

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СЛАБЫХ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТОВ В ПРАКТИКУ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Школа А.В., Рабочая Т.В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Розглядається випробування формування дрена у Маріупольському морському торговельному порту в складних інженерно-геологічних умовах будівництва. Консолідація основи з слабких водонасичених фільтраційно - анізотропних мулів передбачає формуванням недосконалих дрена.

Анализ инженерно-геологических условий портов показывает наличие в основании большинства портовых сооружений слабых водонасыщенных грунтов различной мощности, что зависит от ряда причин:

- порты строят, как правило, вблизи устьев рек, а речные долины сложены, как правило, слабыми водонасыщенными фильтрационно-анизотропными грунтами;
- приустьевая зона представлена морскими илами, которые формируются из глинистых частиц и накоплений продуктов жизнедеятельности морских микроорганизмов.

Наличие слабых водонасыщенных фильтрационно-анизотропных грунтов в районе площадки строительства или реконструкции уже существующих сооружений – один из основных факторов удорожания стоимости объекта.

В соответствии с действующими нормативными документами необходимо на всех этапах при проектировании и строительстве учитывать ряд факторов, которые позволяют обеспечить: надежность; долговечность; экономичность сооружений.

Для этого требуется выполнять прогноз изменения характеристик слабых водонасыщенных фильтрационно-анизотропных грунтов участка строительства или реконструкции, что в ряде случаев может привести к увеличению нагрузки при эксплуатации и более быстрому вводу сооружения в эксплуатацию.

Метод расчета фильтрационной консолидации слабого илистого грунтового основания применен при предпостроечном уплотнении основания при формировании территории реконструируемого причала № 1 в Мариупольском морском торговом порту в 2007 году.

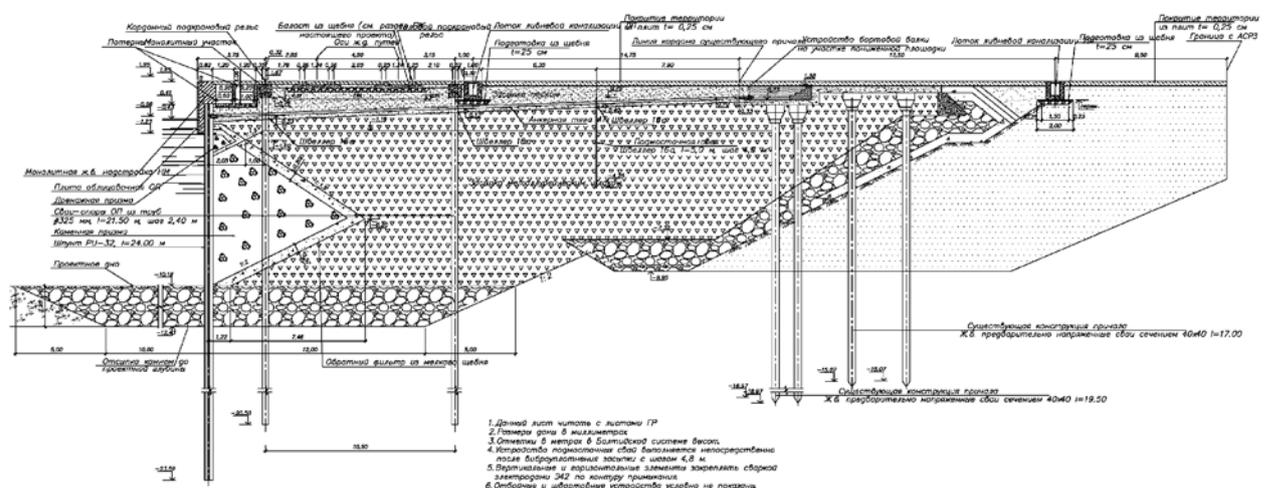


Рис. 1. Схема причала № 1

Реконструкция причала №1 выполнялась в соответствии с генеральным планом развития г. Мариуполя на обновлении причального фронта порта. Существующий причал №1 использовался для отстоя судов портофлота. Специализация причала после реконструкции – навалочные грузы и металлогрузы. Проектируемый участок располагался на закрытой акватории, т.е. не подвержен воздействию волнения и в зимний период нагромождению льдов под воздействием нагонных ветров.

Особенность реконструкции – поэтапный ввод в эксплуатацию участков причала с возможностью швартовки и погрузки судов в период, когда остальная часть находится в реконструкции.

Конструкция причала – в виде больверка из стального шпунта РУ – 32 длиной 24,0 м, с короткими стальными анкерами в одном уровне закрепленными за конструкцию бортовой балки существующего причала и шпунтовую анкерную стенку, со сборно-монолитной ж. б. надстройкой. Глубина у кордона причала составляет 9,75 м. Заполнение пазухи причала выполнялось металлургическим, отвальным или гранулированным шлаком, с устройством дренажных призм из щебня, прикрытого в верхней части песком. Глубинное подводное уплотнение засыпки выполнялось виброиглой TR-75 фирмы Бауэр через монтажные окна в плитах причала Ø около 800 мм.

Инженерно-геологические условия приняты по данным паспортов технического состояния причала №1 (МАГ ВТ, брошюра арх. №1352 2001 г.) и №1 с оголовком (МАГ ВТ, брошюра арх. №1353 2001 г.).

Геологическое строение в районе строительства включает толщи аллювиально-морских отложений: илы; тугопластичные суглинки; полутвердые глины, подстилаемые мощным слоем крупных и гравелистых песков. С поверхности дна геологические условия характеризуется толщей илов мощностью от 6,0 до 8,0м и более, которые представлены глинистыми слабыми текучими илами с прослойками песка. Характеристики слабых грунтов: - угол внутреннего трения, в интервале 7-9°; сцепление 0,07-0,10 кг/см²; объемный вес 1,4 -1.71 т/м³; коэффициент пористости 0,9 -1,4.

Проектное решение предусматривало предпостроечное уплотнение массива шлака в сочетании с одновременным формированием несовершенных дрен длиной 20 м из шлака металлургического комбината Азовсталь. Решение задачи предпостроечного уплотнения сводилось к условиям плоского деформирования [10].



Фото 1. Общий вид виброиглы TR-75 в сборе. Мариупольский морской торговый порт. Строительство выполняет Мариупольский филиал МАСТ-БУД (директор М.Л. Беккер).

В качестве рабочего инструмента, технологически обеспечивающего проектное решение МАГ ВТ, предприятие МАСТ-БУД применило виброиглу TR-75 фирмы Бауэр (фото 1).

Образование территории выполнено из металлургического шлака. Для предотвращения контакта отсыпанного шлака с водной средой акватории порта предусмотрена каменная и дренажная призмы по линии кордона причала. Виброигла перемещалась в проектное положение и по высоте подъемным краном на гусеничном ходу, что обеспечило необходимую проходимость кровли основания и сравнительную простоту работ в пределах площадки (фото 2). Для формирования дрен использовался шлак: металлургический ОАО МК «Азовсталь» для строительства гидротехнических сооружений.

Уплотнение территории причала, производилось глубинным виброуплотнителем – виброиглой «БАУЭР». Строительство выполнял Мариупольский филиал МАСТ-БУД (директор М.Л. Беккер).

Дрены в плане выполнены с проектным шагом сетки уплотнения, предложенного метода [10]. Диаметр, расстояние, и длина дрен принимаются по расчетной схеме.

Уплотнение участка (длиной 150 м) причала позволило порту выполнять швартовки и погрузки судов в период, когда остальная часть причала находилась в реконструкции.



Фото 2. Процесс создания дрены из металлургического шлака комбината Азовсталь выполняемый виброиглой TR-75 фирмы Бауэр в Мариупольском морском торговом порту в 2007 году

Ускорение уплотнения основания причала при образовании его территории привело к сокращению срока введения реконструируемого объекта в эксплуатацию, что, в свою очередь, обусловило экономический эффект ориентировочно определяемый суммой 300 тыс. грн. на момент строительства. Прогнозирование периода стабилизации основания выполнено на основе разработанного метода расчета фильтрационной консолидации слабого илистого грунтового основания с несовершенными дренами при его уплотнении [10].

Метод расчета внедрен в 2002-2007 гг. при разработке рабочих проектов реконструкции причалов 10,11 Мариупольского морского торгового порта.

Слабое основание открытого склада генеральных грузов характеризуется толщиной илов мощностью от 6,0 до 8,0 м и более. В геологическом строении площадки строительства принимают четвертичные аллювиальные морские отложения, представленные илами, глинами, суглинками, песками пылеватыми. Геологические условия характеризуются как сложные, т.к. в основании залегают слабые водонасыщенные морские илы. Мощность илов в прирезовой зоне $3.2 \div 4.1$ м. Угол внутреннего трения в интервале $7-9^{\circ}$, сцепление $0,07-0,10$ кг/см². Объемный вес $1,4 - 1.71$ т/м³, коэффициент пористости $0,9 - 1,4$.

Реконструкция причала №11 (специализация - навалочные грузы и металлогрузы) также выполнялась в соответствии с генеральным планом развития г. Мариуполя, обновление причального фронта порта.

Конструкция причала №11 представляет собой набережную в виде ж. б. эстакады со сборным верхним строением на преднапряженных ж. б. сваях сечением 40×40 длиной 17,0-19,5 м. и оторочка в виде больверка из шпунта Ларсен-5 длиной 30,0 м. шириной 33,0 м. Образование территории в подростверковое пространство выполнено из металлургического шлака. Для предотвращения контакта отсыпанного шлака с водной средой акватории порта предусмотрена каменная и дренажная призмы по линии кордона причала.



Фото 3. Отсыпка шлака для создания дрены из металлургического шлака комбината Азовсталь

Фото 4



Фото 5



Процесс создания дрены из металлургического шлака комбината Азовсталь выполняемый виброиглой TR-75 фирмы Бауэр в Мариупольском морском торговом порту в 2007 году

Отсыпка выполнялась в две очереди:

1-я очередь отсыпки осуществлялась через проем между шпунтовой стенкой и анкерной балкой и монтажные проемы, выполненные в плите верхнего строения (1-я очередь отсыпки составляет около 4393 м³ шлака).

2-я очередь при устройстве дренажной призмы состояла: в заполнении пазухи гранулированным металлургическим шлаком, отсыпке дренажной призмы при помощи

плавкрана с грейфером, подвозке шлака – автосамосвалами (см. фото 4), и камня – понтоном (2-я очередь отсыпки составляла около 383 м³ шлака).

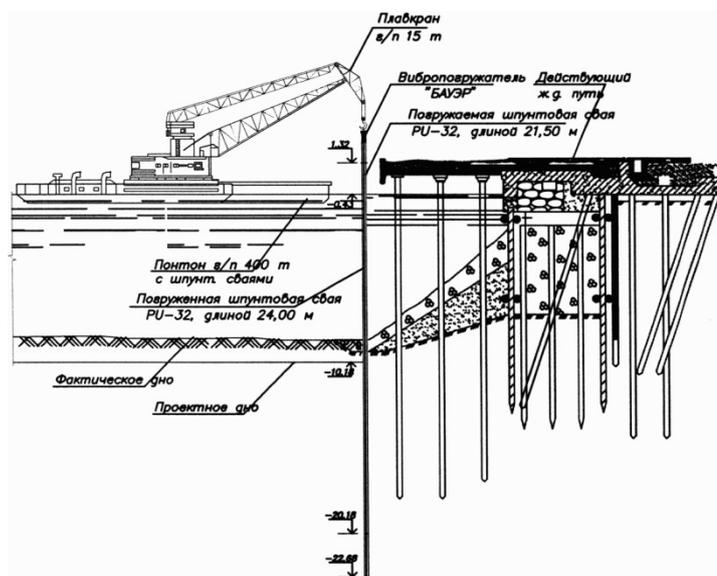


Рис. 2. Схема причала № 11

Глубинное уплотнение слабого водонасыщенного фильтрационно-анизотропного основания открытого склада причала № 11 было выполнено виброиглой TR-75 фирмы Бауэр.

Для формирования дрен использовался шлак: металлургический ОАО МК «Азовсталь» и ОАО ММК «им. Ильича».

На основе выполненных физико-механических характеристик была установлена средняя плотность доменного шлака: марок ШД ММК «им. Ильича» и АШД ММК «Азовсталь» насыпью – 1.33 тн/м³. Средняя плотность уплотненного влажного шлака в теле причала составила - 1.89 тн/м³.

Экскаваторами одноковшовыми дизельными на гусеничном ходу с ковшом вместимостью 0.5 м³ производилась погрузка шлака в автомобили-самосвалы.

Применение метода привело к сокращению сроков реконструкции, что определило экономическую эффективность разработки.

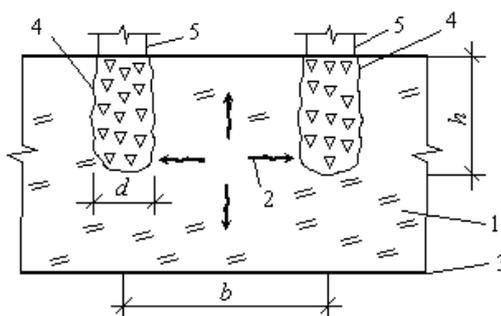


Рис. 3. Схема уплотнения слабого фильтрационно - анизотропного основания несовершенными дренами из металлургического шлака:

- d – диаметр дрены; b – расстояние между дренами; h – длина дрены; 1 – слабый водонасыщенный фильтрационно – анизотропный грунт;
- 2 – направления движения фильтрации; 3 – водоупор; 4 – дрена из металлургического шлака; 5 – виброигла

Выводы

1. Разработанный метод прогнозирования процесса консолидации слабого основания с учетом работы несовершенных дренажей внедрен в проектную практику МАГ ВТ и реализован в ММТП при строительстве причалов № 1 и № 11 и др. строительной организацией МАСТ-БУД.

2. Последующая эксплуатация основания открытого склада причала № 11 показала эффективность проектного решения и метода прогнозирования его деформаций.

3. Формирование части территории причала №1 с уплотнением основания виброиглой TR-75 фирмы Бауэр в Мариупольском морском торговом порту в 2007 году позволило эксплуатировать эту территорию задолго до полной реконструкции причала, что принесло ощутимый экономический эффект для порта.

4. Предложенный подход к устройству илистых оснований открытых складов причалов – вновь образованной территории на слабых водонасыщенных фильтрационно-анизотропных грунтах целесообразно распространять на другие объекты морского гидротехнического строительства.

Summary

A survey of the formation of Drenthe in Mariupol the trading port in complex geological conditions of construction. Consolidation bases with weak water-saturated filter-tion - involves the formation of anisotropic mules imperfect drainage.

Литература

1. Рабочая Т. В. Автоматизация расчетов консолидации слабых оснований из утилизированных грунтов дноуглубления в одномерных условиях деформирования и анализ полученных результатов. // Труды 3 Украинской конференции по механике грунтов и фундаментостроению. Том 2.- Одесса, 1997. –С. 135-138.

2. Рабочая Т. В., Кириллов Я. В. Численное решение уравнения нелинейной теории фильтрационной консолидации в одномерных условиях деформирования. // Вестник Одесской Государственной Академии Строительства и Архитектуры. Вып. 4. – Одесса, 2001. – С. 368-371.

3. Школа А. В. Деформирование территорий портов и оснований портовых гидротехнических сооружений в сложных инженерно-геологических условиях. – М., «Мортехинформреклама», 1983 – С. 24.

4. Отчет о НИР Развитие теории уплотнения береговых гидроотвалов из бросовых грунтов дноуглубления с целью их утилизации в искусственные территории. – ОГАСА, Одесса, 1994-1996.

5. Рабочая Т. В. Численные исследования процесса консолидации намывных оснований в гидротехническом строительстве. Международная конференция. Автоматизация проектирования в строительстве и гидротехнике, Одесса, 14-15 мая 2003 г.

6. Школа А.В. Инженерная диагностика портовых ГТС. Дис. д.т.н. ЛИВТ. Л. — 1990. — 364 с.

8. Флорин В.А. Основы механики грунтов—М. Л.: Госстройиздат, 1959, 1961 — т.1, т.2. — 357 с., 543 с.

9. МАГ ВТ. Рабочий проект перегрузочного комплекса генеральных и навалочных грузов на реконструируемом причале № 1 Мариупольского МТП. 2004, Одесса. 200 с. (ГИП, Школа А.В.).

10. Школа А.В., Рабочая Т.В. Численное решение уравнения нелинейной консолидации фильтрационно - анизотропного грунта при его плоском деформировании // Світ геотехніки. – 2008. — № 1. — С.22-23.