

ВСТ

ISSN 0321-4044

12
2002



ВОДОСНАБЖЕНИЕ
И САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА

Часть 1



Гидротехнические сооружения депонирования осадков

При создании гидротехнических сооружений депонирования водопроводных и канализационных осадков важной проблемой является защита грунтовых вод и атмосферы от возможного загрязнения. Наиболее полно она решается путем создания изолирующих капсул вокруг массивов депонируемого осадка, которые образуются за счет выстилания защитными водонепроницаемыми экранами дна и откосов выработок грунта, а также поверхности складированного осадка. Согласно СНиП 2.01.28–85 «Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию», защитные экраны рекомендуется выполнять из полимеров, асфальтобетона и перемятой глины, при этом материал защитного экрана должен иметь коэффициент фильтрации $K_{\phi} = 10^{-7}-10^{-8}$ см/с.

Однако применение полимеров и асфальтобетона ограничивается их высокой стоимостью и невозможностью проведения работ в осенне-зимний период года. Глина в большинстве случаев залегает на глубине 10–30 м от поверхности земли и может быть взята только в специально отведенных карьерах, транспортирование грунта из которых зачастую экономически не оправдывается из-за их удаленности. Кроме того, процесс перемятия глины требует ее дополнительного увлажнения и многократного перемешивания, а укладка перемятой глины затруднена низкой несущей способностью приготовленного таким образом грунта. При высыхании глина быстро растрескивается, а при обводнении набухает (давление

набухания может составлять 0,2–0,7 МПа), что влечет за собой снижение или потерю фильтрационной прочности экрана.

Именно указанными факторами объясняется широкое применение в зарубежной практике многослойных экранов с включением в их состав, помимо слоя глины, геотекстиля и сварных непроницаемых диафрагм из синтетических материалов. Например, на строительстве полигона захоронения специальных отходов г. Биллигейма в германской провинции Баден-Вюртемберг при укладке защитного слоя глины движение автотранспорта по нему не допускалось. Для выполнения этого условия были отсыпаны пионерным способом временные строительные дороги и с них экскаватор с длиной стрелой укладывал глину, затем ее уплотняли специальным катком и прикрывали геотекстилем.

Указанных выше технологических и экономических проблем можно избежать, если грунтовые экраны выполняются из местных суглинков, которые в зависимости от геолого-литологического строения грунтового массива являются четвертичными и третичными отложениями различного генезиса или продуктами переработки материнских пород, выходящих на поверхность земли. Эти грунты значительно менее чувствительны к атмосферным воздействиям, в том числе к воздействию воды и температуры, залегают непосредственно на поверхности земли и легко разрабатываются бульдозерами, скреперами и экскаваторами. Однако в естественном залегании они характеризуются коэффициентом фильтрации $K_{\phi} = 10^{-4}-10^{-5}$ см/с и поэто-

му, как правило, не рассматриваются в качестве строительного материала для создания защитных экранов.

Столь высокий коэффициент фильтрации местных суглинков в естественном залегании объясняется геологическими условиями формирования этих отложений на поверхности земли. Например, водно-ледниковые отложения формировались в виде неоднородной толщи пылевато-глинистых грунтов, в основном флокуляционной (агрегатной) структуры с различными прослойками и включениями песка, щебня и гравия, а латериты образовались как продукт вторичного выветривания коренных глин в условиях тропического климата и характеризуются наличием многочисленных зон скопления ожелезненных конкреций. Таким образом, естественная структура этих грунтов обуславливает их фильтрационную анизотропию и высокий коэффициент фильтрации при достаточно большом содержании глинистой фракции.

Комплексными исследованиями свойств грунтов при создании гидротехнических сооружений депонирования осадков Курьяновской станции аэрации [1; 2] установлено, что нарушение естественного сложения суглинистых грунтов в процессе разработки и укладки с последующим изменением их структуры с флокуляционной на дисперсионную при уплотнении позволяет снизить коэффициент фильтрации K_{ϕ} от $10^{-4}-10^{-5}$ до $10^{-7}-10^{-8}$ см/с. На грунтах различной влажности получение дисперсионной структуры обеспечивается изменением работы и режима уплотнения [3].

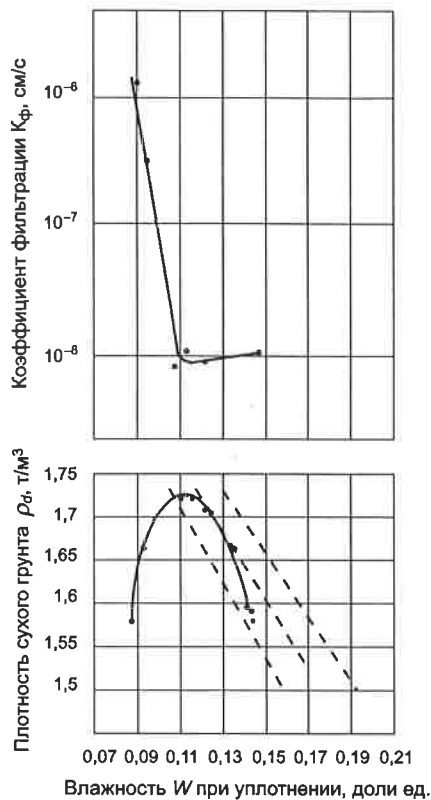


Рис. 1. Зависимость водопроницаемости суглинка от влажности при уплотнении

Если естественная влажность грунта ниже оптимальной, то в поровом растворе создается высокая концентрация электролитов, вызывающая сдавливание диффузного слоя в водной оболочке глинистых частиц и, следовательно, уменьшающая силы отталкивания между отдельными частицами, в результате чего происходит флокуляция (слипание) коллоидов, т. е. образование агрегатов с малой степенью ориентации частиц в уплотненном грунте. Такую структуру называют флокуляционной. Суглинистый грунт, уложенный в сооружение с флокуляционной структурой, имеет относительно высокую водопроницаемость. При влажности грунта выше оптимальной агрегаты грунта свободно перемещаются, сближаются, а затем разрушаются (диспергируются) с образованием более мелких и более плотно укладываемых агрегатов. По мере увеличения уплотняющей нагрузки в грунте постепенно формируется параллельно ориенти-

рованная микроструктура, при которой обеспечивается наибольшая площадь контакта в единице объема. Поскольку объем отдельных пор уменьшается при сохранении общего объема пор, снижается и водопроницаемость грунта. Установлено, что снижение водопроницаемости происходит в 100 раз и более. Полученную структуру грунта называют диспергационной. Влияние изменения влажности и плотности на величину коэффициента фильтрации суглинка показано на рис. 1.

Изменяя интенсивность уплотнения грунта, требуемую ГОСТ 22733-77 «Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности», за счет количества ударов и массы гири в сторону увеличения, а затем в сторону уменьшения, можно получить серию кривых уплотнения с различной оптимальной влажностью, как это показано на рис. 2, и по этим кривым ограничить область параметров укладки суглинистого грунта, которая обеспечивает получение диспергационной структуры грунта с низкой водопроницаемостью.

Линию раздела областей диспергационной и флокуляционной структур сложения грунта следует проводить через точки, ординаты которых соответствуют максимальной плотности сухого грунта, а абсциссы – оптимальной влажности для различной величины уплотнения.

Укладку суглинистого грунта в тело защитного экрана производят при контрольных параметрах плотности–влажности, значения которых должны входить в область диспергационной структуры сложения, характеризующейся степенью влажности $S_r \geq 0,8$. Верхней границей области диспергационной структуры грунта является кривая полного водонасыщения (степень влажности $S_r = 1$).

МГП «Мосводоканал» и Проектно-изыскательское бюро «ГИТЕСТ» разработали технологию возведения защитных противofiltrационных экранов из местных суглинков, которая предусматривает использование грунтов с числом пластичности I_p более 0,1 и укладку их при средней степени влажности $S_r = 0,9$, для чего применя-

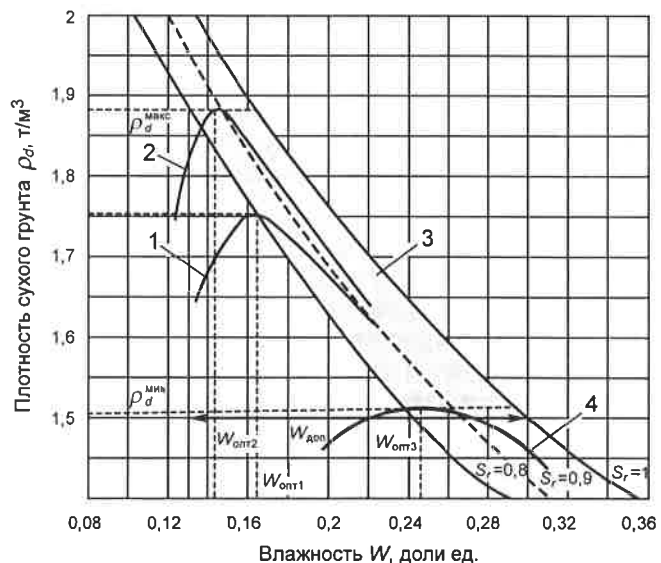


Рис. 2. Пример определения области контрольных параметров укладки суглинков в защитный экран по результатам лабораторного уплотнения

1 – уплотнение грунта по ГОСТ 22733-77 (Россия); 2 – усиленное уплотнение грунта по AASHO T 180-82 (США); 3 – область контрольных параметров укладки суглинков в экран; 4 – облегченное уплотнение (Швеция); ρ_d^{\max} – максимальная плотность укладки; ρ_d^{\min} – минимальная плотность укладки; $W_{\text{доп}}$ – допустимый диапазон влажности; $W_{\text{опт1}}$, $W_{\text{опт2}}$, $W_{\text{опт3}}$ – оптимальная влажность при соответствующих методах уплотнения; S_r – степень влажности грунта

ются обычные строительные механизмы. При этом допускаются примеси песка, гравия и щебня в определенном количестве в зависимости от гранулометрического состава грунта. Уплотнение суглинков твердой консистенции производится тяжелыми катками или самосвалами, имеющими высокое удельное давление на грунт, что соответствует стандарту AASHTO США. Для уплотнения суглинков пластичной консистенции применяется шведский метод, в котором уплотняющими механизмами являются бульдозеры. Такая гибкая технология при соответствующем геотехническом контроле позволяет использовать для возведения защитных экранов грунты естественной влажности. Толщина экранов составляет 0,4–0,6 м в зависимости от литологического строения подстилающей грунтовой толщи. Фильтрационные испытания суглинков, уложенных и уплотненных по разработанной технологии, производились при напорных градиентах до 600 и показали, что суглинки характеризуются коэффициентом фильтрации $K_f = 10^{-7} - 10^{-8}$ см/с, полностью отвечающим требованиям СНиП 2.01.28–85.

Применение защитных экранов из местных суглинков в сочетании с пластовым дренажем при контакте экрана с массивом депонируемого осадка позволяет снять напоры с экрана, собрать и направить загрязненную воду поверхностного стока и фильтрат на очистку, тем самым исключить возможность отрицательного влияния депонируемого осадка на природную среду. Дренаж из щебня по откосам и в основании емкости депонирования устраивают до укладки осадка, при этом щебень отделяют от суглинка экрана и осадка слоем геотекстиля. Затем емкость глубиной до 10 м заполняют осадком на всю глубину одним ярусом и по завершении укладки осадка устраивают верхнюю часть дренажа, замыкая его по периметру массива депони-

руемого осадка. Дренаж сверху перекрывают защитным экраном. Верхнюю часть дренажа выполняют из песка, который укладывают на полотнища геотекстиля, расстилаемые по поверхности массива депонируемого осадка для повышения его несущей способности. Надвижку песка на полотнища геотекстиля производят легким бульдозером с удельным давлением под гусеницами 0,02 МПа. Последующее перекрытие песка защитным экраном из суглинка производят также по геотекстилю. Работы ведут бульдозерами по всему участку депонирования от бортов вмещающей емкости к центру насыпи. На рис. 3 показано, как осуществляется описанный выше способ депонирования осадка.

Обезвоженный на фильтр-прессах осадок разгружается из автосамосвалов со специальных разгрузочных площадок, выполненных в виде пирсов. Разгрузочные площадки-пирсы располагают равномерно по площади депонирования. При сбрасывании осадка с пирсов временно нарушается искусственно сформированная структура обезвоженного осадка, и он равномерно распределяется между пирсами, восстанавливая затем структуру и набирая начальную прочность. Таким образом, для укладки обезвоженного осадка одним ярусом используется его свойство тиксотропии.

Отвод фильтрата и дождевой воды из осадка производится как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении пластовым дренажем, устроенным по пери-

метру его массива. Способ депонирования осадка одним ярусом позволяет исключить один–два изолирующих слоя грунта, которые рекомендуется выполнять по [4], а вместо них уложить осадок, чем значительно увеличивается нагрузка осадка на площадь депонирования. Описанный способ депонирования осадка одним ярусом с устройством защитного экрана и пластового дренажа применяется в настоящее время при реконструкции иловых площадок Московских станций аэрации для увеличения нагрузки осадка и сокращения площади депонирования, в чем заключается его эффективность.

Этот способ депонирования осадка опробован на опытно-производственном участке при реконструкции иловой площадки № 8 Курьяновской станции аэрации. На площади 2,5 га в хранилище глубиной 10 м было уложено 135 тыс. м³ обезвоженного илового осадка и произведено его перекрытие. Нагрузка осадка при депонировании составила 54 тыс. м³/га, что практически в два раза выше максимальной нормы, установленной мировой практикой [4].

Разработан также проект рекультивации карьеров с заполнением выработанного пространства строительным мусором и обезвоженным иловым осадком сточных вод. В этом проекте основным элементом рекультивации является защитный экран из местных суглинков, которым выстилается дно, откосы выработки и перекрывается свальное тело, т. е. образуется изолирую-

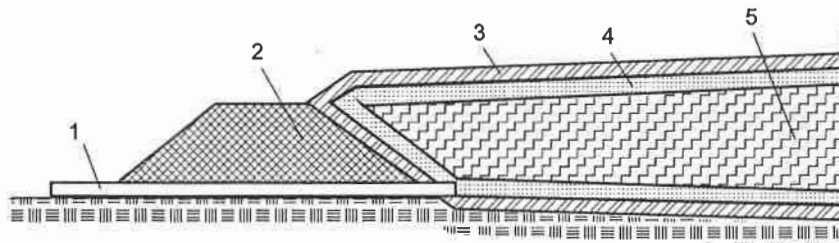


Рис. 3. Депонирование обезвоженного илового осадка одним ярусом с устройством суглинистого экрана и пластового дренажа
1 – трубчатый водовыпуск; 2 – дамба обвалования; 3 – суглинистый экран; 4 – пластовый дренаж; 5 – обезвоженный иловый осадок

щая капсула, как при депонировании осадка. Свальное тело формируется послойной укладкой строительного мусора и обезвоженного осадка. При послойной укладке этих составляющих достигается наиболее полное использование выработанного пространства и удобство проведения строительных работ.

Свальное тело получается жестким и водонепроницаемым. Жесткий каркас свального тела создается отсыпкой строительного мусора, состоящего из обломков железобетонных конструкций, кусков известняка и кирпича, песчано-гравийной смеси и покровных суглинков в различных пропорциях, а водонепроницаемость – заполнением иловым осадком пор в отсыпке строительного мусора. Иловый осадок заполняет поровое пространство при укладке его на уложенный слой строительного мусора пионерным способом «на себя», т. е. отступая. Последующие слои строительного мусора отсыпаются пионерным способом «от себя» (наступая) с перемещением его на ранее уложенный слой илового осадка. Толщина слоя строительного мусора составляет 1 м, а илового осадка – 0,8 м. Избыток илового осадка,

образующийся на карте при отсыпке в него строительного мусора, отжимается в соседнюю карту. Подвозить строительный мусор и осадок предполагается автосамосвалами, а их перемещать и планировать слои отсыпки – бульдозерами.

Сформированное таким образом свальное тело после его перекрытия защитным экраном, который должен укладываться непосредственно на верхний слой строительного мусора, будет иметь малую неравномерность деформаций, исключающую возможность развития эрозионных процессов на дневной поверхности. Осуществление проекта предполагается в ближайшее время на карьерах Подмосковья.

Выводы

1. Использование местных суглинков для создания защитных экранов при депонировании водопроводных и канализационных осадков позволяет масштабно осуществлять реконструкцию иловых площадок и рекультивацию карьеров, а также способствует повышению интенсивности проведения строительных работ на этих объектах.
2. Опыт проектирования и создания гидротехнических соору-

жений депонирования осадков с применением суглинистых экранов рекомендуется учесть при развитии СНиП 2.01.28–85.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Результаты исследований основных конструктивных элементов для депонирования обезвоженного илового осадка в натуральных условиях / В. А. Загорский, С. В. Борткевич, Н. А. Красильников и др. // Решение проблем водоподготовки и водоочистки в промышленности и городском хозяйстве: Тез. докл. науч.-техн. семинара. – 1998.
2. Храменков С. В., Борткевич С. В., Красильников Н. А. Количественная оценка факторов, влияющих на устойчивость откосов дамб, ограждающих участки депонирования обезвоженного илового осадка сточных вод // Экологическая защита городов: Тез. докл. науч.-техн. конф. – 1996.
3. Пат. 1760012 Россия. МКИ Е 02 D3/026. Способ снижения водопроницаемости глинистых грунтов / С. В. Борткевич, С. Т. Варданян (Россия).
4. Винницкая А. Н., Макаренко З. Н. Обработка и удаление осадков сточных вод. Т. II. Утилизация и удаление осадков. Гл. 10. Захоронение осадка. – М.: Стройиздат, 1985.

Внедрение бестраншейных технологий

Восстановление (санация) водопроводных и водоотводящих систем без вскрытия грунта – проблема актуальная и значимая для всего мира, и особенно для России. Коммунальные службы городов-мегаполисов все большее внимание уделяют вопросам использования перспективных бестраншейных технологий, являющихся альтернативой открытому способу реконструкции и ремонта трубопроводов.

Бестраншейные технологии санации и прокладки трубопроводов наряду с оперативностью и экономичностью по сравнению с традиционными методами позволяют сохранить высокое качество транспортируемой среды и не нарушать сложившуюся экологическую обстановку.

Учитывая актуальность данной проблемы, Российское общество по внедрению бестраншейных технологий (РОБТ) совместно с МГП «Мосво-

доканал» 27 ноября с. г. провели научно-практический семинар «Опыт и перспективы развития бестраншейных технологий. Презентация РОБТ», который собрал как отечественных, так и зарубежных специалистов, занимающихся восстановлением водопроводных и канализационных сетей.

В рамках мероприятия, обозначенного как «презентация-семинар», собравшиеся имели возможность подробнее ознакомиться со структурой созданного общества, ближайших и долгосрочных перспективах его деятельности. Посредством докладов, стендов, диафильмов, компьютерных программ были продемонстрированы последние достижения в области бестраншейного восстановления и прокладки трубопроводов отечественными организациями и зарубежными фирмами, являющимися лидерами в данной области.

Рефераты статей, опубликованных в № 12 журнала, часть 1

Состояние и перспективы развития сооружений по обработке водопроводных и канализационных осадков в городах России. Жук Н. Н. – С. 3.

Представлены состояние и перспективы развития сооружений по обработке водопроводных и канализационных осадков в городах России.

Обработка и утилизация осадков на Московских станциях аэрации. Храменков С. В., Загорский В. А., Пахомов А. Н., Данилович Д. А. – С. 7.

Представлена разработанная и во многом реализованная целостная концепция развития сооружений обработки и утилизации осадков.

Опыт Водоканала Санкт-Петербурга по обработке и утилизации осадков. Кармазинов Ф. В., Пробриский М. Д., Васильев Б. В. – С. 13.

Рассказано об опыте ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» по обработке и утилизации осадков сточных вод.

Комплексное решение проблемы по разработке и внедрению современных технологий рекультивации территорий иловых площадок станций аэрации с возвращением выведенных из оборота земель. Храменков С. В., Пахомов А. Н., Ганин А. В. – С. 17.

Разработанные технические решения по переработке и утилизации осадка городских сточных вод, объединенные в общую технологическую схему, позволяют найти комплексное решение проблемы стабилизации экологического состояния Московского региона и вернуть в оборот значительные земельные территории.

Обработка осадка на ОСК г. Новосибирска. Похил Ю. Н., Багаев Ю. Г. – С. 21.

Опыт эксплуатации комбинированной схемы обезвоживания осадка (в зимний период – на центрифугах, в летний – на иловых площадках) показал, что даже в условиях Сибири она является экономичной и рациональной.

Компостирование сброшенного осадка Курьяновской станции аэрации. Ванюшина А. Я., Кутепов В. В., Данилович Д. А., Козлов М. Н., Мухин В. А., Афанасьев Р. А., Мерзлая Г. Е. – С. 23.

Сочетание процессов сбраживания с последующим компостированием является экономически перспективным направлением подготовки осадка сточных вод для последующего использования в качестве удобрения.

Организация работ по использованию осадков сточных вод в качестве удобрения. Беляева С. Д., Гюнтер Л. И., Ситников В. А., Покровская Е. В. – С. 30.

Рассмотрены вопросы организации работ по подготовке и утилизации осадков сточных вод к использованию в качестве удобрений в сельском хозяйстве.

Гидротехнические сооружения депонирования осадков. Храменков С. В., Борткевич С. В. – С. 34.

Разработана технология возведения защитных противофильтрационных экранов из местных суглинков для реконструкции иловых площадок.

The State and Prospects for Development of the Processing Facilities for Water and Sewerage Treatment Sludges in the Cities of Russia. Zhukov N. N. – P. 3.

The conditions and prospects for development of the water line and sewerage sludge treatment works in the cities of Russia are presented.

Treatment and Utilization of Sludge at the Moscow Aeration Stations. Khramenkov S. V., Zagorsky V. A., Pakhomov A. N., Danilovich D. A. – P. 7.

The developed and in many cases realized integral conception of development of the sludge treatment and utilization works is presented.

The Experience of the Vodokanal Sankt-Peterburga in the Field of Treatment and Utilization of Sludge. Karmazinov F. V., Probirsky M. D., Vasiliev B. V. – P. 13.

The experience of the State Unitary Enterprise «Vodokanal Sankt-Peterburga» in the field of treatment and utilization of sludge is described.

The Complex Solution of the Problem of Development and Introduction of Modern Techniques for Recultivation of the Aeration Stations' Sludge Bed Areas with Return of Lands Removed from Turnover. Khramenkov S. V., Pakhomov A. N., Ganin A. V. – P. 17.

The developed technical solutions for treatment and utilization of municipal sewage sludge combined in the common technological scheme make it possible to find a complex solution of the problem of stabilization of the ecological conditions of Moscow Region and return the impressive areas to turnover.

Sludge Treatment at the Waste Treatment Facilities of the City of Novosibirsk. Pokhil Yu. N., Bagaev Yu. G. – P. 21.

Operating experience of the combined scheme of sludge dewatering (at the centrifuges in winter, at the sludge beds in summer) shows that this scheme is rational and economic even under Siberian conditions.

Composting of Digested Sludge at the Kurianovskaya Aeration Station. Vaniushina A. Ya., Kutepov V. V., Danilovich D. A., Kozlov M. N., Mukhin V. A., Afanasiev R. A., Merzlaya G. E. – P. 23.

The combination of digestion with composting is the economically promising way of preparation of sludge for the subsequent use as fertilizer.

Work Organization for the Use of Sludge as Fertilizer. Beliaeva S. D., Giunter L. I., Sitnikov V. A., Pokrovskaya E. V. – P. 30.

The problems of work organization for treatment and utilization of sludge as agricultural fertilizer are considered.

Hydrotechnical Facilities for Sludge Deposit. Khramenkov S. V., Bortkevich S. V. – P. 34.

The technique of construction of the impervious blankets made of local loams for reconstruction of the sludge beds has been developed.

Уважаемые читатели!

Продолжается подписка на **первое полугодие 2003 года**
на ежемесячный научно-технический и производственный журнал

"ВОДОСНАБЖЕНИЕ И САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА".

Подписка принимается всеми агентствами Роспечати и отделениями связи.
Индекс журнала **на первое полугодие 2003 г. – 70136** в Каталоге Роспечати
"ГАЗЕТЫ, ЖУРНАЛЫ".

Цена одного номера **120 руб.** В розничную продажу журнал не поступает.