

УДК 69.05(075.8)

*И. В. Шумаков, к.т.н., Ю. В. Фурсов, к.т.н.,
В. В. Обухов***ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В МЕТОДОЛОГИИ ИНЖЕНЕРНОЙ
ПОДГОТОВКИ ПОДЗЕМНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА****АННОТАЦИЯ**

Изложены результаты экспериментальных исследований в части прочностных и фильтрующих характеристик дренажных труб из полимерных материалов. Приведены данные с учетом продолжительной эксплуатации дренажа подобного типа. Определены методологические закономерности формирования эффективных решений инженерной подготовки подземных объектов.

Ключевые слова: подземное строительство, методология, инженерная подготовка, дренаж, полимерные трубофильтры.

Постановка проблемы. Проблемы дефицита городских территорий, постоянный рост населения городов, неспособность городской инфраструктуры справиться с постоянно возрастающими нагрузками и ухудшение экологической обстановки требуют все более активного использования подземного пространства. Номенклатура размещаемых объектов достаточно широка [1]:

- инженерно-транспортные сооружения: туннельные транспортные магистрали и мосты, пешеходные переходы, помещения вокзалов, автомобильные паркинги;

- инженерные сооружения и коммуникации, коллекторы и трубопроводы разного назначения, кабельные трассы, бойлерные, насосные станции, трансформаторные подстанции, вентиляционные и калориферные камеры;

- объекты торговли, бытового обслуживания, культурно-развлекательные центры и другие общественные здания;

- логистические центры, склады, объекты производственного назначения;

- сооружения противоядерной защиты.

Застройка центров городов привела к значительным преобразованиям геологической среды, нарушениям естественных условий питания, циркуляции и разгрузки подземных вод, т.е. наруше-

нию условий естественного водообмена и, как следствие, — к подтоплению. Подземные воды, как мобильная составляющая литосферы, активно взаимодействуют с природно-технологическими процессами на застроенных территориях, участвуют в таких негативных геологических явлениях, как оползни, суффозия и часто являются их катализаторами. Масштабы влияния подземных вод могут вызвать опасные процессы с охватом целых городов. При этом статистика обследований подтопленных подземных частей зданий констатирует, что нормативный срок их эксплуатации сокращается в 2–3 раза [2].

Анализ последних исследований и публикаций. В новых генеральных планах городов в большинстве случаев предполагается уплотнительная застройка при осуществлении комплекса мероприятий по инженерной подготовке территорий. Данная тематика нашла отражение в работах С.К. Абрамова [2], Н. Г. Пивовар [3], Г. И. Клиориной [4], Г. Г. Стрельчика [5]. Исследователи затрагивают проблемы регулирования подземных и поверхностных вод основного динамического фактора геологической среды. Несмотря на то, что проведенные исследования в комплексе отражают существующую проблематику, в настоящее время нет научного обоснования возможности применения "идеальных дрен", в частности, по группе полимерных трубофильтров. Ранее также не исследовались фильтрационные характеристики полимерных трубофильтров, нет научных данных об их изменении в результате длительной эксплуатации на реальных объектах.

Цель статьи: исследование фильтрационных характеристик дренажных трубофильтров из полимерных материалов в динамике эксплуатации.

Изложение основного материала. Площади естественного и техногенного подтопления в отдельные периоды охватывают до 12% территории Украины. По данным экспертных оценок количество городов и населенных пунктов Украины, где наблюдались стойкие проявления подтопления за период 1991–2010 гг., возросла с 265 до 641, а общая площадь подтопленных территорий в этих городах и населенных пунктах увеличилась с 88667 до 236205 га [5].

На уровень грунтовых вод значительно влияет наличие подземных конструкций. Это, в первую очередь, свайные поля под жилой застройкой, подземные паркинги, тоннели метро и т.п. В больши-

нстве случаев это влияние негативное, поскольку нарушает естественную циркуляцию воды, возникает барражный эффект. Эта проблема решается мерами инженерной защиты и прогнозными расчетами возникновения подтопления и обводнения территорий. Меры могут быть предупредительного характера и непосредственного устранения подтопления как при новом строительстве, так и во время эксплуатации существующих объектов. Дренажные системы относятся к таким мерам.

Необходимо отметить, что максимальное подтопление возникает под влиянием таких искусственных факторов, как [2]:

- подпор подземных вод гидротехническими сооружениями;
- атмосферные осадки при несоблюдении условий поверхностного стока;
- инфильтрации из водопроводно-канализационных систем и водостоков.

Кроме этого, можно привести классификацию и удельный вес основных причин подтопления (рис. 1).

В настоящее время научными, проектными и подрядными организациями уже накоплен определенный опыт успешной реализации надежных и долговечных дренажных систем с применением полимерных материалов. Широкое применение получили гибкие трубы, эффективность которых проявляется в удобстве транспортировки, технологичности монтажа, коррозионной стойкости и достаточно высокой прочности. Широко исполь-

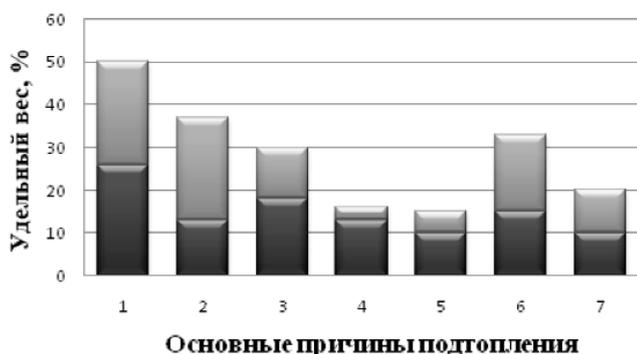


Рис. 1. Основные причины подтопления: 1 – нарушение условий стока поверхностных вод; 2 – неудовлетворительное состояние естественных дренажей; 3 – неудовлетворительное состояние водонесущих сетей; 4 – фильтрация из водоемов; 5 – увлажнение грунтов; 6 – неудовлетворительное состояние сооружений инженерной защиты от подтопления; 7 – искусственное орошение

зуются полимерные и стеклопластиковые материалы, а именно:

- с обертыванием трубы фильтром из геосинтетических материалов в сочетании с песчано-гравийным;
- с композициями из дренажных материалов на основе пластмасс (геокомпозит, геомембрана, стекловолокно);
- труб из полимерно-волоконистых материалов или стекловолокна, которые объединяют функции фильтра и трубы (трубофильтры).

Перспективными являются трубофильтры из полимерно-волоконистых материалов (ПВМ) [8] для сбора и транспортировки подземных вод, для предотвращения механической суффозии (вымыва и выноса частиц из водоносного пласта), заиливания дренажных коллекторов, а также защиты от проникновения корневых тканей в дренаж. Они применяются в Украине в конструкциях горизонтальных, вертикальных и лучевых дренажных систем, в дренажах подпорных стен.

Среди задач, которые стадийно определяют содержание инновационного процесса оптимизации проектного решения данной дренажной системы, следует отметить наиболее важные:

- формализация существующего опыта;
- оценка возможностей подрядной организации по внедрению данного дренажа;
- проведение натурных обследований и экспериментов;
- научное обоснование описания технологических процессов нового решения;
- апробация и оптимизация принятого решения;
- создание базы сценариев для дальнейшего использования дренажной системы на аналогичных объектах.

Объемный фильтр волокнисто-пористой структуры трубчатой формы получают пневмоэкструзионным способом из волокон термопластичных материалов (полиэтилен, полипропилен), с толщиной стенки 10–30 мм. Конструктивно модули длиной до 3 м изготавливаются бескаркасными и каркасными. Каркас – перфорированный пластиковая дренажная труба или перфорированный стальной лист. Длина модуля трубофильтра, диаметр волокна, диаметр и тип исполнения трубофильтра принимается в соответствии с гидрогеологической ситуацией и областью применения. В горизонтальных конструкциях локального дрена-

жа применяются диаметры 50–200 мм, однако, наиболее часто – 110–160 мм. Технические характеристики трубофильтров сведены в табл. 1.

Таблица 1. Технические характеристики ПВМ-трубофильтра

Наружный диаметр	мм	32÷400
Толщина стенки	мм	10÷30
Длина	мм	1000÷3000
Сквозность каркаса перфорированного	%	20÷40
Производительность по чистой воде	л/час·см ²	1÷60
Диаметр волокна фильтрующего слоя	мкм	1÷350
Пористость, не более	%	60
Осевая сжимающая нагрузка	т	Не менее 5
Материал фильтра	-	Полипропилен, полиэтилен

ПВМ-трубофильтры обладают неоспоримо ценными эксплуатационными качествами, основными из которых являются:

- высокая водоприемная способность (близко к "идеальной" дрене);
- низкое гидравлическое сопротивление;
- высокая степень регенерации;
- экологичность полимеров;
- регулируемое изменение пористости фильтрующего элемента.

Для дренажа важными являются показатели прочности и фильтрующей способности [2]. В ходе экспериментальных исследований были получены значения данных параметров. Причем, среди образцов существовали две группы: группа А – вновь изготовленные; группа Б – после восьмилетней эксплуатации в условиях реального объекта. В свою очередь, множество трубофильтров было разбито на серии с соответствующей маркировкой, где три последовательные цифры означали: номер серии, диаметр трубофильтра, толщину его стенки. Были получены значения коэффициента фильтрации для группы А (рис. 2), а также для группы Б (рис. 3). Они свидетельствуют о снижении данных значений на 42 %. Между тем, приведенные для сравнения на рис. 3 значения исследуемого параметра для нового трубофильтра, песка

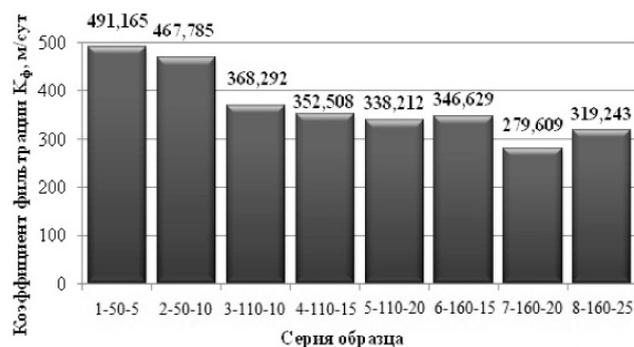


Рис. 2. Расчетные значения коэффициента фильтрации вновь изготовленных образцов ПВМ-трубофильтров (группа А)

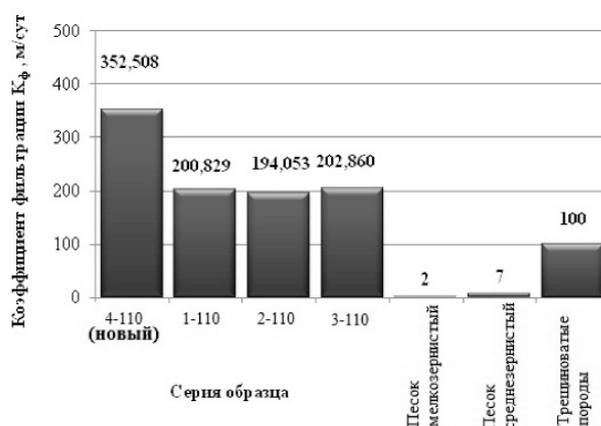


Рис. 3. Расчетные значения коэффициента фильтрации образцов ПВМ-трубофильтров после восьми лет эксплуатации (группа Б)

мелкозернистого, крупнозернистого и трещиноватых пород подчеркивают достаточно высокую фильтрующую способность данных трубофильтров. Это позволяет охарактеризовать ПВМ-трубофильтры как весьма эффективную дренажную систему с высоким запасом долговременной эффективности.

Выводы. В сочетании с простотой конструкции и удобством монтажа дрены из ПВМ позволяют сократить количество слоев дренажной обсыпки, повышают эксплуатационные характеристики дренажных систем, снижают трудоемкость монтажных работ. Учитывая продолжительность эксплуатации дренажных систем, особенно в условиях агрессивности грунтовых вод и электрохимической коррозии, стесненности условий, и возможность эффективного восстановления пропускной способности системы дренажа после длительной работы применение ПВМ-трубофильтров является экономически целесообразным. Проведенные

исследования подтверждают необходимость применения современных полимерных материалов в устройстве дренажных систем зданий и сооружений, что снижает трудоемкость устройства дренажей, обеспечивает безотказный режим их эксплуатации и увеличивает долговечность объекта в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ивахнюк В. А. *Строительство и проектирование подземных и заглубленных сооружений* / В. А. Ивахнюк. — М.: АСВ, 1999. — С. 24.
2. Абрамов С. К. *Подземные дренажи в промышленном и городском строительстве* / С. К. Абрамов. М.: Стройиздат, 1967. — 239 с.
3. Пивовар Н. Г. *Дренаж с волокнистыми фильтрами для защиты территорий от подтопления: монография* / Н. Г. Пивовар, Н. Г. Бугай, В. Л. Фридрихсон и др. — К.: НАНУ, Институт гидромеханики, 2000. — 332 с.
4. Клиорина Г. И. *Дренаж территории застройки* / Клиорина Г. И. — СПб.: СПбГАСУ, 2006. — 207 с.
5. *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.
6. *Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення: ДБН В.1.1-25-2009 [чинні від 2011-01-01]*. — Офіц. вид. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. — 52 с. — (Державні будівельні норми).
7. *Прогнозы подтопления и расчет дренажных систем на застраиваемых и застроенных терри-*

ториях: Справочное пособие к #М12291 5200022СНиП 2.06.15-85 / ВНИИВОДГЕО. — М.: Стройиздат, 1995. — 264 с.

8. *Матеріали полімерні волокнисті: ТУ У 25.2-31061660-001:2005 [чинні від 2005-23-12]*. — Х.: ООО НПП "Рембудсервис", 2005. — 21 с. — (Держспоживстандарт України. Технічні умови).

АНОТАЦІЯ

Викладено результати експериментальних досліджень у частині міцності і фільтруючих характеристик дренажних труб з полімерних матеріалів. Наведено дані з урахуванням тривалої експлуатації дренажу подібного типу. Визначено методологічні закономірності формування ефективних рішень інженерної підготовки підземних об'єктів.

Ключові слова: підземне будівництво, методологія, інженерна підготовка, дренаж, полімерні трубофільтри.

ANNOTATION

The article shows the experimental results regarding the strength and filtering characteristics of drainage pipes made of polymeric materials. The results allow for continuous use of this type of drainage. Identified methodological regularities of efficient solutions of engineering preparation of underground objects.

Keywords: underground construction, methodology, engineering preparation, drainage, polymer filters in the form of pipes.