

ИНЖЕНЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНДАМЕНТОВ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ «ХАНСКИЙ ДВОРЕЦ» В г. БАХЧИСАРАЙ

¹А. О. Попов, д.т.н., доцент; ^{2,3}Л. С. Сабитов, д.т.н., профессор, советник РААСН;
⁴И. Н. Гарькин, к.ист.н., к.т.н.; ¹Р. Л. Сахапов, д.т.н., профессор, член-корр. АН РТ;
³Т. М. Каримов

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань; ² НИУ Московский государственный строительный университет, г. Москва; ³ Казанский государственный энергетический университет, г. Казань;
⁴ Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет), г. Пенза

Аннотация. Один из наиболее значимых объектов культурного наследия федерального значения на территории Крыма – это Ханский дворец г. Бахчисарай. В связи с большим вниманием государственных органов по охране культурного наследия в деле сохранения и реставрации объектов культурного наследия на всей территории России, (и Крыма, в частности), следует рассмотреть методы проведения инженерного обследования подобных объектов.

Для проведения ремонтно-реставрационных работ (в рамках сохранения объекта культурного наследия) одной из первоочередных задач является оценка его технического состояния, особенно в части ответственных строительных конструкций, таких как фундамент. В ходе натурных инженерных исследований было выполнено 7 шурфов в различных частях здания. Научная новизна работы обуславливается тем фактом, что впервые были получены данные о конструкциях фундаментов и грунтовых основаниях объекта культурного наследия федерального значения данной эпохи на территории Крыма. Анализ полученных данных послужил основой для выполнения расчетной и конструктивной части при реставрации данного объекта. Анализ данных, полученных в ходе исследований, расширил исторические сведения о строительстве фундаментов и оснований подобных памятников архитектуры.

Ключевые слова: архитектура, объект культурного наследия, реставрация, техническое обследование, фундамент, шурфы, оценка состояния, несущие конструкции.

ENGINEERING RESEARCH OF THE FOUNDATIONS OF THE CULTURAL HERITAGE SITE "KHAN'S PALACE" IN BAKHCHISARAY

¹ Popov A. O., ^{2,3} Sabitov L. S., ⁴ Garkin I. N., ¹ Sakhapov R. L., ³ T. M. Karimov.

¹ Kazan (Volga Region) Federal University, Russian Federation, Kazan;

² NRU Moscow State University of Civil Engineering, Russian Federation, Moscow;

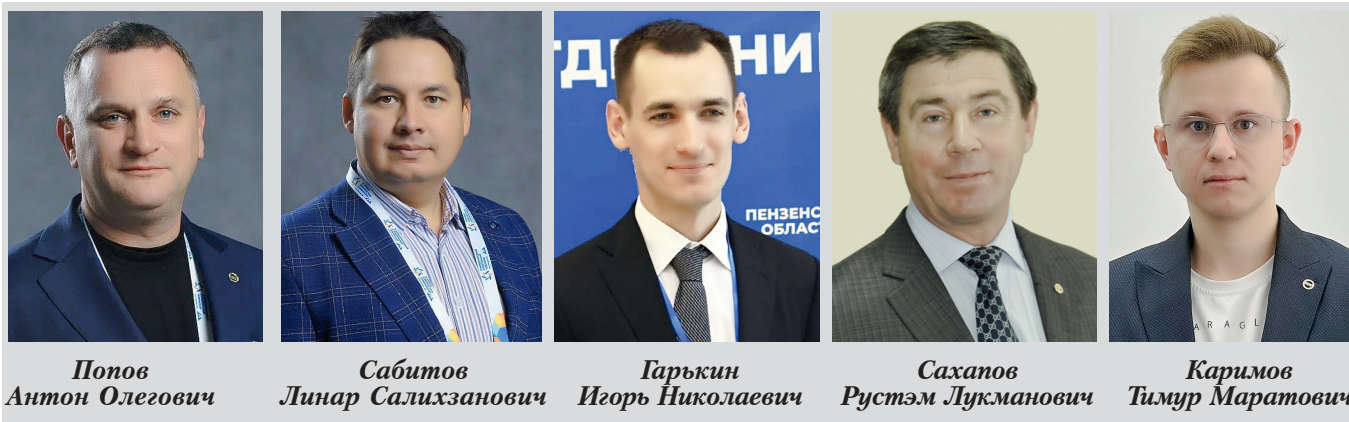
³ Kazan State Energy University, Russian Federation, Kazan;

⁴ Moscow State University of Technology and Management named after K. G. Razumovsky (First Cossack University), Russian Federation, Penza.

Abstract. One of the most significant cultural heritage sites of federal significance in Crimea is the Khan's Palace in Bakhchisarai. Due to the great attention of state cultural heritage protection agencies to the preservation and restoration of cultural heritage sites throughout Russia (and Crimea, in particular), it is necessary to consider the methods of conducting an engineering survey of such objects.

Carrying out repair and restoration work (as part of the preservation of a cultural heritage site), one of the primary tasks is to assess its technical condition, especially in terms of critical building structures, such as the foundation. During the in-kind engineering studies, 7 pits were made in various parts of the building. The scientific novelty of the work is determined by the fact that for the first-time data on the structures of foundations and soil foundations of a cultural heritage site of federal significance of this era in the territory of Crimea were obtained. The analysis of the obtained data served as the basis for the implementation of the calculation and design part during the restoration of this object. The analysis of the data obtained during the research expanded the historical information on the construction of foundations and bases of similar architectural monuments.

Key words: architecture, cultural heritage site, restoration, technical survey, foundation, pits, condition assessment, supporting structures.



Техническое состояние фундаментов под объемом здания и их работоспособность оценивались при визуальном-инструментальном обследовании. При этом особое внимание обращалось на повреждения, которые могли быть вызваны силовыми воздействиями и неравномерной осадкой. Всего было выполнено семь шурфов. Все работы выполнялись специализированной организацией в соответствии с выданным заданием на проведение работ. Рассмотрим отдельно состав каждого шурфа.

Шурф № 1 вскрыт с улицы со стороны западного фасада в осях Г/12 на глубину 3,3 м (рис. 1, 3). Наружная стена по оси Г выполнена из известнякового бута на известковом растворе и оштукатурена. Обрез фундамента находится на 10 см ниже дневной поверхности. Фундамент бутовый (ленточного типа), основа раствора – известняк; сечения фундамента – прямоугольник. Ширина подошвы фундамента равна ширине опирающейся на нее стены. Подошва фундамента вскрыта на глубине 3,3 м от уровня дневной поверхности. Высота фундамента 3,2 м. При визуальном обследовании бутового фундамента смещений и вывалов бута не зафиксировано.

Наружная стена по оси 12 обшита по стойкам. Несущая конструкция (стена) сцеплена с цоколем основания (материал цоколя бутовый камень; $h = 0,3$ v); цоколь отделан штукатурным слоем и выступает на 13 см. Ленточный фундамент прямоугольного сече-

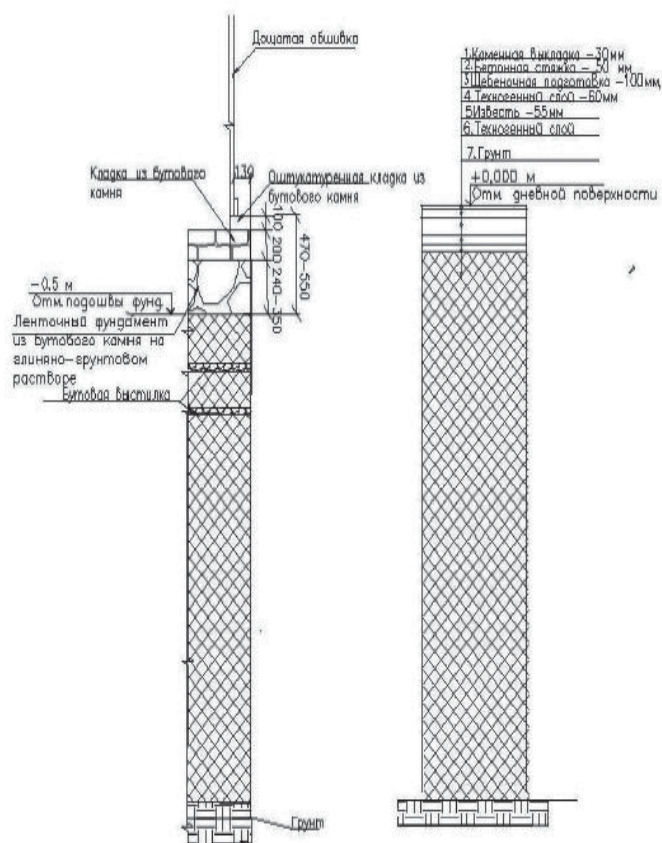


Рис. 2. Шурф 1. Разрез 2-2

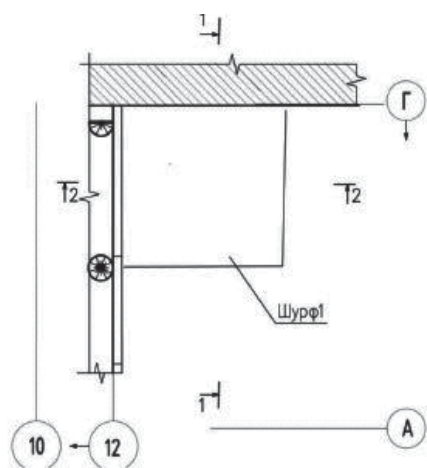


Рис. 1. Схема расположения шурфа 1



Рис. 3. Шурф 1. Фрагмент фундамента в осях Г/12 имеет дефекты и повреждения

ния выполнен из бута на глиняно-грунтовом заполнении. Обрез фундамента находится на 30 см ниже дневной поверхности. Уширение фундамента отсутствует. Вскрытие фундамента выполнено при мощности грунта 0,5 м. Высота фундамента 0,24-0,35 м. При визуальном обследовании бутового фундамента смещений и вывалов бута не зафиксировано. Под фундаментом на всю глубину шурфования вскрыт техногенный слой, переслаивающийся в двух уровнях каменными выстилками.

На месте шурфа было вскрыто следующее напластование. С поверхности – каменная выкладка (3 см) по бетонной стяжке (5 см) и щебеночной подготовке (10 см), под которой – 6 см техногенного слоя, под которым находится 5,5 см извести. Ниже, на всю глубину шурфа вскрыт техногенный слой – 3 метра. Грунтовые воды при шурфовании не вскрыты. Под техногенным слоем и фундаментом стены по оси Г вскрыт грунт природного сложения – легкий пылеватый суглинок тугопластичный.

Шурф № 2 вскрыт с улицы со стороны западного фасада здания в осях Ж/4-5 на глубину 2,05 м (рис. 4-6). Несущие конструкции по оси Ж имеют толщину 0,9 м; материал – бутовый камень (отделка – штукатурка на известковом растворе). Под кладкой, с уровня дневной поверхности, выявлено 20 см каменной выстилки, под ней – около 0,7 м кладки из щебня на известковом растворе (или наружной промазкой швов), ниже – 55 см кладки из известнякового бута на глиняно-грунтовом заполнении и 60 см щебня также на глиняно-грунтовом заполнении.

Изменения геометрических размеров фундаментов составляет 0,9 м. При визуальном обследовании смещений и вывалов материала кладки не зафиксировано.

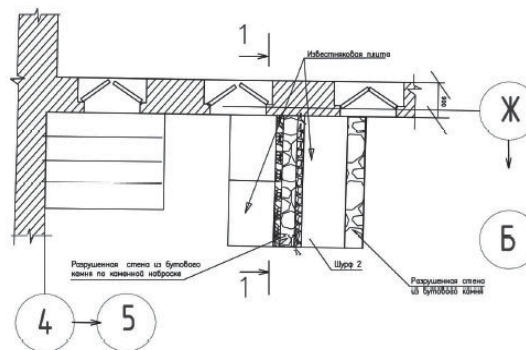


Рис. 4. Схема расположения шурфа 2

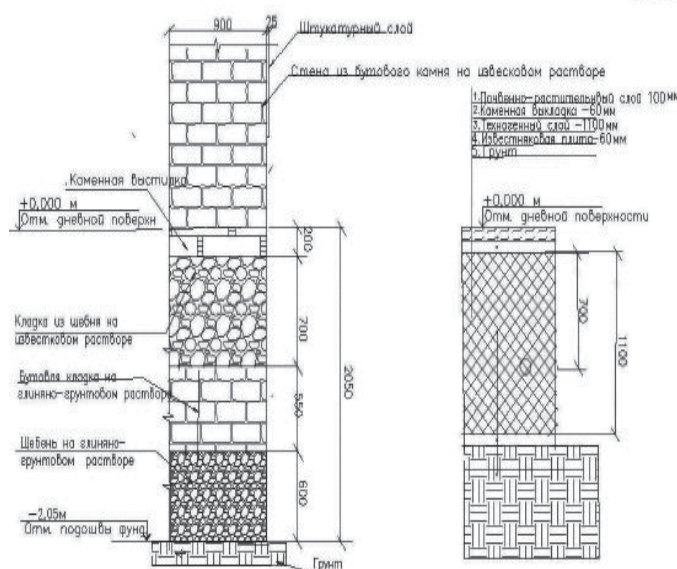


Рис. 5. Шурф 2. Разрез 1-1

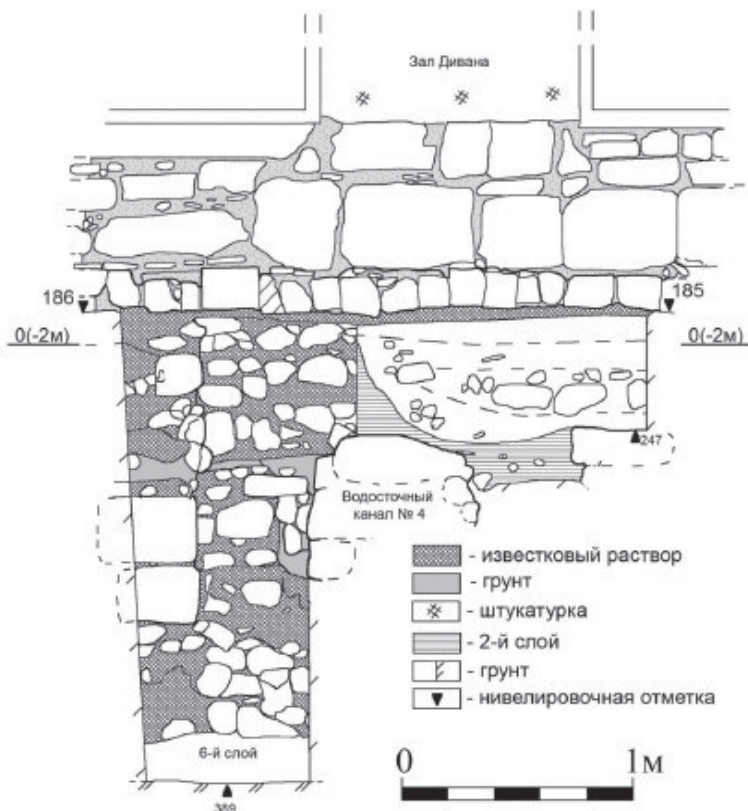


Рис. 6. Шурф 2. Фрагмент фундамента в осях Ж/4-5



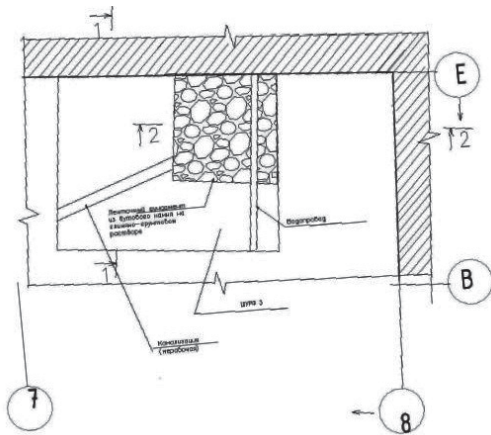


Рис. 7. Схема расположения шурфа 3

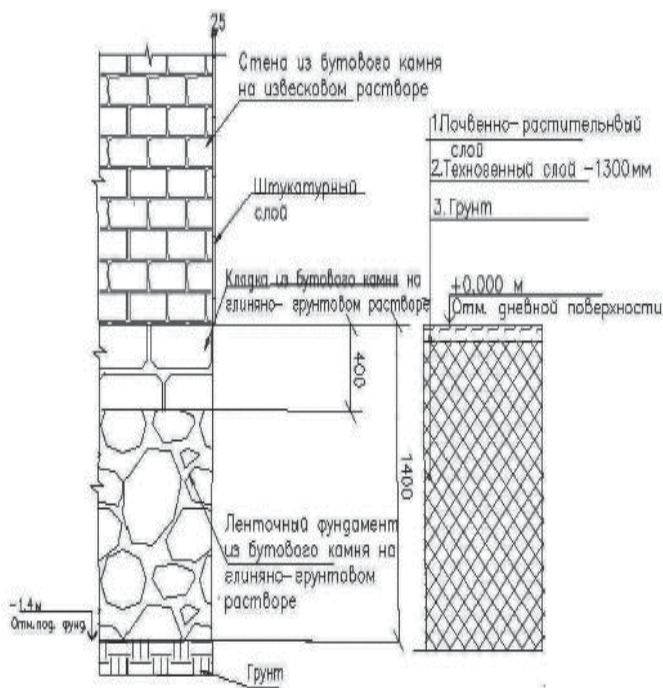


Рис. 8. Шурф 3. Разрез 1-1

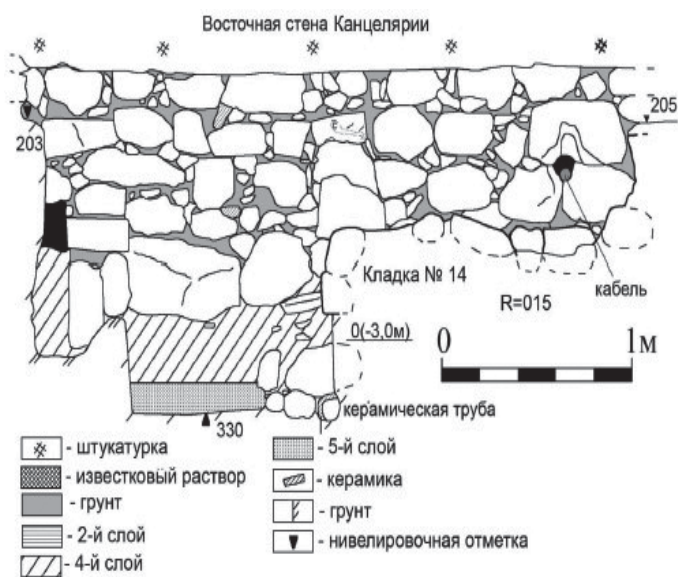


Рис. 9. Шурф 3. Восточная стена Канцелярии

При проходке шурфа с глубины около 0,9 м от дневной поверхности на всю ширину фундамента (в направлении перпендикулярном оси Ж) была выявлена известняковая плита, на которой сохранились остатки разрушенных стен из известнякового бута. Вторая плита, толщиной около 6 см, занимающая примерно половину ширины шурфа, была выявлена на глубине примерно 1,2 м.

На месте шурфа было вскрыто следующее напластование. С поверхности – около 10 см почвенно-растительного слоя, под ним – 6 см каменной выкладки по техногенному слою толщиной 1,1 м, под которым находится известняковая плита (нижняя плита) толщиной около 6 см, под которой выявлен грунт природного сложения – суглинок от пылеватого до песчанистого мягкопластичный. Грунтовые воды при шурфовании не вскрыты.

При вскрытии шурфа были обнаружены фундаменты, устроенные под некогда существующие стены. В этом же шурфе была найдена ниша водосточного канала, заложенная бутовым камнем отличной от основного фундамента формы. Конструкция водосточного канала представляет собой выкладку из крупных известняковых плит, выложенных по линии запад-юго-запад – восток-северо-восток, швы между плитами обильно промазаны плотным желтоватым глиняным раствором. Открытые размеры конструкции водосточного канала 1,14×0,80×0,36-0,42 м.

Шурф № 3 вскрыт с улицы в осях Е/7-8 на глубину 1,4 м со стороны восточного фасада здания под наружную стену по оси Е/7-8 (рис. 7-9). Материал несущей конструкции (стен) – бутовый камень (на известняковом растворе). Фундамент под наружную стену по оси «Е» – ленточный, на естественном основании, выполнен из бута на глиняно-грунтовом заполнении, причем по верху под стену выполнена выравнивающая кладка из бутового камня на глиняно-грунтовом растворе высотой около 40 см. Обрез фундамента находится в уровне дневной поверхности. Геометрическая форма фундамента – прямоугольник, геометрических отклонений не имеет. Шурф фундамента откопан при мощности грунта 1,4 м от уровня поверхности. При визуальном обследовании бутового фундамента смещений и вывалов бута не зафиксировано.



Рис. 10. Керамическая водопроводная труба

При проходке шурфа выявлен частично разобраный фундамент под снесенную стену аналогичной конструкции: ленточный, прямоугольного сечения из бута на глиняно-грунтовом заполнении, с глубиной заложения 1,4 м от дневной поверхности и шириной подошвы 0,6 м. По верху фундамента уложена керамическая водопроводная труба.

При выполнении шурфов фундамента объекта были выявлены отдельные элементы системы водоснабжения и водоотведения здания (рис. 10), которая имела длину 0,76 м и диаметр 0,12 м, материал – керамика. Система была выполнена из нескольких составных элементов (диаметром 0,10-0,12 м, длина одной трубы около 0,30 м). Трубы имеют воротники, а их стыки густо промазаны белым известковым раствором. Керамический трубопровод уложен на поверхность 4-го слоя.

Шурф № 4 вскрыт с улицы со стороны южного фасада в осях П/2 на глубину 0,98-1,3 м (рис. 11-13). Стена по оси 2 выполнена из известнякового бута на известковом растворе, оштукатурена. Фундамент под стену – ленточный, на естественном основании, выполнен из бута на глиняно-грунтовом заполнении, причем снаружи выявлен приклад толщиной 15 см, выполненный в пределах верхних 55 см из бута на известково-цементном растворе (или с промазкой им швов снаружи). Ниже находится валунная наброска. Обрез фундамента находится на 20 см выше дневной поверхности. Фундамент прямоугольного сечения, верх приклада находится на 20 см ниже обреза фундамента. Высота фундамента 1,5 м. Ширина подошвы фундамента, таким образом, из условий симметрии на 60 см шире стены (приклад рассматривается как односторонний). Подошва фундамента вскрыта на глубине 1,3 м от уровня дневной поверхности. При визуальном обследовании бутового фундамента смещений и вывалов бута не зафиксировано.

Фундамент под стену – ленточный, на естественном основании, выполнен из бута на глиняно-грунтовом заполнении. Обрез фундамента находится на 48 см ниже дневной поверхности. По обрезу фундамента под кладкой стены выполнена каменная выстилка из небольших известняковых блоков (7 см), выравнивающая поверхность бута. Фундамент прямоугольного сечения. Ширина подошвы фундамента равна ширине стены. Подошва фундамента вскрыта на глубине 0,98 м от уровня дневной поверхности. Высота фундамента 0,5 м. При визуальном обследовании бутового фундамента смещений и вывалов бута не зафиксировано.

С поверхности выполнено мощение из известняковых плит различной формы, толщиной около 6 см, под ним на глубину 70 см выявлена каменная наброска, под которой вскрыт грунт природного сложения – тяжелый пылеватый суглинок полутвердый, залегающий и под подошвой фундамента.

Рассматривая фундамент южной стены, можно выделить два уровня кладки фундаментов: нижний слой, устроенный из камней округлой формы, уложенный без применения крепящего раствора, а также верхний слой фундамента, устроенный из пиленого известняка на известково-песчаном растворе. Фрагменты кладки фундамента столь не похожи, в

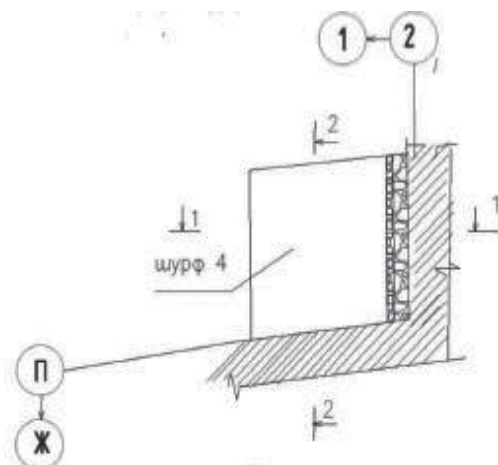


Рис. 11. Схема расположения шурфа 4

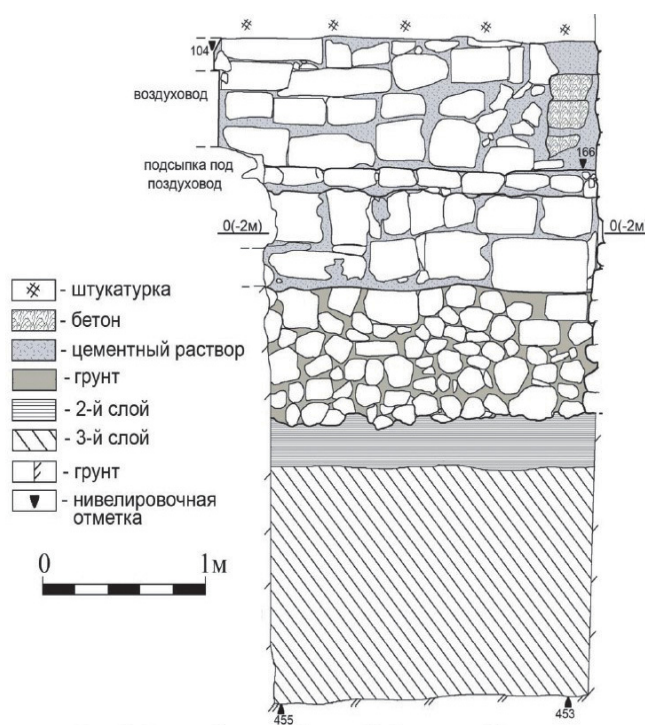


Рис. 12. Шурф 4. Фундамент южной стены



Рис. 13. Шурф 4. Фрагмент фундамента в осях П/2

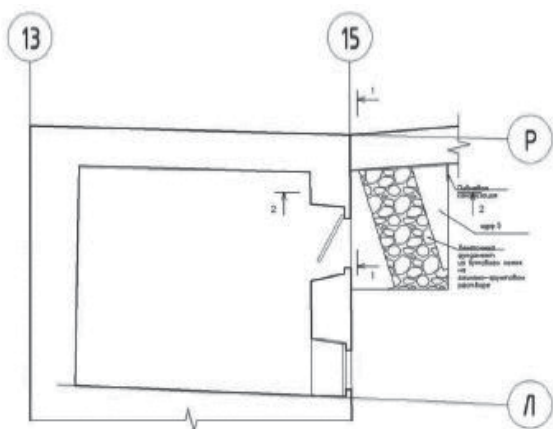


Рис. 14. Схема расположения шурфа 5

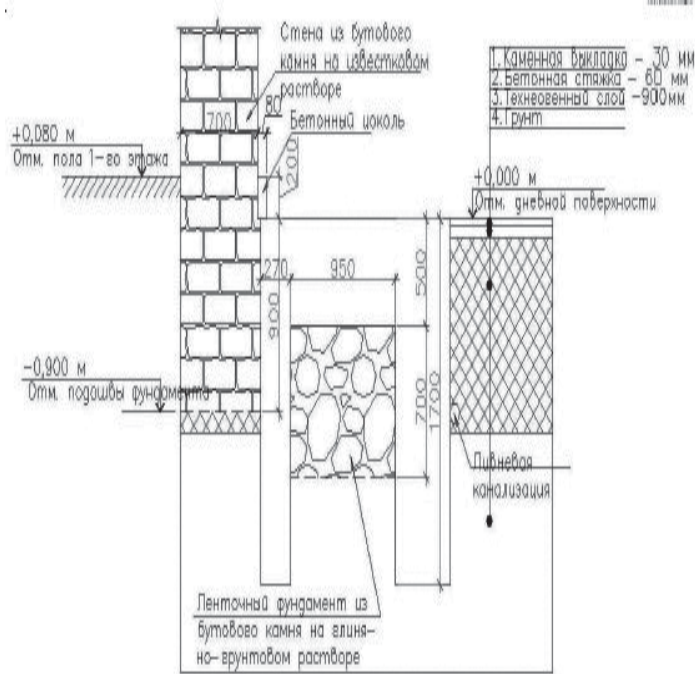


Рис. 15. Шурф 5. Разрез 2-2



Рис. 16. Шурф 5. Фрагмент фундамента в осях П/15

связи с чем вызывает сомнение их единовременное устройство, а также то, что они выполнены руками одного зодчего.

Шурф № 5 вскрыт с улицы со стороны северного фасада здания под стену дворца в осях П/15 на глубину 1,7 м (рис. 14-16). Стена ограждения, толщиной 60 см, выполнена из известнякового бута на известковом растворе. Граница между кладкой стены и фундаментом не выявлена. Подошва находится на глубине 0,65 м от дневной поверхности. Под подошвой находится около 0,34 м техногенного слоя, а ниже – грунт природного сложения. При визуальном обследовании смещений и вывалов материала кладки не зафиксировано.

Наружная стена по оси 15, толщиной 0,7 м, выполнена из бута на известковом растворе. На высоту 20 см от дневной поверхности по стене выполнен бетонный цоколь. Граница между кладкой стены и фундаментом не выявлена. При визуальном обследовании смещений и вывалов материала кладки не зафиксировано.

При проходке шурфа на глубине 0,5 м выявлен фундамент под снесенную стену – ленточный, прямоугольного сечения из бутового камня на глиняно-грунтовом заполнении, с глубиной заложения 1,2 м от дневной поверхности и шириной 0,95 м. Кроме того, в шурфе выявлены остатки ливневой канализации.

На месте шурфа было вскрыто следующее напластование. С поверхности выполнено мощение из известняковых плит различной формы, толщиной около 3 см по бетонной стяжке 6 см, ниже – 90 см техногенного грунта, под которым вскрыт грунт природного сложения – тяжелый пылеватый суглинок полутвердый.

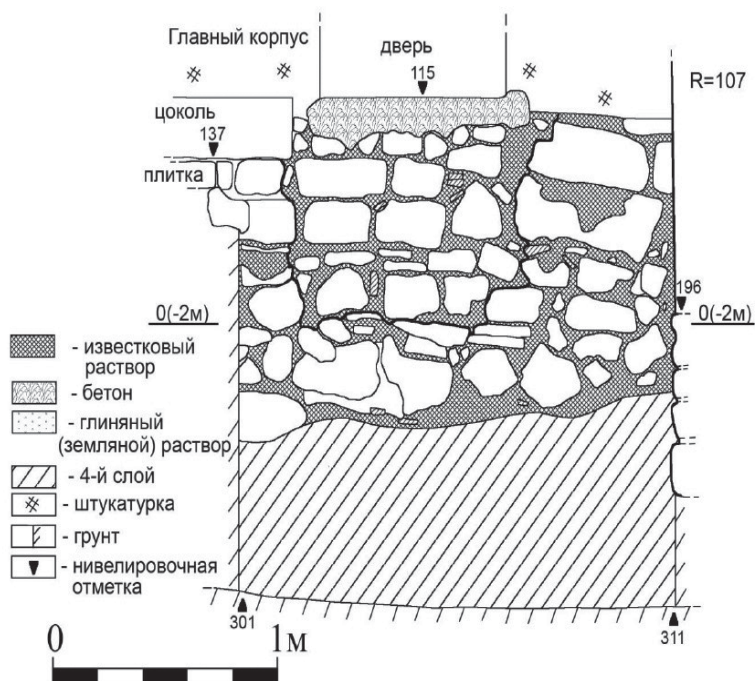


Рис. 17. Шурф 5. Фундамент Главного корпуса южная стена

Обнаруженный при вскрытии шурфа 5 фрагмент фундамента, на который ничего не опирается, примыкающий к стене главного корпуса под углом $\approx 20^\circ$. При этом форма камней несколько иная, также добавляет вопросов то, что к южной стене обращен приклад из пиленого известняка, который, как правило, устраивался в наружной части стены. Последние рассуждения позволяют заключить, что в указанных пределах некогда существовало здание, которое по каким-то причинам отсутствует, а при возведении или перестройке Главного корпуса его фундамент не использовался. Несмотря на сложную конфигурацию здания в плане оно находится в координатной сетке, характерной для исламской архитектуры, стены, повернутые на 20° , никак не вписываются в планировку.

Наружная стена по оси 5, толщиной 0,67 м, выполнена из бута на известковом растворе. Граница между кладкой стены и фундаментом и подошва при шурфовании на глубину 0,73 м не выявлена.

Под деревянную стойку сечением 22×22 см уложены две известняковых плиты сечением 24×24 см и высотой по 12 см, верх которых на 3,5 см выше уровня пола двора. Под плитами на всю глубину шурфования (73 см от поверхности) залегает техногенный грунт, под которым согласно колонке скважины – тяжелый пылеватый суглинок полутвердый.

Шурф 6 пройден до каменной выстилки из толстых плит известняка различной формы (рис. 18-20). На месте шурфа под плитами пола по бетонной стяжке было вскрыто 0,67 м техногенного грунта и под ним – каменная выстилка. Грунтовые воды при шурфовании не вскрыты.

Шурф № 7 вскрыт с улицы у западного фасада в осях Т/4к-5к на глубину 0,73 м (рис. 21-23). Наружная стену по оси Т выполнена из бутового камня на известковом растворе и оштукатурена. Стена выполнена из известнякового бута на известковом растворе и оштукатурена. Граница между кладкой стены и фундаментом не выявлена. В основании бутовой кладки на глубине 35 см от дневной поверхности находится каменная выстилка толщиной около 10 см, а под ней – примерно десятисантиметровый слой щебня на глиняно-грунтовом заполнении. Подошва выстилки находится на глубине 0,45 м от дневной поверхности. Под слоем щебня до глубины 1,1 м от дневной поверхности находится техногенный грунт, под ним 15 см каменной выстилки и ниже – техногенный грунт. При визуальном обследовании смещений и вывалов материала кладки не зафиксировано.

Под стилобатом из известняка на глубине 0,5 м от дневной поверхности имеется каменная выстилка толщиной 15 см, а под ней – слой щебня на глиняно-грунтовом заполнении по техногенному грунту. При визуальном обследовании повреждения вскрытых конструкций не выявлено.

В примыкании стилобата к стене на глубине около 6 см от дневной поверхности вскрыта известняковая плита толщиной около 30 см неизвестного назначения. Кроме того, при шурфовании обнаружены керамические водопроводные трубы.

На месте шурфа под каменной выкладкой (6 см) по бетонной стяжке (3 см) на всю глубину шурфа

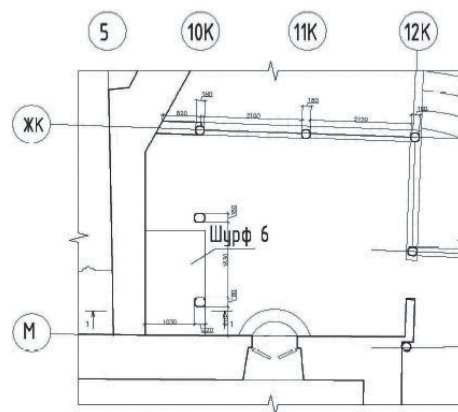


Рис. 18. Схема расположения шурфа 6

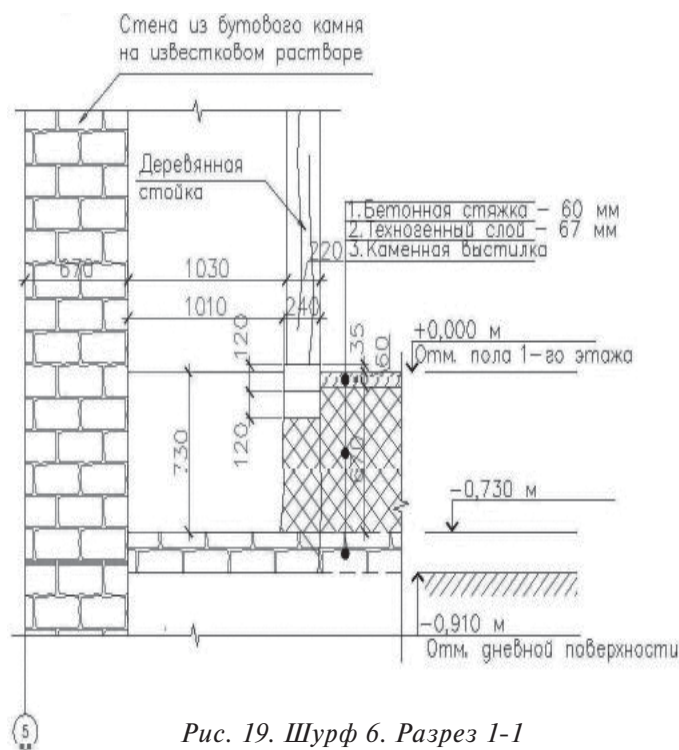


Рис. 19. Шурф 6. Разрез 1-1



Рис. 20. Шурф 6. Фрагмент фундамента в осях К-МК/5

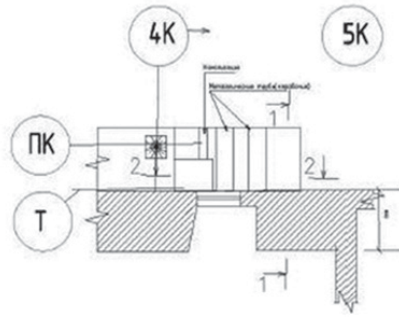


Рис. 21. Схема расположения шурфа 7

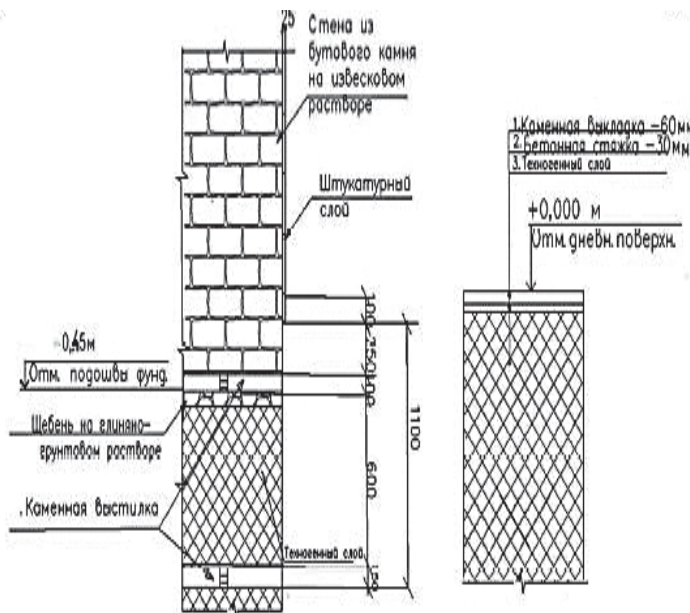


Рис. 22. Шурф 7. Разрез 1-1

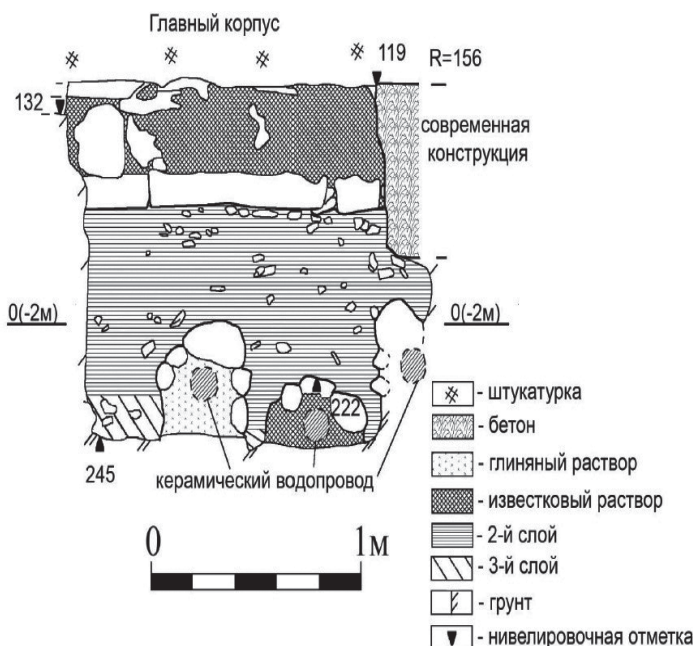


Рис. 90. Гаремный дворик. Квадрат № 13, восточный борт квадрата.

Рис. 23. Шурф 7. Фундамент здания

вскрыт техногенный грунт, под которым согласно колонке скважины – тяжелый пылеватый суглинок полутвердый.

Таким образом, т.к. в соответствии с СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции» (актуализированная редакция СНиП 11-22-81*) при полученных значениях прочности бутового камня и раствора значения расчетного сопротивления сжатию фундамента здания изменяются в пределах 0,33-0,37МПа.

Основными дефектами и повреждениями бутовых фундаментов, выявленными в процессе натурного обследования, являются:

- в зависимости от места расположения и периода возведения фундаменты здания имеют различную глубину заложения;
- мелкие механические повреждения, каверны и пустоты;
- отсутствие вертикальной и горизонтальной гидроизоляции;
- вымывание известкового и глинистого раствора из швов кладки;
- выпадение отдельных камней из тела фундамента;
- метаморфические изменения известково-глинистого раствора до состояния карбонатно-доломитовой муки.

Исходя из имеющихся выявленных дефектов, повреждений и проанализированных нагрузок, воспринимаемых основаниями и фундаментами, техническое состояние фундаментов было оценено как ограниченно-работоспособное (в соответствии с действующими нормативными документами).

Итогом работы по детально-инструментальному обследованию конструкций фундаментов стал технический отчет (заключение), который лег в основу разработки комплекса мероприятий по сохранению объекта, в части разработки раздела «Конструктивные решения» научно-проектной документации. Помимо этого, данные, полученные в ходе исследований, расширили исторические данные о строительстве фундаментов и оснований подобных исторических объектов.

Список литературы:

1. Селютина, Л. Ф. Анализ состояния и возможностей сохранения объекта культурного наследия в Повенце / Л. Ф. Селютина, Е. И. Ратькова, А. А. Корнеев // Региональная архитектура и строительство. 2023. № 1(54). С. 186-195.
2. Макаревич, Е. А. Объект истории архитектуры и культурного наследия: часовня Николая Чудотворца в Мелойгубе (Республика Карелия) / Е. А. Макаревич, Л. Ф. Селютина // Региональная архитектура и строительство. 2022. № 2(51). С. 175-183.
3. Мирхасанов, Р. Ф. Колокольня богоявленской церкви в Казани: законы и средства композиции / Р. Ф. Мирхасанов, Л. С. Сабитов, И. Н. Гарькин, Х. А. Бенаи, Т. В. Радионов // Строитель Донбасса. 2023. № 4 (25). С. 17-21.

4. Мирхасанов, Р. Ф. Союз инженерной конструкции и архитектурной эстетики: Шухов В. Г. и Мельников К.С. / Р. Ф. Мирхасанов, Л. С. Сабитов, И. Н. Гарькин, Х. А. Бенаи, Т. В. Радионов // Строитель Донбасса. 2023. № 4 (25). С. 22-27.
5. Лапина, Е. Г. Концепция архитектурного пространства городов: динамическая составляющая / Е. Г. Лапина // Региональная архитектура и строительство. 2022. № 4 (53). С. 170-176.
6. Хабибуллин, А. Н. Организация строительства крепостей в постзолотоордынских ханствах / А. Н. Хабибуллин, Л. С. Сабитов, И. Н. Гарькин, А. О. Попов, К. И. Киямов // Инженерный вестник Дона. 2024. № 1 (109). С. 497-509.
7. Лапина, Е. Г. Динамическая архитектура в пространстве современного города / Е. Г. Лапина, Я. И. Сухов // Региональная архитектура и строительство. 2020. № 2(43). С. 171-177.
8. Гойкалов, А. Н. Разработка метода оценки качества архитектурно-исторической среды / А. Н. Гойкалов, Т. В. Макарова, А. Ю. Семенихина // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2022. № 1(39). С. 73-79.