

СТРОИТЕЛЬСТВО ИСКУССТВЕННОГО ОСТРОВА В АКВАТОРИИ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Старцев Ю. Г.
генеральный директор ОАО «Нью Граунд»

Пономарев А. А.
руководитель представительства ОАО «Нью Граунд»
в Тюменской области

Зуев С. С.
ведущий специалист ОАО «Нью Граунд», член РОМГТиФ

Маковецкий О. А.
канд. техн. наук, член РОМГТиФ, доцент кафедры
«Строительного производства и геотехники» ПНИПУ,
ОАО «Нью Граунд»

Новым перспективным направлением продвижения разведки нефтяных месторождений является северная часть Пермского края, район Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей. Но ее проведение связано с достаточно серьезными трудностями, поскольку приемлемые площадки находятся в пойменной части реки Камы и освоение их является весьма сложной инженерной задачей. В этой статье описан опыт инженерной подготовки одной из таких площадок.

В административном отношении площадка расположена в Пермском крае на землях г. Березники в 5 км от южной границы г. Березники, поверхность участка ровная, абсолютные отметки поверхности изменяются в пределах от 106,69 до 107,94 м.

Для ее обустройства было необходимо построить искусственный остров из намывного песка с размерами в плане 250 × 220 м с абсолютной отметкой поверхности 110,3 м; переходную дамбу длиной 727 м и шириной 15,0 м и проложить около 5 км технологической дороги. Общая площадь технологической площадки составляет 54430 м². Выполнены земляные сооружения (насыпи из песка) общим объемом 504 000 т.

Инженерно-геологические условия площадки: в геоморфологическом отношении участок приурочен к затопляемой левобережной террасе р. Камы и расположен в акватории Камского водохранилища.

Подземные воды на период изысканий (февраль-март 2011 г.) вскрыты на глубине от 0,50 до 1,00 м (абсолютные отметки от 106,38 до 106,67 м). В периоды наивысших уров-

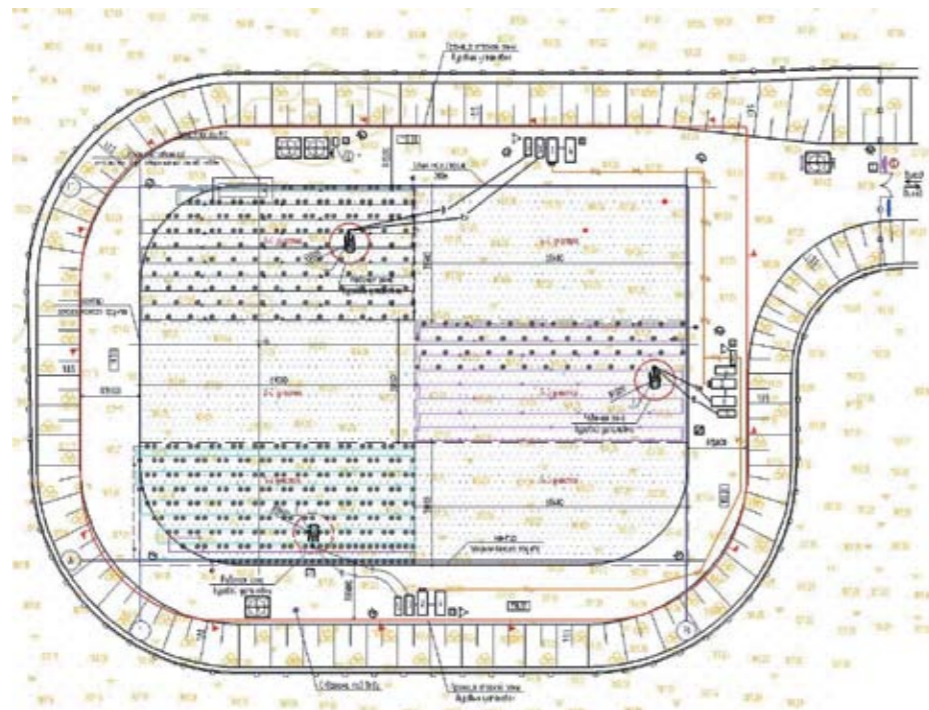


Рис. 1. Схема строительства острова



Рис. 3.



Рис. 4.

ней Камского водохранилища участок затопляется водами водохранилища (рис. 3). Обеспечение технологических требований по размещению бурового оборудования на площадке с такими геологическими характеристиками без выполнения мероприятий по искусственному уплотнению грунтов практически невозможно. Осадка слоя органо-минерального грунта в естественных условиях под слоем песчаной насыпи по расчету протекала бы в течение 35–45 лет и составила бы величину 120–150 см.

Для обеспечения приемлемых величин и сроков уплотнения торфов, залегающих в основании искусственного острова, исходя из опыта работы с подобным типом грунтов (Москва [1]; Санкт-Петербург [2]) была предложена методика закрепления грунтов основания по технологии струйной цементации грунтов Jet grouting по двухкомпонентной схеме — Jet-2. Технология основана на использовании энергии высоконапорной струи цементного раствора для перемешивания природного грунта с частичным его замещением цементным раствором (рис. 4, 5). Подача струи цементного раствора осуществляется одновременно с подачей струи сжатого воздуха, что позволяет увеличить радиус воздействия разрушающей струи.



Рис. 5.

В связи с тем, что торфы имеют кислую среду, для качественного закрепления грунта предусмотрен предварительный вымыв (размыв) грунта.

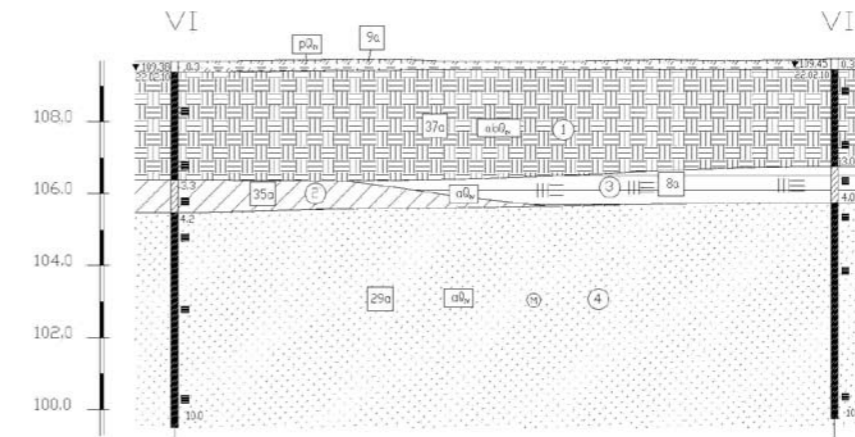


Рис. 2. Инженерно-геологический разрез площадки (сверху вниз):

ИГЭ 1в — ил супесчаный. Мощность от 0,50 до 0,70 м. ИГЭ 1 — торф сильноразложившийся, насыщенный водой. Мощность от 0,5 до 4,5 м. Модуль общих деформаций $E = 0,15$ МПа. ИГЭ 3 — глина мягкопластичная с примесью органических веществ. Мощность от 0 до 2,0 м. Модуль общих деформаций $E = 10,0$ МПа. ИГЭ 5 — песок средней крупности. Вскрытая мощность от 7,0 до 9,3 м. В пределах площадки (в интервале отметок от 107,42 до 106,06 м) развиты специфические слабые грунты (торфы и илы) суммарной мощностью от 0,70 до 7,0 м.

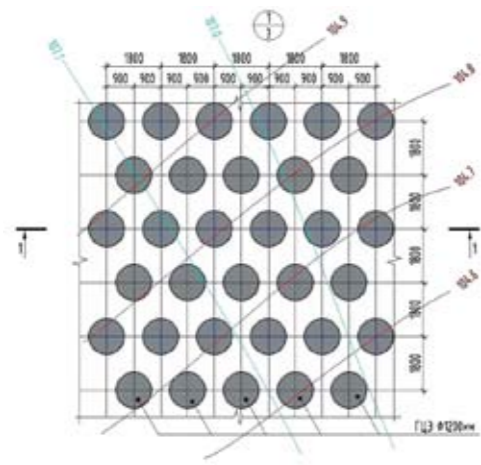


Рис. 6.

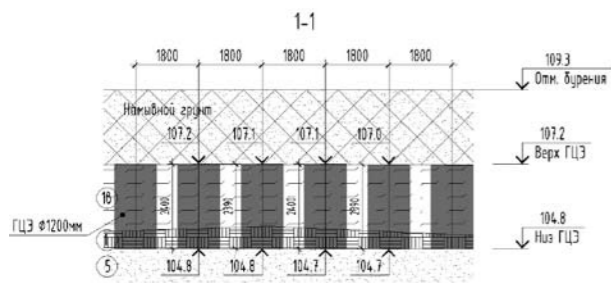


Рис. 7.

Производство работ по закреплению грунтов включает следующие операции: бурение технологических скважин до нижней отметки закрепления с размывом грунта (при этом контролируется реальная мощность торфа) и подъем бурового инструмента с закреплением грунта в проектный интервал. Расход цемента в случае работы с торфами составляет 700 кг/м^3 закрепленного грунта. При этом в грунте формируется колонна диаметром 1100–1200 мм, что подтверждается экспериментами на опытных участках. Характеристики закрепленного торфа: прочность на одноосное сжатие $R_{сж} = 0,7 \text{ МПа}$, модуль деформации $E = 70,0 \text{ МПа}$ (рис. 6, 7).

Конструктивно закрепление выполняется в виде устройства геомассива, состоящего из грунта естественного сложения и армирующих элементов, расположенных по сетке шагом $1,8 \times 1,8 \text{ м}$. В этом случае геомассив рассматривается как композитный конструкционный материал с приведенными деформационными характеристиками — модуль общих деформаций $E = 24,0 \text{ МПа}$. Прогнозируемая осадка основания в данном случае составляет 1,0–3,0 см.

Преимуществом предлагаемого метода является достаточная оперативность его реализации, поскольку основным потребным строительным материалом является только цемент, правда, в значительных количествах — до 20 000 т, при этом пиковая поставка в сутки составляла до 300 т. Общий объем закрепленного грунта (болота I и II типов) составил $109 700 \text{ м}^3$. Работы на площадке начались в феврале 2011 г., одновременно на площадке работало от трех до шести комплексов струйной цементации грунта, включающих буровую машину (TWS 1400 RAPTOR — рис. 8) и агрегаты подготовки (миксер TWM 20 и высокого давления TW 400/S). Обеспечение электроэнергией агрегатов осуществлялось от автоном-



Рис. 8. Буровая машина TWS 1400 RAPTOR



Рис. 9.

Схема отборов кернов при контрольном бурении скважин

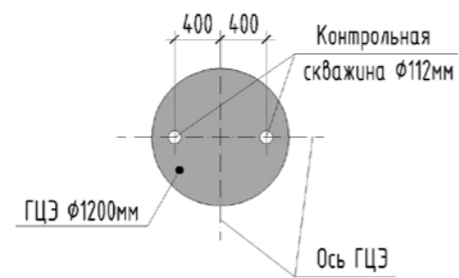


Рис. 10.

ного дизель-генератора. Работы велись непрерывно в три смены и были закончены в ноябре 2011 г.

В период производства работ велся постоянный контроль качества закрепления грунтов. Сплошность массива контролировалась контрольным бурением с отбором кернов (рис. 9, 10). Образцы закрепленного грунта испытывались независимой лабораторией Горного института Уральского отделения РАН по стандартной методике определения предела прочности и модуля деформации материала. По результатам испытаний, прочность на сжатие образцов составляет $R_{сж} = 0,8–5,0 \text{ МПа}$, модуль общих деформаций $E = 100–170 \text{ МПа}$, что подтверждает проектные данные.



Рис. 11. До начала работ



Рис. 12. Результат работ



Рис. 13. Подъездная дорога до начала работ



Рис. 14. Построенная дорога



Рис. 15.



Рис. 16.

Параллельно с закреплением слабых грунтов велись работы по подготовке поверхности песчаной насыпи искусственного острова и автомобильной дороги (рис. 11, 12).

В сентябре 2011 г. началось разведочное бурение, и в декабре получены первые данные о запасах месторождения (рис. 15, 16).

Опыт проведенных работ на объекте показывает, что применение струйной технологии закрепления слабых грунтов (торфов) позволяет успешно осваивать даже самые сложные площадки и может быть применен для дальнейшего внедрения при разведке и обустройстве нефтяных месторождений.

Литература

1. Маковецкий О. А., Зуев С. С. Опыт армирования слабых грунтов в основании фундаментных плит с применением струйной геотехнологии // Международная конференция по геотехнике. Москва, 7–10 июня 2010 г.
2. Богов С. Г., Зуев С. С. Опыт применения струйной технологии для закрепления слабых грунтов при реконструкции здания по ул. Почтамтская в г. Санкт-Петербурге // Конференция, посвященная 100-летию со дня рождения Долматова Б. И., Санкт-Петербург, 2010 г.

С нами строить легко!

- Полный цикл проектирования и строительства подземных сооружений (автостоянки, транспортные развязки, гидротехнические сооружения) и надземных сооружений (жилые, промышленные объекты)
- Ограждение котлованов
- Закрепление грунтов
- Усиление фундаментов
- Выполнение работ на памятниках истории и архитектуры



г. Пермь. ул. Кронштадтская, 35
 тел./факс (3422) 244-72-22
 тел. в Ижевске (3412) 56-62-11
 тел. в Краснодаре (861) 240-90-82
 тел. в Казани (843) 296-66-61
 тел. в Москве (495) 643-78-54

тел. в Самаре (846) 922-56-36
 тел. в Санкт-Петербурге (812) 923-48-15
 тел. в Тюмени (3452) 74-49-75
 тел. в Уфе (917) 378-07-48
 тел. в Челябинске (351) 235-97-98

www.new-ground.ru, office@new-ground.ru