

*Шумаков И. В., канд. техн. наук, проф.,**Обухов В. В., аспирант**Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА УСТРОЙСТВА ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ: АСПЕКТ КАЧЕСТВА РАБОТ

shumakov.hisi@gmail.com

В статье проанализированы, обследованы и классифицированы повреждения и дефекты дренажных систем зданий, выявленные на разных этапах устройства дренажа.

Рассмотрены аспекты контроля качества работ и указаны профилактические организационно-технические мероприятия.

Ключевые слова: *дренажные системы, дефекты, кольматация, барражный эффект, фильтрующий материал, суффозия, фракция.*

Основным профилактическим и защитным мероприятием по инженерной защите зданий и сооружений от подтопления является устройство дренажной системы, эффективность которой зависит от надежной работы всех его элементов.

Исследования проблем подтопления в Харьковском регионе за последние 25-30 лет свидетельствуют о том, что процессы подтопления территорий имеют необратимый характер и динамично прогрессируют [1].

Большинство причин этих процессов связано с неблагоприятными техногенными воздействиями на подземную гидросферу, среди которых:

- зарегулированность рек и ручьев, приводящая к снижению скорости стока, кольматации и уменьшению дренирующей способности русла;
- барражный эффект, вызывающий локальное поднятие грунтовых вод;
- нарушение поверхностного стока;
- потери из водопроводных и канализационных сетей;
- образование конденсата в зоне аэрации за счет асфальтных покрытий и увеличения площади застройки;
- нерегулируемые поливы газонов и приусадебных участков, увеличивающие инфильтрационное питание грунтовых вод;
- нарушение баланса городского водоотведения и водопотребления.

Процесс подтопления является комплексным, поэтому к последствиям природно-техногенного характера следует добавить отказ работы дренажных систем по причине возникновения различных дефектов и повреждений, появившихся на разных этапах их жизненного цикла.

В инженерной практике доминируют повреждения и дефекты горизонтальных дренаж-

ных систем зданий, причины которых можно классифицировать. Уменьшить вероятность их возникновения позволяют запланированные организационно-технологические мероприятия (табл. 1).

Недостаточен также уровень организационно-технической подготовки процессов устройства дренажей. Организационные и технологические решения проекта производства работ (ППР) не всегда базируются на современных методах выполнения работ, причем основные технологические операции, использование машин, механизмов и трудовых ресурсов зачастую не оптимизируются. Необходимо отметить, что отсутствие или формальное выполнение функций входного, операционного и приемочного контроля оказывает дестабилизирующее воздействие на культуру производства, соблюдение технологии и проектных решений при выполнении работ по устройству дренажа.

Рассмотрим подробнее ряд дефектов дренажных систем, возникающих во время возведения зданий и сооружений.

Некоторые повреждения дренажа возникают в результате аварийных ситуаций при проведении земляных работ. Устойчивость откосов котлована – весьма типичная проблема, особенно, если они почти вертикальны и не закреплены. Примером может служить обрушение откосов котлована глубиной 5 м при устройстве гравийной постели пластового дренажа на одном из строящихся объектов Харькова (рис. 1). В результате этого произошло засорение грунтом фильтрующего гравийного материала. Основной причиной аварийной ситуации послужило нарушение требований нормативов безопасного производства работ, при котором рекомендованная максимальная крутизна откоса в глинистых необводненных грунтах не более 63° [3, 4].

Таблица 1

**Классификация дефектов, нарушающих функционирование горизонтального дренажа
и основные профилактические мероприятия**

Группа причин	Основные дефекты	Профилактические мероприятия
Ошибки проектирования	<ul style="list-style-type: none"> – недостаточный объем опытных и изыскательских работ; – ошибки при выполнении камеральных работ; – ошибки в расчетах, выборе конструкций дренажа, фильтрующих материалов, схем дренирования; – несоблюдения строительных норм и стандартов 	<ul style="list-style-type: none"> – проведение дополнительных изысканий и расчетов; – применение более эффективных материалов в конструкциях дренажа; – применение сведений об эксплуатируемых зданиях, расположенных поблизости; – прогнозные расчеты; – экспертиза проекта
Строительные дефекты	<ul style="list-style-type: none"> – засорение фильтрующего материала; – несоответствие фракции и низкое качество фильтрующего материала; – несоблюдение геометрических параметров фильтрующей обсыпки; – заводские дефекты дренажных элементов; – механические повреждения элементов дренажа; – низкое качество и дефекты заделки стыков, герметизации соединений; – несоблюдение проектных решений и проектных уклонов; – несоответствие грунта обратной засыпки 	<ul style="list-style-type: none"> – разработка ППР и технологических карт; – входной контроль материалов и элементов конструкций дренажной системы; – соблюдение технологического регламента устройства дренажной системы; – авторский и технический надзор; – осмотр дренажной системы перед сдачей в эксплуатацию; – устранение выявленных дефектов и неисправностей
Неправильная эксплуатация	<ul style="list-style-type: none"> – несоблюдение правил эксплуатации сооружений инженерной защиты [2]; – отсутствие плано-предупредительных ремонтов 	<ul style="list-style-type: none"> – технический осмотр дренажной системы не реже одного раза в месяц [2]; – внутренний осмотр дренажей и насосных станций не реже двух раз в год [2]; – очистка и промывка труб, колодцев не реже одного раза в месяц [2]; – утепление выпусков и колодцев на зимний период; – наблюдение за работой дренажной системы, включая замеры притоков воды и наличия наслоений; – текущий и капитальный ремонт дренажной системы
Естественные причины	<ul style="list-style-type: none"> – изменение гидрогеологической ситуации территории дренирования; – разрушение дрен и образование обратных уклонов при просадках грунта; – снижение проницаемости при уплотнении грунта; – проникновение корневых тканей в дрена; – химическая коррозия; – естественный износ элементов дренажной системы 	<ul style="list-style-type: none"> – технический осмотр дренажной системы не реже одного раза в месяц [2]; – внутренний осмотр дренажей и насосных станций не реже двух раз в год [2]; – очистка и промывка труб, колодцев не реже одного раза в месяц [2]; – утепление выпусков и колодцев на зимний период; – наблюдение за работой дренажной системы, включая замеры притоков воды и наличия наслоений; – текущий и капитальный ремонт дренажной системы

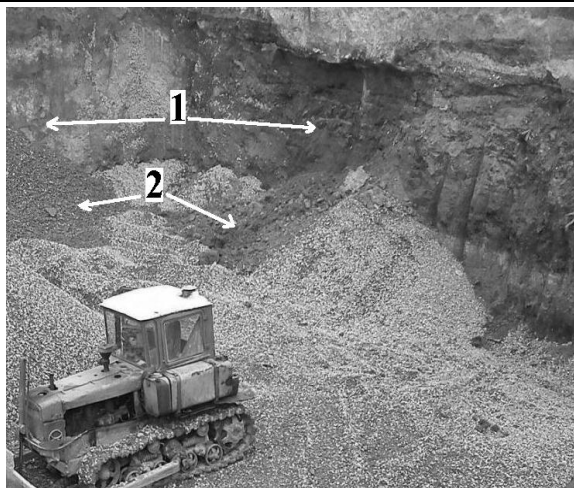


Рис. 1. Засорение фильтрующего материала грунтом:
1 – обрушение откоса; 2 – смешивание глинистого грунта с щебнем

Данный дефект устраняется обязательными мероприятиями: выемкой уложенного, в т.ч., засоренного грунтом гравийного материала по периметру котлована на расстоянии $2 \div 2,5$ м от подошвы откоса, проведением работ по уменьшению крутизны откоса, промывкой засоренного щебня и обратной его укладкой.

Некоторые дефекты пристенного дренажа связаны с использованием строительного мусора в качестве обратной засыпки, который способствует засорению и кольматации фильтрующей обсыпки (рис. 2).

Как известно, обсыпка, используемая в конструкциях дренажей, осуществляет захват (каптаж) подземных вод и относится к основным элементам горизонтального дренажа. Состав песчано-гравийных фильтрующих обсы-

пок следует обоснованно подбирать, чтобы исключить суффозию и кольматаж системы. Для надежного функционирования дренажа гравийный материал для дренажной обсыпки должен состоять из продуктов дробления изверженных пород, особо прочных кремнистых известняков, хорошо цементированных песчаников с удельным весом не менее 20 кН/м^3 (2 т/м^3) и временным сопротивлением сжатию не менее 60 МПа, нерастворимым в воде. При этом применяемые частицы игловатой и плитчатой формы будут снижать показатели долговечности дренажа. В качестве песчаного материала обоснованно применяется природный песок с коэффициентом фильтрации не менее 5 м/сут [5].



Рис. 2. Устройство обратной засыпки пристенного дренажа с использованием строительного мусора

Часто возникают эксплуатационные нарушения дренажа, при которых в качестве гравийного материала обсыпки был использован слабopочный известняковый щебень с пределом прочности $>40 \text{ МПа}$, который под действием внешней среды подвергается химическому и механическому разрушению (рис. 3, а).

Качество фильтрующих материалов, их функциональные характеристики зависят от процесса их заготовки. Необходимость произвести сортировку в соответствии с проектным гранулометрическим составом всегда является актуальной задачей. Процесс сортировки выполняется на строительном участке при помощи переносных и стационарных сортировок и грохотов, рабочей поверхностью которой выступают сита или решета. Подбор обсыпок требует учитывать максимальную однородность состава. Для предотвращения суффозионного выноса частиц грунта соотношение значений средних диаметров частиц прилегающего к грунту слоя обсыпки и самого грунта определяется значением структурного коэффициента, который характеризуется формулой [6]:

$$C = \frac{D_{50}}{d_{50}}, \quad (1)$$

где C – структурный коэффициент (отношение размеров зерен обсыпки к размерам водоносного грунта); D_{50} – среднее значение диаметра частиц (мм), меньше которого содержится в обсыпке 50 % частиц по весу; d_{50} – среднее значение диаметра частиц (мм), меньше которого содержится в грунте 50 % частиц по весу.

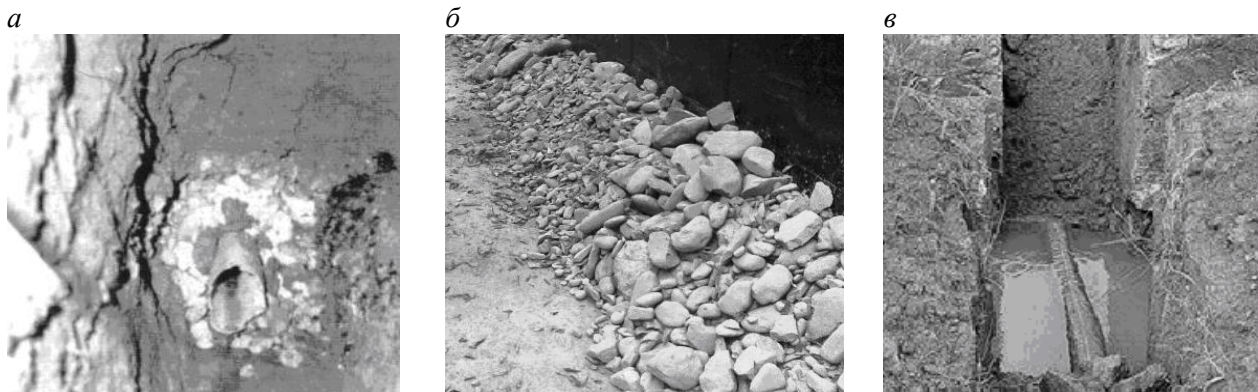


Рис. 3. Организационно-технологические нарушения при устройстве дренажной обсыпки: а – известняковый щебень в качестве фильтрующего материала [8]; б – фракция гравия $5 \div 90$ не соответствует проектной $5 \div 10$; в – отсутствие водопонижения при укладке дренажа в водонасыщенных малосвязных грунтах

Коэффициент неоднородности материала обсыпки должен быть в пределах $5 \div 10$.

Установлено, что толщина слоя обсыпки в лабораторных условиях может быть ограничена 35 мм, при этом рекомендуемая толщина для производства от 100 до 150 мм [6]. При устройстве обсыпки профиль измеряется шаблоном, тем не менее, довольно распространена ситуа-

ция, при которой размеры и профиль не выдерживаются.

В практике строительства для внутреннего слоя обсыпок используют щебень с крупностью фракций $3 \div 10$ мм, внешнего слоя и песчаных призм – песок с коэффициентом фильтрации не меньше 5 м/сут [7]. В пластовом дренаже используют щебень с крупностью фракций

3÷20 мм (коэффициент неоднородности – не больше 5), а также среднезернистый и крупнозернистый песок.

Обсыпка из разнородного материала (рис. 3, б), выполненная с проектными нарушениями в большей степени подвержена колюматации и имеет низкую водопроницаемость.

Как показали исследования, укладка дренажа с фильтрами из нетканого геотекстиля в разжиженные малосвязные и связные грунты, а также в разжиженные мелкозернистые пески

при отсутствии водопонижения приводит к механической колюматации частицами грунта фильтра, в результате чего происходит снижение коэффициента фильтрации (рис. 3, в).

При обследовании горизонтальных дренажей на различных этапах строительства выявлены дефекты дренажных труб и колодцев, связанные с нарушениями при входном контроле, транспортировке, складировании, технологии монтажа и несоблюдении проектных решений (рис. 4).

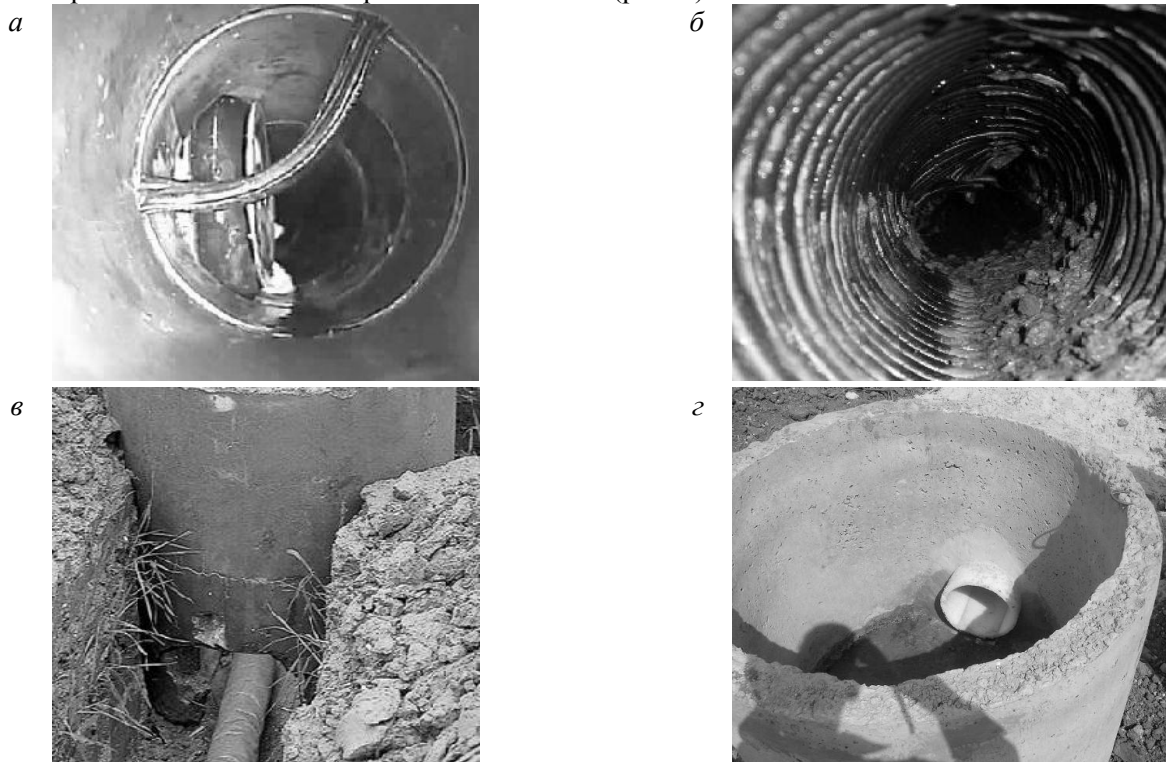


Рис. 4. Нарушения при монтаже дренажных труб и смотрового колодца:

а – некачественная сборка дренажных труб в плетель; *б* – механические повреждения дренажной трубы; *в* – нарушение целостности и герметичности элементов смотрового колодца; *г* – отсутствие гидроизоляционной защиты от коррозионных процессов смотрового бетонного колодца

Один из естественных факторов, влияющих на нарушение гидравлического режима в дренажах, связан с проникновением корневых тканей в полость дрены (рис. 5).



Рис. 5. Засорение дренажной трубы корневыми тканями

В засушливый период это вызвано относительно высокой влажностью почвы вблизи дрен, а во время влажного периода – наличием воды в трубопроводе. В этом случае применение трубофильтров из полимерно-волоконных материалов (ПВМ) исключает возможность возникновения такого дефекта [9].

Дефекты горизонтального дренажа и причины нарушения дренажного стока определяют во время наружного и внутреннего осмотра [6,8].

Дренажный трубопровод осматривается визуально, с помощью лампы и зеркала (упрощенный метод); если ситуация осложнена – возможно применение средств видеодиагностики (телеинспекции) (рис. 6).

Телеинспекционный метод более эффективен, он позволяет обнаружить небольшие трещины, деформацию, засорение, определить точ-

ное местоположение, характер дефекта и состояние трубопровода вокруг дефекта для принятия решения о локальном ремонте, профилактике или замене участка трубопровода. Применение



этого метода целесообразно при осуществлении организационно-технологических мероприятий по контролю качества монтажа дренажных систем, а также во время их эксплуатации.



Рис. 6. Общий вид оборудования видеодиагностики и изображение состояния трубопровода на экране монитора

Выводы:

Установлено, что эффективность работы дренажа во многом зависит от организационно-технологических решений, способствующих повышению качества работ. Вопросы организационно-технологической подготовки процессов производства дренажных работ должны быть комплексными, входить специальным разделом в проект производства работ и выполняться на основе разработанных технологических карт или технологических регламентов.

В результате исследований классифицированы наиболее характерные дефекты дренажей, возникающие на разных стадиях подготовки, строительства и эксплуатации.

Предложен комплекс профилактических мероприятий, направленных на предотвращение появления дефектных ситуаций и увеличение долговечности функционирования дренажных систем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подтопление в населенных пунктах Харьковской области / Г. Г. Стрижельчик, Ю. П. Соколов, И. А. Гольдфельд и др.; под ред. В. Я. Шевчук. – Х., 2003. – 160 с.

2. Правила експлуатації споруд інженерного захисту територій населених пунктів від підтоплення: затверджено наказом Мінрегіонбуд України №23 від 16.01.2012 / Офіційний вісник України. – Київ: ДП "Українська правова інформація", 2012. – № 13. – С. 117.

3. ДБН А.3.2-2-2009. Охрана труда и промышленная безопасность в строительстве. Основные положения: ДБН А.3.2-2-2009. – Введ. с 01.04.2012. – Киев: Минрегионстрой Украины, 2012. – 135 с.

4. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты: СНиП 3.02.01-87. – Введ. с 01.07.88. – М.: ГУП ЦПП, 2004. – 124 с. – ISBN 5 -88111-112-5.

5. Абрамов С. К. Подземные дренажи в промышленном и городском строительстве / С. К. Абрамов: Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1973. – 280 с.

6. Дренаж промышленных площадок и городских территорий / С. К. Абрамов, Л. Р. Найфельд, О. Б. Скиргелло; ред. С. К. Абрамов. – М.: Гос. изд-во лит. по стр-ву и архитектуре, 1954. – 426 с.

7. Клиорина Г. И. Дренаж территории настройки / Г.И. Клиорина. – СПб.: СПбГАСУ, 2006. – 207 с.: ил. – ISBN 5-9227-0053-7.

8. Хильмер Клаус. Повреждение подземных конструкций: пер. с нем. / Клаус Хильмер; под общ. ред. А. И. Маркова. – Запорожье: ООО «ВПО Запоріжжя», ООО «Настрой», 2009. – 408 с. – ISBN 978-966-7732-76-9.

9. Шумаков И. В. Анализ решений по применению полимерных материалов для дренажных систем зданий / И. В. Шумаков, В. В. Обухов // Науковий вісник будівництва. – 2012. – Вип. 70. – ХНУБА. – С. 160-168.