

Издатель

ФГБОУ «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Студенческий научный электронный журнал

StudArctic Forum

<http://saf.petrso.ru>

XX / 2018

Главный редактор

В. С. Сюнёв

Редакционный совет

С. Б. Васильев
Г. Н. Колесников
А. Н. Петров

Редакционная коллегия

М. И. Зайцева
А. Ю. Борисов
Т. А. Гаврилов
А. Ф. Кривоноженко
Е. И. Соколова
Л. А. Девятникова
Ю. В. Никонова
Е. О. Графова
А. А. Кузьменков
Р. В. Воронов
М. И. Раковская

Редакция

А. Г. Марахтанов
А. А. Чалкин
Э. М. Осипов
Е. П. Копалева

ISSN 2500-140X

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Ленина, 33.

E-mail:saf@petrsu.ru

<http://saf.petrso.ru>

Техника и технологии строительства

Устранение физического износа стенок набережных Санкт-Петербурга

САРАФАНОВА Ольга Юрьевна

магистратура, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (St. Petersburg, Politekhnikeskaya str., 29), nononomercy@yandex.ru

Ключевые слова:

набережные Санкт-Петербурга
физический износ
струйная цементизация грунтов
капитальный ремонт
обрушение набережной
объекты культурного наследия

Аннотация:

В данной статье рассматривается актуальный вопрос технического состояния набережных Санкт-Петербурга. По сроку эксплуатации сооружений выявлены те из них, которые наиболее остро нуждаются в восстановительных работах. Проанализированы основные дефекты и повреждения стенок набережных, их влияние на несущую способность всей конструкции, опасности обрушения. Особое внимание уделено современному примеру обрушения стенки набережной, его последствиям и факторам, осложняющим проведение капитального ремонта в подобных случаях. Описаны ранее существовавшие и применяемые в данное время технологии восстановления несущей способности конструкций, подчеркнуты их основные достоинства и выявлены ключевые недостатки. Дан ответ на вопрос, по каким причинам в условиях Санкт-Петербурга на данный момент невозможно применять технологии восстановления без демонтажа.

Основной текст

Введение

Гранитные набережные Санкт-Петербурга – визитная карточка города, ежедневно притягивающая к себе потоки восхищенных людей. Многие из этих достопримечательностей относятся к ценным памятникам культуры.

Устройство каменных набережных было начато еще Екатериной II в XVIII веке. Гранит, как камень, устойчив к разрушениям, служит защитой берегов Невы, Фонтанки

и городских каналов около двухсот лет. Использованная технология строительства позволила каменным набережным служить без капитального ремонта длительный срок, но время и условия эксплуатации берут свое.

Конструкции и характерные дефекты

Традиционная конструкция стенок представляет собой бутовую кладку с гранитной облицовкой на деревянном свайном основании (рисунок 1). Такая технология характерна для набережных, построенных или укрепленных в XVIII - XIX веках [1, 2]. Гранит тогда добывался в карельских и Выборгских каменоломнях. В советское время эта конструкция в некоторых случаях заменялась железобетонной стенкой, облицованной гранитом, реже – диабазом [3].

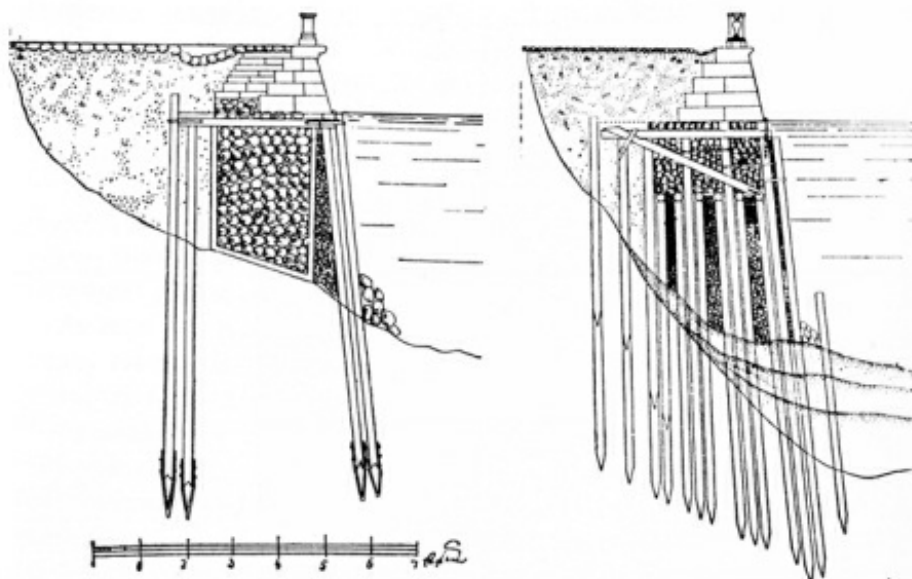


Рис. 1. Проекты гранитной набережной у Зимнего дворца. Разрезы. Чертежи. 1758 год

Строительство первых набережных датируется серединой XVIII века [1]. Первая идея облачения прежних деревянных набережных в камень возникла в 1750-е годы в связи со строительством Зимнего дворца. В 1762 году после окончания его постройки была сооружена Дворцовая набережная, одетая в гранит.

Некоторые набережные эксплуатируются более двух веков, хотя срок службы каменных подпорных стенок на сваях оценивается в 100 лет. К таким объектам относятся участки набережных реки Фонтанки, канала Грибоедова, реки Мойки, находящиеся в аварийном состоянии, поскольку сохранили без переделки свайное основание, устроенное более двухсот лет назад. Стоит отметить, что обозначенные набережные являются историческими объектами, несущими в себе огромную культурную ценность. В советские времена проводились капитальные ремонты некоторых участков [3, 14], сейчас Санкт-Петербургом эта проблема так же решается, но в недостаточном объеме.

Вопросу о физическом износе стенок питерских набережных немало лет. На текущий момент времени в аварийном состоянии находится ряд вышеупомянутых набережных, эксплуатирующихся около двухсот лет и нуждающихся в срочном восстановлении [4]. Не исключена возможность полного разрушения отдельных участков. Вода, движение речного транспорта, создаваемые им волны, каждый день деформируют даже столь прочный камень и создают под влиянием длительного периода эксплуатации повреждения, требующие серьезных восстановительных работ (рисунок 2).



Рис. 2. Сколы гранита. Свердловская набережная. 2012 год

Интенсивность движения по рекам и каналам и динамические нагрузки от них негативно воздействуют на камень. Гранит идеально подходит для огранки водных объектов, благодаря своей прочности и способности не впитывать воду, но существует ряд факторов, которые при взаимодействии и, спустя огромное количество времени, дают разрушающий эффект. Он ускорен в северных областях, к которым относится Санкт-Петербург: здесь добавляется влияние льда. Вода в микротрещинах в породе замерзает под действием низких температур, и образованный лед, расширяя их, деформирует камень.

Помимо сколов, трещин и выбоин на гранитной облицовке, к основным дефектам относятся:

выщелачивание и вымывание раствора швов между камнями облицовки, в бутовой

кладке;

выпирание, выпучивание и сдвиги отдельных блоков облицовки;

просадка бутовой кладки из-за образованных пустот.

Все это сопровождается деформацией тротуарных плит, перильных ограждений, прилегающей проезжей части (рисунок 3). Главная опасность заключается в том, что разрушение стенок может повлечь за собой обрушение набережных, за ними – дорог, и всё это в многолюдных районах города, так что вопрос ремонта стенок набережных напрямую связан с вопросом безопасности людей (рисунок 4).



Рис. 3. Деформация тротуарных плит. Набережная канала Грибоедова. 2009

год

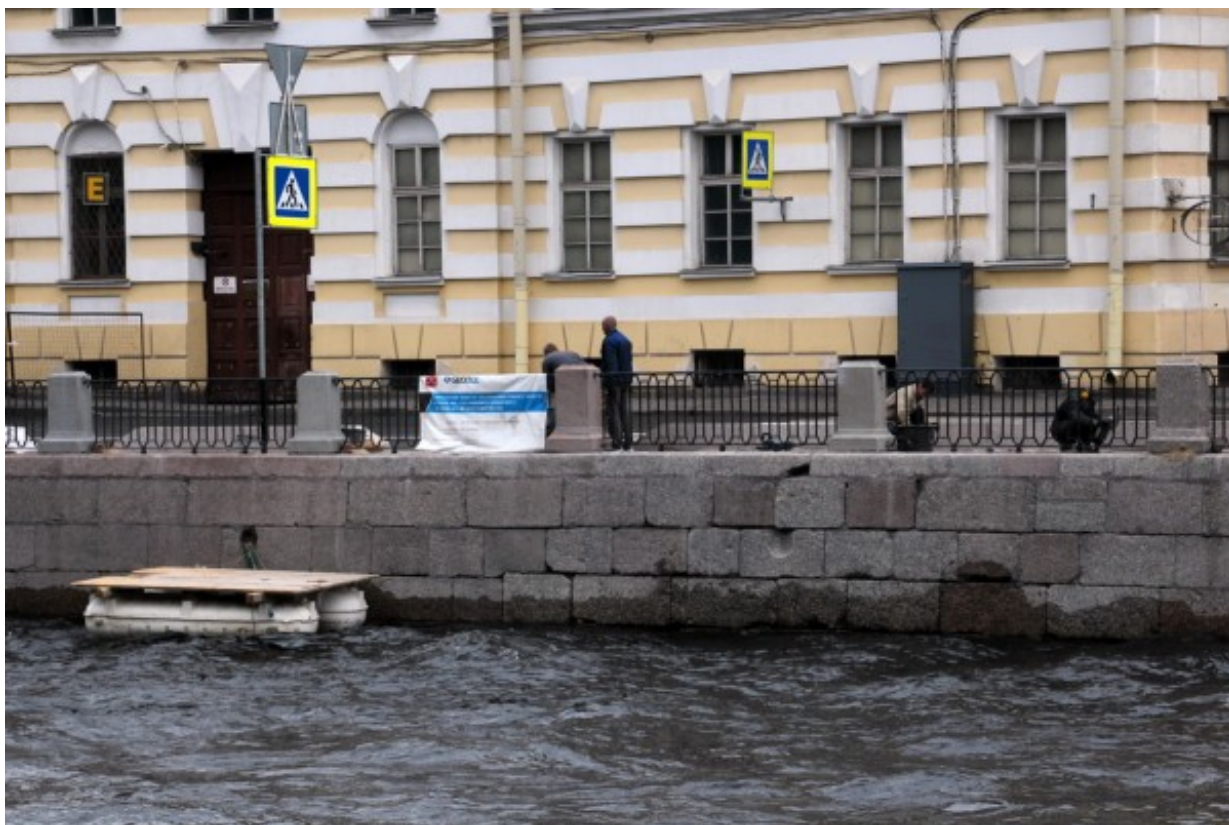


Рис. 4. Стенка набережной реки Фонтанки. 2015 год

Примером тому, насколько опасно аварийное состояние некоторых участков, является обрушение участка набережной канала Грибоедова в 2010 году (рисунок 5). Тогда в воду рухнули около 10 м² гранитной облицовки, парапет и тротуар [5].



Рис. 5. Обрушение стенки канала Грибоедова. 2010.

Местные жители единогласно сходились во мнении, что данный участок давно

подлежал ремонту: неудовлетворительное состояние участка набережной и повреждения камня были заметны не только специалистам-строителям, но и обывателям.

Восстановительные работы были проведены в экстренном режиме при перекрытых улицах, остановивших движение автотранспорта: полностью разобраны все элементы, находящиеся в аварийном состоянии, после – устроено основание стенки на буроинъекционных сваях, береговое шпунтовое ограждение, произведены разборка и установка бортовых камней, реставрация и воссоздание архитектурного декора из гранита и металла, укладка тротуарной плитки и проведены дорожные работы [6].

Все стадии подобного ремонта требуют геотехнического мониторинга, так как большинство набережных расположены вблизи от архитектурных и исторических памятников [13]. Мониторинг позволяет отслеживать изменения динамических нагрузок и осадки соседних зданий и сооружений.

Технологии восстановления

В советское время ремонт набережных включал в себя полную разборку и строительство ремонтируемого участка работ заново с использованием забивных свай и монолитной железобетонной стенки с последующей облицовкой отреставрированным гранитом. Забивка свай опасна в старой части города из-за негативного влияния на грунты основания набережных, поэтому давно не применяется для подобного ремонта.

Позднее для восстановления начали применяться буронабивные сваи. Они представляют собой железобетонные столбы, изготовленные путем погружения в полученную вращением обсадной трубы (каркаса для будущей сваи) скважину, из которой затем извлекается грунт, арматурного каркаса и заполнения его бетоном.

В современных условиях проводятся работы путем инъекционного закрепления бутовой кладки стенок набережной с последующей пересадкой их на буроинъекционные сваи, когда в пробуренные скважины нагнетается под давлением закрепляющий раствор на цементной основе и затем производится установка буроинъекционных свай [7, 15].

Также в настоящее время применяется технология jet grouting – струйная цементация грунтов, которая заключается в бурении скважины вращательным методом и извлечении бура с одновременным нагнетанием цементного раствора в скважину. После затвердевания грунтоцементной смеси образуется массив, обладающий более высокими, по сравнению с исходным грунтом, противодиффузионными, прочностными и деформационными характеристиками [8, 9, 16]. Укрепленный грунт может служить и для дальнейшего устройства грунтоцементных армированных свай, и для устройства буронабивных свай.

В процессе ремонта устраивают вертикальные деформационные швы, которых ранее не было, призванные уменьшить нагрузки на элементы конструкций [10].

Восстановительные работы требуют разборки ограждений, плит, старого свайного основания, затем сооружения нового, устройства железобетонной стенки и несут за собой ряд проблем, откладывающих проведение капитального ремонта. Основной из них является сложность проведения восстановительных работ в имеющихся условиях – историческом центре города. Демонтаж конструкций, размещение необходимого тяжелого оборудования требуют остановки движения транспорта вдоль набережных, отключения инженерных коммуникаций. Работа в центре города ювелирна, рядом в большинстве случаев находятся также объекты культурно-исторического наследия. Не смотря на столь сложные условия, качество выполнения ремонтных работ не должно страдать.

Устройство буроинъекционных и буронабивных свай отчасти облегчает данную задачу. Их преимуществами являются отсутствие негативных ударных воздействий и возможность работы в стесненных (вблизи существующих зданий) и в сложных инженерно-геологических условиях [11]. Менее габаритное оборудование, буровое и насосное, проще разместить в стесненных условиях городской застройки, однако это недостаточное решение проблемы.

В связи с этим встает вопрос об устранении износа стенок без демонтажа старых конструкций.

Заключение

Таким образом, проблема физического износа стенок городских набережных остаётся актуальной для Санкт-Петербурга. В результате проведенного анализа были выявлены ключевые факторы, определяющие выбор технологии восстановления и препятствующие проведению ремонтных работ.

На основании имеющихся данных и экспертных мнений можно сделать вывод о том, что применение бездемонтажных технологий восстановления видится невозможным в условиях Санкт-Петербурга. Заказчиком подобных работ выступает Комитет по развитию транспортной инфраструктуры, и их подрядчики ограничены в применении новых технологий, так как набережные, нуждающиеся в ремонте, являются объектами культурного и исторического наследия. Все применяемые материалы и технологии должны соответствовать требованиям КГИОП [12], что затрудняет внедрение каких-либо инновационных способов.

Из вышеизложенного следует, что минимизация неудобств на данный момент возможна при грамотной организации строительного процесса, который позволит проводить восстановительные работы без причинения сильного вреда, в том числе, и транспортному движению в городе.

Список литературы

1. Кочедамов В. И. Набережные Невы / Под ред. д-ра искусствовед. Г. Г. Гримма; Худ.: М. А. Таранов, А. Я. Малков; Фото Е. В. Тумилович. — Л.; М.: Госстройиздат, 1954. — 180 с.
2. Будин А. Я. Городские и портовые набережные. — СПб.: Политехника, 2014. — 424 с.
3. СПб ГБУ «Мостотрест» [Электронный ресурс]. URL: <https://mostotrest-spb.ru/embankments>. (Дата обращения: 28.10.2017).
4. После ремонта стенки открылся начальный участок набережной Фонтанки [Электронный ресурс] // интернет-газета «Канонер». 2015. URL: <http://kanoner.com/2015/05/25/145124/>. (Дата обращения: 24.10.2017).
5. Ремонт рухнувшей набережной канала Грибоедова займет полтора года [Электронный ресурс] // интернет-газета «Канонер». 2010. URL: <http://kanoner.com/2010/07/29/16646/>. (Дата обращения: 28.10.2017).
6. Капитальный ремонт стенки набережной канала Грибоедова (правый берег) на участке от Казанского до Банковского моста 2010-2011 гг [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pylon.ru/object.php?id=43>. (Дата обращения: 28.10.2017).
7. Мельников А. Огранка рек и каналов // Строительный Еженедельник. 2008. №14 (305). с. 15.
8. Струйная цементация грунтов (jet grouting) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.new-ground.ru/vidy-rabot/struynaya-tsementatsiya-gruntov/>. (Дата обращения: 28.10.2017).
9. Струйная цементация грунтов (Jet Grouting) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.geostroy.ru/technology/inkjet-technology-soil-capacity/>. (Дата обращения: 28.10.2017).
10. Набережную Фонтанки отремонтировали с мелким нарушением облика [Электронный ресурс] // интернет-газета «Канонер». 2017. URL: <http://kanoner.com/2017/06/14/155463/>. (Дата обращения: 20.10.2017).
11. Устройство буроинъекционных свай для усиления фундаментов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.drilling-msk.ru/ustroystvo-buroinektsionnih-svai-dlya-usileniya-fundamentov.html>. (Дата обращения: 20.10.2017).
12. Бжезински Е. Набережные Петербурга: 6 из 36 [Интервью с начальником сектора содержания и ремонта дорожных сооружений Комитета по развитию транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга А. П. Обуховым] // СТО. 2015. 06/39. С. 42-43.
13. M. Romanovich, T. Simankina Urban Planning of Underground Space: The development of Approaches to the Formation of Underground Complexes – Metro Stations as Independent Real Estate Objects Original Research Article Procedia Engineering 2016 Volume 165, p 1587-1594.

14. Simankina, N. Braila, S. Kanyukova Reclamation Trend of Underground Construction Original Research Article Procedia Engineering 2016 Volume 165, p. 1757-1765.

15. Смоленков В. Ю. Использование микросвай при ремонте набережных // Инженерно-строительный журнал. 2009. №8. С. 9-11.

16. Рамазанов А.А., Бадаева А.Д., Ланин Е.Б., Алнашаш Т.А. Грунтобетон в закладке фундамента // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. 3 (30). С. 111-128.

Engineering and construction technology

Elimination of the physical deterioration of embankments in St. Petersburg

**SARAFANOVA Olga
Yurevna**

master's degree, Peter the Great St.Petersburg
Polytechnic University (St. Petersburg,
Politekhnikeskaya str., 29),
nononomercy@yandex.ru

Ключевые слова:

embankments of St.
Petersburg
physical deterioration
jet cementation of soils
major repairs
collapse of the embankment
cultural heritage sites

Аннотация: The article deals with the actual issue of the technical condition of embankments of St. Petersburg. Those that are most in need of restoration work are identified here by service lifetime. The main defects of the embankments, their influence on the bearing capacity of the structure had been analyzed. Particular attention is given to the example of the collapse of the sea-wall, its consequences and the factors complicating the procedure for major repairs. Previously existing and modern technologies for restoring the bearing capacity of structures are described, their main advantages are emphasized. The article answers the question, why it is impossible to apply technologies without dismantling in the conditions of St. Petersburg at the moment.

Bibliography

1. Kochedamov V. I. Naberezhnyye Nevya / Pod red. d-ra iskusstvoved. G. G. Grimma; Khud.: M. A. Taranov, A. Ya. Malkov; Foto Ye. V. Tumilovich. — L.; M.: Gosstroyizdat, 1954. — 180 s.

2. Budin A. Ya. Gorodskiye i portovyye naberezhnyye. — SPb.: Politekhnika, 2014. — 424 s.

3. SPb GBU «Mostotrest» [Elektronnyy resurs]. URL: <https://mostotrest-spb.ru/embankments>. (Data obrashcheniya: 28.10.2017).
4. Posle remonta stenki otkrylsya nachalnyy uchastok naberezhnoy Fontanki [Elektronnyy resurs] // internet-gazeta «Kanoner». 2015. URL: <http://kanoner.com/2015/05/25/145124/>. (Data obrashcheniya: 24.10.2017).
5. Remont rukhnuvshey naberezhnoy kanala Griboyedova zaymet poltora goda [Elektronnyy resurs] // internet-gazeta «Kanoner». 2010. URL: <http://kanoner.com/2010/07/29/16646/>. (Data obrashcheniya: 28.10.2017).
6. Kapitalnyy remont stenki naberezhnoy kanala Griboyedova (pravyy bereg) na uchastke ot Kazanskogo do Bankovskogo mosta 2010-2011 gg [Elektronnyy resurs]. URL: <https://www.pylon.ru/object.php?id=43>. (Data obrashcheniya: 28.10.2017).
7. Melnikov A. Ogranka rek i kanalov // Stroitelnyy Yezhenedelnik. 2008. №14 (305). s. 15.
8. Struynaya tsementatsiya gruntov (jet grouting) [Elektronnyy resurs]. URL: <http://www.new-ground.ru/vidy-rabot/struynaya-tsementatsiya-gruntov/>. (Data obrashcheniya: 28.10.2017).
9. Struynaya tsementatsiya gruntov (Jet Grouting) [Elektronnyy resurs]. URL: <http://www.geostroy.ru/technology/inkjet-technology-soil-capacity/>. (Data obrashcheniya: 28.10.2017).
10. Naberezhnuyu Fontanki otremonirovali s melkim narusheniyem oblika [Elektronnyy resurs] // internet-gazeta «Kanoner». 2017. URL: <http://kanoner.com/2017/06/14/155463/>. (Data obrashcheniya: 20.10.2017).
11. Ustroystvo buroinyektsionnykh svay dlya usileniya fundamentov [Elektronnyy resurs]. URL: <http://www.drilling-msk.ru/ustroystvo-buroinektsionnih-svai-dlya-usileniya-fundamentov.html>. (Data obrashcheniya: 20.10.2017).
12. Bzhezinski Ye. Naberezhnyye Peterburga: 6 iz 36 [Intervyu s nachalnikom sektora sodержaniya i remonta dorozhnykh sooruzheniy Komiteta po razvitiyu transportnoy infrastruktury Sankt-Peterburga A. P. Obukhovym] // STO. 2015. 06/39. S. 42-43.
13. M. Romanovich, T. Simankina Urban Planning of Underground Space: The development of Approaches to the Formation of Underground Complexes – Metro Stations as Independent Real Estate Objects Original Research Article Procedia Engineering 2016 Volume 165, r 1587-1594.
14. Simankina, N. Braila, S. Kanyukova Reclamation Trend of Underground Construction Original Research Article Procedia Engineering 2016 Volume 165, r. 1757-1765.
15. Smolenkov V. Yu. Ispolzovaniye mikrosvay pri remonte naberezhnykh // Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. 2009. №8. S. 9-11.
16. Ramazanov A.A., Badayeva A.D., Lanin Ye.B., Alnashash T.A. Gruntobeton v zakladke fundamenta // Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. 2015. 3 (30). S. 111-128.