

RUP «Institut BelNIIS». – № а 20111166 ; заявл. 02.09.2011 ; opubl. 02.09.11 // Ofitsial'nyj bjul. / Nats. tsentr intellektual. sob., – 2011.

4. Rekomendatsii po proektirovaniyu i ustrojstvu gruntobetonnyh svaj v burorazdviznyh skvadinah. – Minsk: OAO «Strojkompleks», 2005. – 51s.

5. Rekomendatsii po proektirovaniyu i ustrojstvu vertikal'no armirovannyh osnovanij (geomassivov) dlya plitnyh fundamentov zdaniy i soorudzenij v gruntovyh usloviyah Respubliki Belarus': R 1.02.133 -2014 (2022). – Minsk: RUP «Strojtehnorm», 2014 (2022). – 28s.

6. Fundamenty plitnye. Pravila proektirovaniya : TKP 45 -01-67-2007. – Minsk: MAiS RB, 2007. – 144 s.

7. Mirsoyapov, I.T. Issledovanie prochnosti i deformiruемости prosadochnykh gruntovyh osnovanij, armirovannyh vertikal'nymi elementami / I.T. Mirsoyapov, V.R. Mustakimov // Trudy mezhdunarod-noj konferentsii po geotekhnike «Vzaimodejstvie soorudzenij I osnovanij: metody raschyota i indzener-naya praktika». Tom 2. – SPb, PGUPS, 2005. – S. 40-45.

8. Ter-Martirosyan Z.G., Ekvivalentnye harakteristiki deformiruемости i prochnosti mnogokomponentnogo grunta / Z.G. Ter-Martirosyan // Materialy Medzhdunarodnogo Soveschaniya zavedujuschih kafedrami MGr., Indz.Geologii, OiF i Podzemnogo stroitel'stva stroitel'nyh vuzov i fakul'tetov, M.: MGSU, 2003. – S. 15-25.

9. Tokin, A.N. Fundamenty iz tsementogrunta / A.N. Tokin. – M.: Strojizdat, 1984. – 184 s.

10. Osnovy proektirovaniya stroitel'nyh konstruksij (na osnove EN1990:2002): SN 2.10.01 – 2019. – Minsk: MAiS RB, 2020. – 89 s.

УДК 624.15

ОПЫТ УСТРОЙСТВА ГЛУБОКИХ ФУНДАМЕНТОВ ПОД ОБОРУДОВАНИЕ ВНУТРИ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ЗДАНИЯ ЦЕХА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

А.П.Кремнёв¹, Ю.В.Анисимов², Е.Г.Кремнева³

¹ *к.т.н, доцент, доцент кафедры строительных конструкций, учреждения образования «Полоцкий государственный университет им. Евфросинии Полоцкой», Новополоцк, Беларусь, e-mail: kremnev_si@mail.ru*

² *Старший преподаватель кафедры геотехника и строительная механика, «Белорусский национальный технический университет», г. Минск, Беларусь, e-mail: 6619151@tut.by*

³ *к.т.н, доцент, заведующий кафедрой архитектуры и дизайна учреждения образования «Полоцкий государственный университет им. Евфросинии Полоцкой», Новополоцк, Беларусь, e-mail: e.kremneva@psu.by*

Реферат

В статье рассматривается пример успешного возведения глубоких фундаментов внутри существующего производственного цеха в сложных геологических условиях, характеризующихся высоким уровнем грунтовых вод и наличием водонасыщенных песков, переходящих в плавунное состояние при малейшем виб-

рациональном воздействии. При этом глубина заложения фундаментов под оборудование значительно превышала глубину заложения фундаментов колонн существующего здания.

Решение данной геотехнической задачи стало возможным благодаря применению современной технологии Jet grouting, позволившей в сложных условиях реконструкции выполнить упрочнение грунтов оснований фундаментов, создать цементно-грунтовую подпорную стенку, обеспечивающую устойчивость фундаментов существующего здания.

Ключевые слова: фундаменты, реконструкция, струйная технология, водонасыщенные пески, усиление оснований, противодиффузионная завеса, повышение квалификации.

EXPERIENCE IN DEVELOPING DEEP FOUNDATIONS FOR EQUIPMENT INSIDE THE EXISTING BUILDING OF THE METAL STRUCTURES MANUFACTORY

A.P. Kremniou, Yu.V. Anisimov, E.G. Kremneva

Abstract

The article considers an example of the successful erection of deep foundations inside an existing production workshop in difficult geological conditions, characterized by a high level of groundwater and the presence of water-saturated sands that turn into a quicksand at the slightest vibrational impact. At the same time, the depth of laying the foundations for the equipment significantly exceeded the depth of laying the foundations of the columns of the existing building.

Key words: foundations, reconstruction, jet grouting, water-saturated sands, reinforcement of foundations, impervious curtain, advanced training.

Введение

Техническое перевооружение промышленных предприятий тяжелого машиностроения в большинстве случаев приводит к необходимости размещения внутри существующих производственных корпусов современного, высокопроизводительного оборудования, зачастую более массивного и дорогостоящего. Для нового оборудования внутри цеха часто требуется выполнить новые фундаменты, глубина заложения которых может превышать глубину заложения фундаментов несущего каркаса здания в 2 и более раза. Возведение фундаментов, в этом случае, представляет собой сложную геотехническую задачу, решение которой возможно лишь с учетом инженерно-геологических и гидрогеологических условий, технического состояния несущих конструкций здания, имеющегося строительного оборудования и технической возможности устройства фундаментов внутри существующего здания [1].

Устройство фундаментов размоточного стана

В качестве примера можно привести опыт устройства фундаментов под размоточный стан цеха металлоконструкций в п.Фариново, Полоцкого р-на. Согласно проекту, фундамент данного оборудования представляет собой железобетонную камеру глубиной заложения -4,320м от уровня пола, что на 2.46м ниже,

чем глубина заложения фундаментов несущего каркаса цеха, рис.1. При этом, в основании фундаментов здания залегали мелкие водонасыщенные пески практически на всю глубину сжимаемой толщи.

Проектом было предусмотрено устройство шпунтового ограждения в виде замкнутого контура из профиля Л-4 типа Ларсен длиной 7м. Учитывая стесненные условия работ внутри цеха и ограничение по высоте, заказчиком было принято решение снять верхний слой грунта до отметки -1,71м, соответствующей уровню грунтовых вод и, фактически, уровню подошвы существующих фундаментов.

После вибропогружения первых же шпунтовых элементов котлован начал интенсивно заполняться водой с образованием гифонов с обильным водопритоком, содержащим пылеватую фракцию песчаного грунта, рис.2. Кроме того, в несущих элементах здания образовались существенные дефекты в виде разрыва элементов вертикальных связей, расстройство стыков стропильных балок с базой колонн, разрушения опорной части ребристых плит покрытия, рис.3. В ходе детального обследования несущих элементов здания было установлено, что в процессе погружения шпунта произошла осадка близлежащих фундаментов здания вследствие разжижения грунта при вибрационном воздействии. Максимальное значение дополнительной осадки фундаментов колонн составило 70мм. Работы были приостановлены.

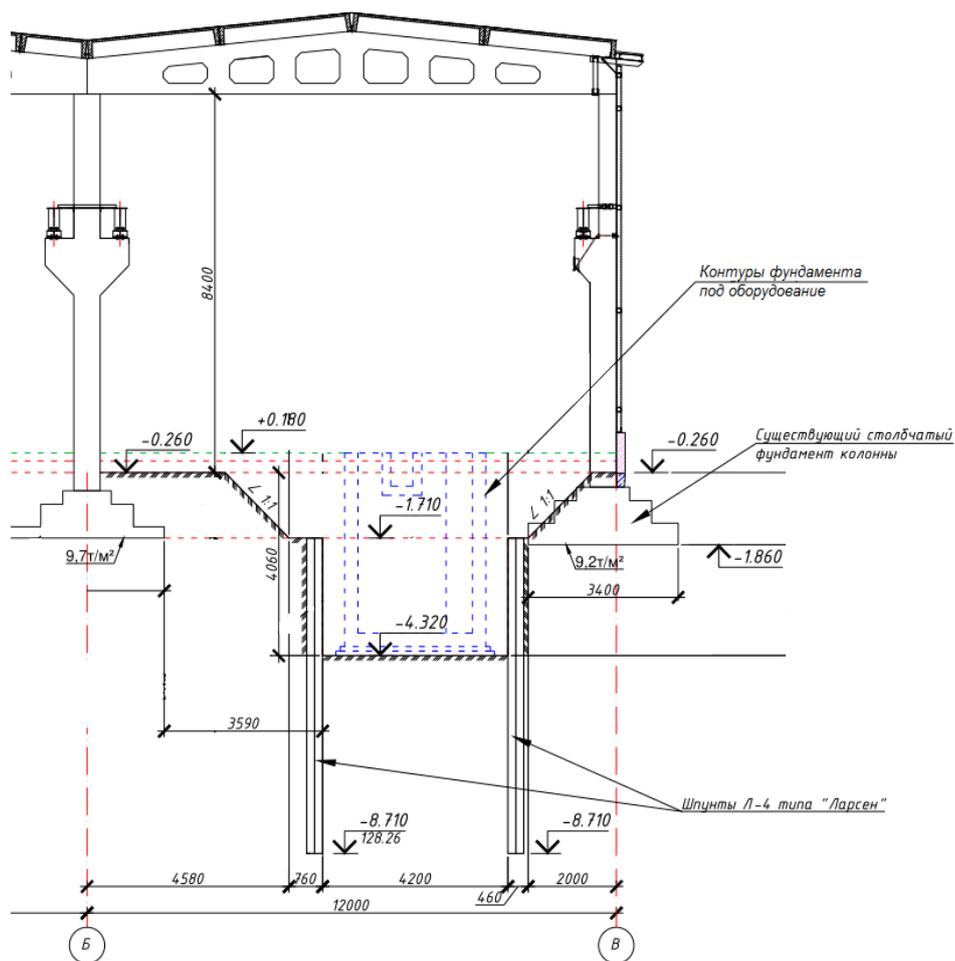


Рис.1. Проектное решение метода производства работ при устройстве фундамента под оборудование



Рис.2. Состояние котлована после забивки шпунта



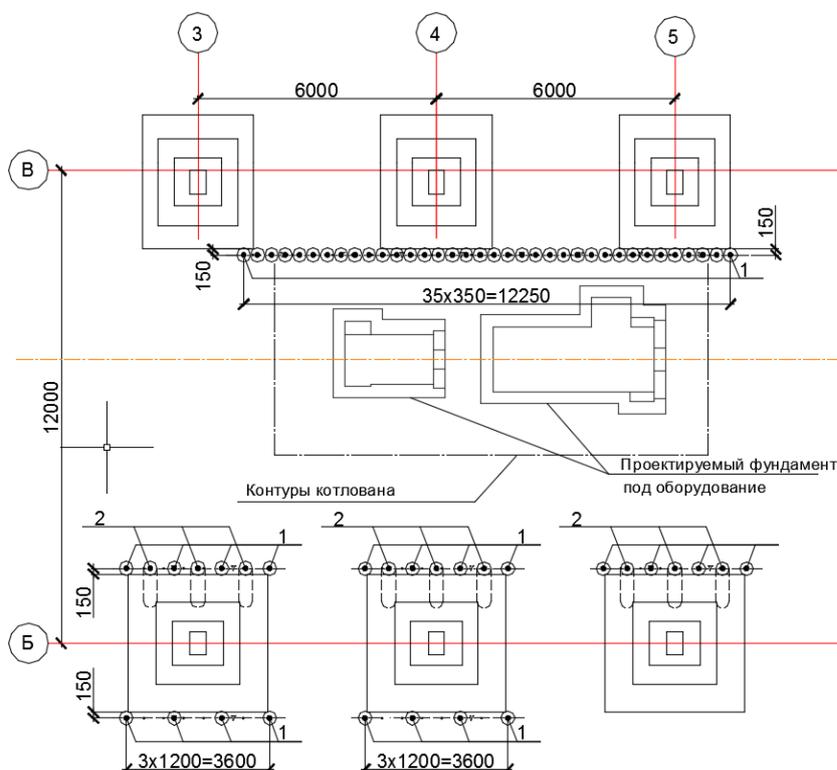
Рис.3. Разрушение опорной части ребристых плит покрытия

Учитывая важность данного инвестиционного проекта для нашего региона, необходимо было в кратчайшие сроки разработать новый проект производства работ по устройству фундаментов размоточного стана, а также метод усиления фундаментов с учетом сложившейся ситуации.

Усиление просевших фундаментов, нами было предложено выполнить путем устройства корневых цементогрунтовых свай, устраиваемых с использованием

технологии струйной цементации (Jet grouting). По двум сторонам каждого фундамента, попавших в зону вибрационного воздействия, новым проектом предусматривалось выполнение одиннадцати свай вплотную к граням его подошвы. При этом ближайшая к котловану сторона фундамента усиливалась семью сваями, три из которых были наклонные, рис.4. Противоположная сторона - четыре сваями. Цилиндрические цементо-грунтовые сваи в этом случае выполняли роль армирующих элементов, существенно снижающих возможность развития зон выпора грунта из-под подошвы существующих фундаментов.

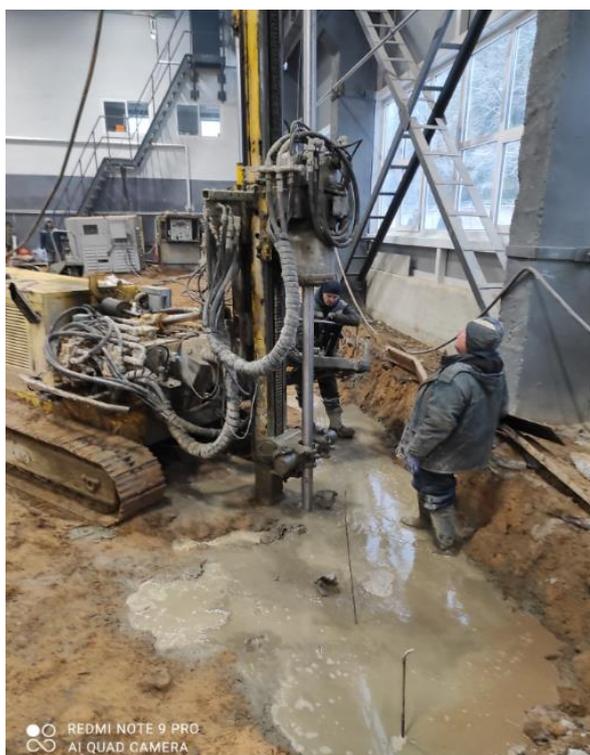
Для безопасного вскрытия котлована фундамента под оборудование было предложено выполнить сплошную стенку из секущихся цементо-грунтовых свай, выполняемых также по струйной технологии. Сваи выполнялись вплотную к фундаментам стены по оси «В» в зоне, непосредственно примыкающей к месту проведения земляных работ. Сплошная цементо-грунтовая стенка одновременно служила противодиффузионной завесой.



**Рис.4. Схема устройства цементо-грунтовых свай:
1-вертикальные сваи; 2 –наклонные сваи (под углом 30° от вертикали).**

Цементо-грунтовые сваи выполнялись комплексом технологического оборудования, состоящим из буровой установки «KLEMM» KR708 (Германия) на гусеничном ходу и насосного оборудования TW Mini Jet Compact Unit (Италия) силами буровой компании ОДО «Георемстрой», рис.4. Установка работала по однокомпонентной схеме. В качестве рабочей жидкости выступал водоцементный раствор с В/Ц=0.8. Рабочее давление 25-30 МПа. Всего было выполнено 65 свай длиной 4-5м. В ходе пробного вскрытия цементо-грунтовых элементов установлено, что фактический диаметр свай в песчаном грунте составил 300-350мм.

Принятые технические решения позволили выполнить вскрытие котлована ниже подошвы до отметки -3,7м, что выше проектной отметки. Вскрыть котлована на большую глубину не позволил значительный приток воды со дна котлована с явными признаками выноса песчаного грунта. Предложенный вариант устройства ниже дна котлована пластовой горизонтальной противодиффузионной завесы с использованием струйной технологии заказчиком не был согласован, но он согласился на частичное уменьшения глубины технологического приямка и, следовательно, на уменьшение глубины заложения фундамента на 0,6м.



а)



б)

**Рис.3. Устройство цемента-грунтовых свай по технологии Jet grouting:
а) - общий вид установки; б) - извлеченный фрагмент цемента-грунтовой сваи**

Все работы по устройству фундамента выполнялись силами строительной организации ООО «НПФ Строитель» г. Новополоцк. Общий вид фундамента размоточного стана после по окончании работ представлен на рис.4.



Рис.4. Общий вид фундамента под оборудование после завершения монолитных работ и частичной засыпки котлована

В заключении считаю необходимым обратить внимание на тот факт, что первоначальное решение о вибропогружении металлического шпунта в водонасыщенных грунтах было заведомо ошибочным и могло привести к обрушению каркаса здания цеха. Это свидетельствует о низком уровне геотехнической подготовки специалистов проектной организаций, принявших такое решение. К сожалению, таких примеров можно привести достаточно много.

Основная причина, на наш взгляд, заключается в том, что в проектных организациях расчетом и проектированием фундаментов занимаются специалисты, не имеющие достаточных знаний и опыта геотехнического проектирования. Традиционно, проектированием фундаментов занимается инженер-конструктор, имеющий соответствующий квалификационный аттестат, при получении которого в первую очередь проверяются знания по расчету несущих конструкций надземной части здания, и лишь небольшая часть вопросов касается инженерной геологии, механики грунтов, оснований и фундаментов.

Руководителями проектных организаций не уделяется достаточного внимания повышению квалификации специалистов фундаментщиков, фактически игнорируются рекомендации по периодической стажировки своих сотрудников, не выделяются средства для участия в семинарах, проводимых с участием специалистов Белорусского общества геотехников.

Считаю, что сложившаяся ситуация требует принятия соответствующих мер со стороны руководства Министерства строительства и архитектуры. В первую очередь необходимо ввести в штат проектных организаций должность специалиста-геотехника, как обязательное условие для получения аттестата соответствия,

как минимум, для сооружений категорий сложности К1, К2 и К3. При этом, аттестацию специалистов-геотехников необходимо проводить по специальной программе в ходе прохождения курсов повышения квалификации и при постоянном участии в семинарах, проводимых под эгидой Белорусского общества геотехников (БООСТ).

Список цитированных источников

1. ТКП 45-5.01-254-2012 Основания и фундаменты зданий и сооружений. Основные положения: -Минск: Стройтехнорм, 2012. – 54с.

References

1. TCR 45-5.01-254-2012 Bases and foundations of buildings and structures. Basic provisions: -Minsk: Stroytekhnorm, 2012. -54с.

УДК 693.554-408.8

СЦЕПЛЕНИЕ АРМАТУРЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ С КЕРАМЗИТОБЕТОНОМ

П. В. Кривицкий¹, Т. Н. Седляр²

¹ *К. т. н., доцент, заведующий отраслевой лабораторией «Научно-исследовательский центр инноваций в строительстве» УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail: krivitskiyp@mail.ru*

² *Магистр технических наук, старший преподаватель кафедры механики и строительных конструкций УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: Sedlyr_TN@grsu.by*

Реферат

В данной статье рассматриваются вопросы теории сцепления арматуры периодического профиля с бетоном, приведены теоретические и эмпирические зависимости определения законов сцепления, ключевые параметры. Рассмотрены конструктивные схемы для определения сцепления керамзитобетона с арматурой.

Ключевые слова: сцепление арматуры, теория, законы сцепления.

COUPLING OF REINFORCEMENT OF PERIODIC PROFILE WITH LEAVED CONCRETE

P. V. Krivitskiy, T. N. Sedlyr

Abstract

This article discusses the theory of a periodic profile reinforcement bond, discusses the theoretical and empirical dependences of the patterns of bond, characteristic parameters. Structural schemes for determining the bond of expanded clay concrete with reinforcement are considered.

Keywords: rebar bonding, theory, laws of coupling.