдвигаются и обрушаются (обычно) в сторону источника колебаний – сейсмического разрыва.

Подобным образом повели себя субширотные стены строительного комплекса 3 (рис. 2). Только, по-видимому, при очень сильных сейсмических колебаниях мог произойти подобный сильный отброс обломков стен в северном направлении: отдельные обломки северной стены отлетели на расстояние до 8 м, а с южной стены – до 3 м в том же направлении. Следует отметить, что дальнейшему отлету обломков с южной стены помешала, по-видимому, смежная – северная стена: она оказалась преградой. Заметно, что стены сильно «расселись» при сотрясениях. Видимая высота обеих стен над днищем раскопа 27 мая 2017 г. была 1,00 м, толщина в нижней – сохранившейся части – 0,70 м.

Другой пример деформаций, возникающих при воздействии сейсмических колебаний перпендикулярно простирацию вытянутых стен – это их выгибания в плане. Подобные строительные повреждения возникают при относительной свободе



Рис. 2. Общий план городища «Нижний госпиталь». Снимок ориентирован на запад (из Отчета археологических раскопок памятника «Поселение Госпиталь-1») /

Fig. 2. The general plan of the settlement “Nizhnyi Gospital”. The picture is oriented to the west (from the Report of the archaeological excavations of the monument Settlement “Gospital-1”)

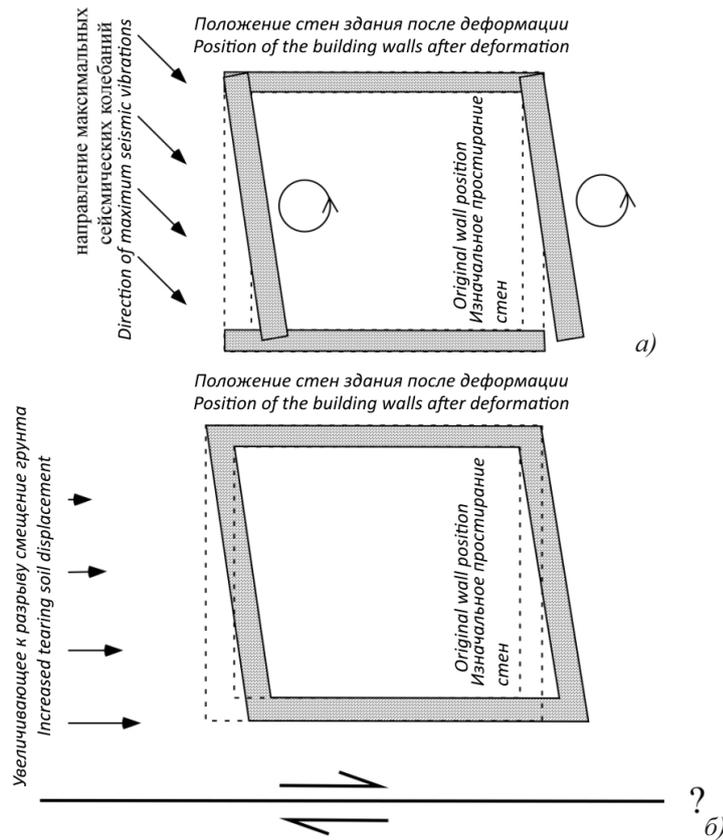


Рис. 3. Схематическая модель образования трапецевидной в плане формы изначально прямоугольного здания вследствие: а) систематических разворотов параллельных стен, б) увеличивающегося однонаправленного смещения грунта /

Fig. 3. A schematic model of the trapezoid shape formation in plan of an initially rectangular building in consequence of: a) systematic reversals of parallel walls, b) increasing unidirectional displacement of soil /



Рис. 4. Непрямоугольное положение стен в строительном комплексе 3: Острый угол между северной и западной стенами – 60°, тупой угол между западной и южной стенами – 125°. Южная стена изломана и повернута против часовой стрелки на 75°, по-видимому, в связи с сильным течением грунта в восточной части комплекса. Фотография 26 мая 2017 г. Вид на запад /

Fig. 4. The non-rectangular position of the walls in the building complex 3: The acute angle between the north and west walls – 60°, the obtuse angle between the western and southern walls – 125°. The southern wall is warped and turned anticlockwise by 75°, apparently due to the strong flow of soil in the eastern part of the complex. Photo May 26, 2017 View to the west

колебаний в центральной части стены, в то время как ее крайние части закреплены смежными – перпендикулярными стенами [Korjenkov, Schmidt, 2009]. Так, перпендикулярная – западная стена строительного комплекса №3 имеет подобный тип деформации: она латерально выгнута в плане на запад до 80 см.

Вращения отдельных строительных блоков, кирпичей, камней или постаментов колонн, а также значительных фрагментов стен или всей стены целиком часто наблюдаются в сейсмически пораженной области. Вращение вызывается сдвиговой парой сил, приложенной к плоскому элементу конструкции. Максимальное суммарное сейсмическое воздействие, направленное параллельно к простиранию стен или перпендикулярно к его стенам, приведет к обрушению, смещению или наклону без вращения. Вращение будет иметь место в случаях, где главные напряжения приложены под углом к элементу конструкции и результирующие сдвиговые напряжения высоки. Таким образом, развернутые элементы, находящиеся на перпендикулярно ориентированных стенах, должны иметь противоположное направление вращения, если сейсмический толчок прошел вдоль биссектрисы между двумя стенами.

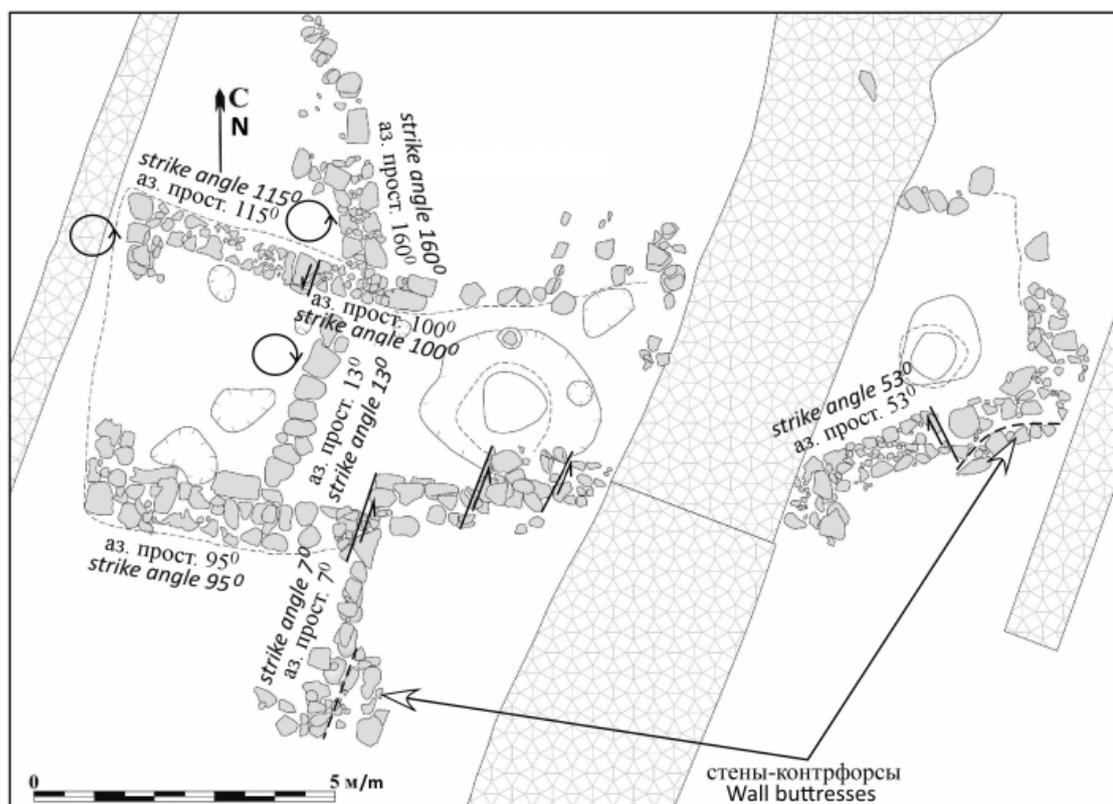


Рис. 5. Археологический план строительного комплекса 1. Показаны сколы и латеральные смещения частей стен, повороты строительных элементов, а также стены-контрфорсы. Прямоугольное изначально здание в своей восточной части испытало смещение на север – восточная часть комплекса повернулось целиком против часовой стрелки. (По дополненным материалам из Отчета археологических раскопок памятника «Поселение Госпиталь-1») /

Fig. 5. Archaeological plan of the building complex 1. Chipped and lateral displacements of parts of the walls, turns of the building elements, and also buttress walls are shown. The rectangular building initially in its eastern part experienced a shift to the north – the eastern part of the complex turned completely counterclockwise. (According to the amended materials from the Report of the archaeological excavations of the monument Settlement “Hospital-1”)

Трапецивидная форма в плане стен изначально прямоугольного сооружения (в простейшем случае – одной комнаты) может быть следствием сейсмических деформаций. Трапецивидная форма появится вследствие: либо систематических однонаправленных разворотов параллельных стен, либо при перемещении грунта, увеличивающемся в одном направлении (рис. 3а, б), часто – по направлению к плоскости сейсмогенерирующего разлома [Karakhanyan et al., 2008]. В случае с западной частью строительного комплекса № 1, по-видимому, имеет место второй случай.

Очень впечатляющим является значительный поворот (на 75°) восточного фрагмента южной стены строительного комплекса № 3 (рис. 4). Поворачиваются не только части стен, но и строительные конструкции целиком. Так вся восточная часть строительного комплекса № 1 целиком развернулась против часовой стрелки. Простираение стен этого комплекса в его западной части субширотное – $100-115^\circ$, в восточной же части простираение стен меняется до азимута $53-65^\circ$ (рис. 5). Понятно, что изначально оба здания были прямоугольными.

Развороты стен и других строительных конструкций или их частей вокруг вертикальной оси вращения часто связаны с сильными сейсмическими колебаниями. Систематические развороты строительных элементов по или против часовой стрелки в стенах одной ориентировки – важнейшее доказательство сейсмической природы деформации [Korzhenkov, Mazor, 1999; Корженков, Мазор, 2001]. Так, в восточной части строительного комплекса № 1 во внешней стене с азимутом простираения 65° произошел поворот ее ЮЗ части против часовой стрелки на 12° (рис. 6) и ее выдвигание к западу на 10 см. Сравнительная стабильность СВ части этой стены при сильных сейсмических колебаниях, по-видимому, объясняется ее закреплением стеной-крепидой.

Важным примером хрупких сейсмических деформаций в древних сооружениях являются **сопряженные косые сколы** – разрывы стен со смещением. Они возникают при сильных сжимающих напряжениях, направленных субпараллельно простираению стен. Длина стены при этом уменьшается, уменьшающийся её объем выбрасывается наружу – по латерали в сторону в виде сопряженных разворотов по системе сколов [Хапаев и др., 2016; Корженков и др., 2018]. Такие сколы наблюдались нами в субширотной стене в СЗ части строительного комплекса № 1 (рис. 7). При сильных колебаниях на месте осталась лишь центральная часть этой стены, закрепленная с севера перпендикулярной, в то время как её западное и восточное окончания оторвались по сколам и развернулись по (западная часть) и против (восточная часть) часовой стрелки. Незакрепленные – оторванные части стены при этом сместились к югу на расстояние до 10 см. Описываемая стена сохранилась до уровня 2-3 каменных ряда, её ширина 55 см.

Стены-контрфорсы и крепиды сами по себе свидетельствуют лишь о повреждении неустойчивости первоначальных стен – обычно их наклонов. Однако систематическое строительство вдоль первичных стен одного простираения может свидетельствовать либо об уклоне местности, либо об однонаправленных сейсмических деформациях – особенно если поверхность перед строительством была плоская или строительная площадка была выровнена. В эпицентральных зонах сильных землетрясений – в районе преимущественно вертикальных сейсмических колебаний картина распространения крепид может быть хаотической. Подобное случайное распространение стен-контрфорсов также может быть в районах неу-



Рис. 6. Разворот против часовой стрелки западной части одной из стен в строительном комплексе 1. Восточная часть осталась на месте, в связи с её поддержкой стеной-контрфорсом. Фотография 26 мая 2017 г. /

Fig. 6. Turning counterclockwise of the western part of one of the walls in the construction complex 1. The eastern part remained in place, due to its support by the buttress. Photo May 26, 2017

стойчивых просадочных грунтов. Таким образом, наличие крепид может служить лишь дополнительным признаком сейсмических деформаций.

Подобная стена-контрфорс имеется в ЮВ углу строительного комплекса №2 (квадрат 28 ИК). Здесь к длинной стене с простираем 160° с востока прислонена другая – более короткая стена (рис. 8). Её простираем 165° . Между этими стенами имеется зазор. Сейчас трудно определить: какая из стен была изначальной – они сохранились лишь в один ряд каменной кладки. Ширина стен: западная – 70 см, восточная – 80 см.

Вероятно, контрфорсная подпорка с юга была пристроена к длинной стене с простираем 65° в ЮВ части строительного комплекса №1 в квадрате М 30. Стена сохранилась лишь на высоту в два каменных ряда, её ширина 65 см. От стены-крепиды сохранилось лишь пять камней с южной стороны (см. рис. 6). По-видимому,



Рис. 7. Выбивание и развороты частей субширотной стены по сопряженным сколам в СЗ части строительного комплекса № 1. Фотография 26 мая 2017 г. /

Fig. 7. Knocking out and reversals of parts of the sub-latitudinal wall along conjugate chips in the NW part of the construction complex No. 1. Photo May 26, 2017

после сильного землетрясения первоначальная стена сильно наклонилась в южном направлении и, поэтому, древним строителям пришлось провести укрепительные мероприятия.

Геологическое положение памятника

Описанные выше деформации стен поселения важно рассмотреть в геологическом контексте. В геологическом отношении археологический памятник «Госпиталь» расположен в своде Восходовской антиклинальной складки. В рельефе эта структура представлена обращенной формой – широкой, открытой к морю долиной, которая с севера и юга окаймлена довольно высокими, но пологими гребнями, сложенными известняками мэотиса позднего миоцена. Вдоль оси этой долины наблюдаются пологие увалы, сложенные глинистыми отложениями нижне-среднего миоцена с отдельными выходами майкопских глин в ядрах локальных



Рис. 8. Остатки стен строительного комплекса № 2. Первичная западная стена наклонилась на восток и для её укрепления была пристроена крепида с восточной же стороны.

Фотография 26 мая 2017 г. /

Fig. 8. Remains of the walls of the construction complex No. 2. The primary western wall leaned to the east and for its underpinning, a crepidoma was attached on the eastern side. Photo May 26, 2017

брахиантиклиналей к которым приурочены грязевые вулканы. Предполагается, что в районе Солдатско-Слободских грязевых вулканов развита вдавленная синклиналь, выполненная неогеновыми известняками и грязе-вулканической брекчией [Шнюков и др., 1981]. В районе памятника находится несколько грязевых вулканов, расположенных в пределах обширного грязе-вулканического очага (рис. 9). В настоящее время здесь наблюдается два действующих центра: сопка Никитского и Солдатско-Слободской-II. Бурные извержения этих грязевых вулканов не известны – на протяжении периода изучения (последние 150 лет) они демонстрируют вялый режим деятельности выделяя жидкую грязь, воду и газы в небольших количествах [Шнюков и др., 2006].

Расположение поселения в пределах обширного грязе-вулканического очага, несомненно, оказало влияние на характер разрушений. Видимо, именно этим можно объяснить сильное течение грунта, в результате которого были изломаны и повернуты стены строительного комплекса 3. Катастрофические извержения грязевых вулканов сопровождаются взрывами, воспламенением газов, выбросами



Рис. 9. Схема расположения поселения «Госпиталь» на основе космоснимка (<http://ecn.t0.tiles.virtualearth.net/tiles/a>). Белые линии – контуры подошвы мезотических известняков выраженных в рельефе грядой на крыльях Восходовской антиклинальной складки /

Fig. 9. Location of the hospital settlement “Hospital” on the basis of a satellite image (<http://ecn.t0.tiles.virtualearth.net/tiles/a>). White lines – contours of the base of Meotian limestones expressed in a relief by a ridge on the wings of the Voskhodovo anticlinal fold

крупных кусков шлака и грязи, изливаниями грязевых потоков, образованием трещин и изгибными деформациями обширных участков земной поверхности. Такие явления в Керченско-Таманском регионе – не редкость. На поверхности при таких извержениях образуются разрывы протяженностью в десятки метров – первые километры, обнаруживающие большое сходство с сеймотектоническими. Сходство заключается, прежде всего, в импульсном характере подвижки и смещения земной поверхности с устойчивой кинематикой вдоль всего разрыва [Овсюченко, Сысолин, 2016].

Можно предполагать, что на территории поселения «Госпиталь» происходили подобные, грязе-вулканические деформации земной поверхности. В то же время, специфический комплекс деформаций строительных конструкций свидетельствует о сейсмическом источнике разрушений. По всей видимости, в результате сильного землетрясения были активизированы и грязе-вулканические процессы в очаге, расположенном в районе поселения «Госпиталь». Хорошо известно, что миграция газов и грязе-вулканические извержения могут быть инициированы землетрясениями в результате сейсмических колебаний, резких изменений напряженного состояния

и флюидопроницаемости земной коры [Mazzini, Etiope, 2017]. По всей видимости, в случае Солдатско-Слободских грязевых вулканов, имела место сейсмогенная инициация катастрофического извержения, т. к. в периоды сейсмического затишья (продолжающегося поныне) они демонстрируют вялый режим деятельности.

Заключение

Таким образом, комплекс деформаций строительных конструкций, имеющийся в археологическом памятнике «Госпиталь», наряду с обнаруженными заваленными обломками скелетами человека и коровы, свидетельствуют о сейсмическом источнике разрушений. Местная интенсивность сейсмических колебаний, судя по очень сильной степени разрушений и значительному отбросу каменных обломков, была не менее $I \geq IX$ баллов по Шкале MSK-64. Эпицентр (очаг) сейсмических колебаний, судя по степени разрушений и отсутствию систематики в их проявлении в стенах определенных ориентировок, располагался поблизости от археологического памятника. Однако, общая картина разрушений осложнена катастрофическими грязе-вулканическими деформациями земной поверхности. Возраст сейсмических деформаций последнего сильного сейсмического события, приведшего к полному разрушению археологического памятника и его оставлению древними населенниками, судя по анализу археологических находок – IV-III вв. до н. э. Наличие стен-контрфорсов, возможно, свидетельствует о еще одном значительном землетрясении, произошедшем ранее.

Уточнение времени землетрясения имеет большое значение для истории Боспора – государства, существовавшего на Керченском и Таманском п-овах в античное время. Со второй трети III в. до н. э. на Боспоре фиксируется кризис: разрушаются многие сельские поселения, в чеканке монеты происходят множественные изменения, практически со второй трети III в. до н. э. об истории Боспора нам известна лишь весьма скудная информация. Не являются ли изменения в политической жизни Боспора следствием природных катаклизмов?

Литература

1. Блаватский В. Д., Кошеленко Г. А. Открытие затонувшего мира. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 108 с.
2. Винокуров Н. И., Корженков А. М., Родкин М. В. К оценке сейсмической опасности района Керченского пролива по данным археосейсмологии // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2015. – Т. 42. № 2. – С. 51-66.
3. Корженков А. М., Мазор Э. Структурная реконструкция сейсмических событий: руины древних городов как окаменевшие сейсмографы // Изв. МОН РК, НАН РК. Серия общественных наук. – 2001. – № 1. – С. 108-125.
4. Корженков А. М., Ларьков А. С., Мараханов А. В., Молев Е. А., Овсяченко А. Н., Рогожин Е. А., Хршановский В. А. Следы сильных землетрясений в крепостных стенах античного города Китей, Керченский полуостров // Элита Боспора и боспорская элитарная культура. Материалы международного круглого стола. – СПб.: ПАЛЛАЦО, 2016. – С. 372-381.
5. Корженков А. М., Овсяченко А. Н., Ларьков А. С., Мараханов А. В., Рогожин Е. А., Сударев Н. И. Следы сильных землетрясений на Михайловском городище (Керченский полуостров, Крым) // Древности Боспора. – 2018. – № 22. – С. 115-132.

6. Никонов А.А. Затопленные остатки античных сооружений по берегам Боспора Киммерийского (в связи с проблемой изменений уровня Черного моря) // Российская археология. – 1998. – № 3. – С. 57-66.

7. Никонов А.А., Вангейгейм Э.А. Землетрясение «Синяя балка» // Природа. – 1991. – № 4. – С. 66-69.

8. Овсяченко А.Н., Сысолин А.И. Геологические исследования эндогенных природных опасностей Таманского полуострова. // Геология и геофизика юга России. – 2016. – № 1. – С. 91-101.

9. Овсяченко А.Н., Корженков А.М., Ларьков А.С., Рогожин Е.А., Мараханов А.В. Оценка сейсмической опасности низкоактивных областей на примере Керченско-Таманского региона // Наука и технологические разработки. – 2017. – Т. 96. № 1. – С. 15-28.

10. Толстиков В.П. К проблеме землетрясения III в. до н. э. на Боспоре (по материалам раскопок Пантикапея и Нимфея) // Боспорский город Нимфей: новые исследования и материалы и вопросы изучения античных городов Северного Причерноморья. – СПб. – 1999. – С. 72-75.

11. Рукавишникова И.В., Двуреченская Н.Д., Двуреченский О.В., Алексеев А.В., Федосеев Н.Ф. Поселение «Госпиталь» (Республика Крым, Ленинский район) // Города, селища, могильники. Раскопки 2017. Материалы спасательных археологических исследований. Т. 25. – М.: ИА РАН, 2018. – С. 302-309.

12. Хапаев В.В., Корженков А.М., Овсяченко А.Н., Ларьков А.С., Мараханов А.В. Археосейсмологические исследования в древнем городе Херсонесе (Севастополь, Крым) // Геология и геофизика юга России. – 2016. – № 3. – С. 119-128.

13. Шнюков Е.Ф., Аленкин В.М., Путь А.Л., Науменко П.И., Иноземцев Ю.И., Скиба С.И. Геология шельфа УССР. Керченский пролив. – К.: Наукова думка, 1981. – 160 с.

14. Шнюков Е.Ф., Шереметьев В.М., Маслаков Н.А. и др. Грязевые вулканы Керченско-Таманского региона. – Краснодар: ГлавМедиа, 2006. – 176 с.

15. Cassius Dio. Roman History. Book XXXVII. Loeb Classical Library edition. – 1914. – Vol. III.

16. Karakhanian A.S., Trifinov V.G., Ivanova T.P., Avagyan A., Rukieh M., Mimini H., Dodonov A.E., Bachmanov D.M. Seismic deformation in the St. Simeon Monasteries (Qal'at Sim'an), Northwestern Syria // Tectonophysics. – 2008. – Vol. 453. – Pp. 122-147

17. Korzhenkov A.M., Mazar E. Structural reconstruction of seismic events: Ruins of ancient buildings as fossil seismographs // Science and New Technologies. – 1999. – No. 1. – Pp. 62-74.

18. Korzhenkov A.M., Schmidt K. An Archaeoseismological Study at Tall Hujayrāt al-Ghuzlān: Seismic Destruction of Chalcolithic and Early Bronze Age Structures. In: Prehistoric cAqaba I. Deutsches Archäologisches Institut. Orient-Abteilung. Orient-Archäologie. Band 23. Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf GmbH. – 2009. – Pp. 79-97.

19. Mazzini A., Etiope G. Mud volcanism: An updated review // Earth-Science Reviews. – 2017. – Vol. 168. – Pp. 81-112.

20. Molev E.A., Korzhenkov A.M., Ovsyuchenko A.N., Larkov A.S. Potential traces of earthquakes in the ancient city of Kytaia, Kerch Peninsula, Crimea. // Geodesy and Geodynamics. – 2018. – (in press). – <https://doi.org/10.1016/j.geog.2018.03.006>.