

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ ГРУНТОВЫХ ВОД

Шокарев В.С.

Запорожское отделение ГП НИИСК

г. Запорожье, Украина

Танский Г.И., Multi-Tan Group

Израиль

АННОТАЦИЯ: Узагальнено причини підтоплень територій в Україні. Наведено досвід зниження рівня ґрунтових вод в умовах щільної міської забудови, з урахуванням особливостей підготовки основ будівель, з використанням горизонтальних дренажних мереж. Для осушення будівель електроосмосом використовувалися безконтактні електронні прилади системи DryPol. Експрес-аналіз вологості будівельних матеріалів показав зниження вологості за два роки з 14...19% до 4...9%.

АННОТАЦИЯ: Обобщены причины подтопления территории в Украине. Приведен опыт понижения уровня грунтовых вод в условиях плотной городской застройки, с учетом особенностей подготовки оснований зданий, с использованием горизонтальных дренажных сетей. Для осушения зданий электроосмосом использовались бесконтактные электронные приборы системы DryPol. Экспресс-анализ влажности строительных материалов показал снижение влажности за два года с 14...19% до 4...9%.

ABSTRACT: Causes flooding in Ukraine are generalized. The experience of reducing the groundwater level in dense urban areas, taking into account the features of preparation of buildings with the use of horizontal drainage networks is presented. Contactless electronic DryPol system devices were used for dewatering of buildings electroosmosis. Rapid analysis of humidity of building materials showed a decrease in their humidity 14...19% to 4...9% in two years.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: подтопление, защита подземных конструкций, горизонтальная дренажная система, электроосмос, бесконтактный электронный прибор.

ВВЕДЕНИЕ

Вода является одним из факторов, воздействующих на строительные материалы в период эксплуатации зданий и сооружений и способствует снижению прочностных свойств конструкций, развитию коррозионных процессов, возникновению трещин, сырости и т.д.

Гидроизоляция должна предотвращать разрушающее действие воды любого вида и природы на здания, сооружения и их элементы. Отличительной особенностью всех гидроизоляционных работ является относительно низкая стоимость изоляционных материалов по сравнению с их чрезвычайно высокой эксплуатационной ценностью, которую можно установить лишь в негативных случаях, а именно при определении затрат на ликвидацию повреждений. Только стоимость работ по обнаружению поврежденной или малоэффективной гидроизоляции может в десятки раз превышать ее собственную стоимость. К тому же возникают сложности с точным определением мест повреждений гидроизоляции [1].

Запорожским отделением НИИСК разработана методика определения возникновения механических напряжений допустимой величины в материале листовой гидроизоляции на основе контроля момента возникновения трещины в стандартном образце с симметричным сквозным разрезом, а также разработана конструкция измерительных преобразователей, используемых для регистрации возникновения допустимой величины механических напряжений как в металлической, так и диэлектрической листовой гидроизоляции [2 - 4].

ПОДТОПЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ В УКРАИНЕ

Практически все регионы Украины претерпевают подтопление, и как следствие, происходит интенсивный подъем уровня подземных вод, который на отдельных участках происходит со скоростью 0,2...1,0 м/год. Общая площадь подтопленных территорий в Украине составляет 8297 км² [5]. Существует множество причин подтопления территорий, большинство из них являются общими для всех регионов:

- расширение сети подземных водонесущих коммуникаций и отставание их замены и ремонта при росте водопотребления в городах;
- развитие производств с мокрыми технологическими процессами и сброс промышленных и хозяйственных вод в толщу грунтовых пород;
- ослабление дренающих функций территории в связи с уничтожением естественных дренажей (речек, оврагов, балок и т.д.); создание искусственных подземных барражей (свайные фундаменты, закрепленные массивы грунта, автодороги и др.);
- недостатки вертикальной планировки, нарушающие стоки атмос-

ферных вод, образующие скопление вод;

- накопление в грунте вод в результате их подпора плотинами и др. сооружениями.

Например, с учетом всех перечисленных факторов, общая площадь подтопления г. Запорожья составляет более 66 млн. м² территории, на которых возведено более 1600 домов. Во многих случаях фундаменты зданий находятся в воде. Это приводит не только к деформациям зданий, но и к образованию сырости в помещениях, что влияет на дискомфорт проживания, отражается на здоровье людей. Поэтому водопонижение территорий является весьма актуальным вопросом.

Решение данной проблемы может быть широкомасштабным, когда осуществляется водопонижение целых регионов, например, путем расчистки русел рек и ручьев, упорядочения ливневых канализаций, дренажных коллекторов и т.д., а также локальным водопонижением отдельных территорий.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ДРЕНАЖНЫХ СЕТЕЙ

Запорожским отделением научно-исследовательского института строительных конструкций разработаны и реализуются на практике методы понижения уровня грунтовых вод в условиях плотной городской застройки с учетом особенностей подготовки оснований зданий.

Характерным примером является выполненное водопонижение в основании пятиэтажного четырехподъездного жилого дома по ул. Казачьей в г. Запорожье, подвалы которого и подводящие подземные коммуникации были частично затоплены подземными водами.

Водопонижение осуществлено двухветвевой дренажной системой с отводом грунтовых вод самотеком в р. Сухая Московка. Поскольку основанием дома является 1,5-метровая хорошо дренирующаяся шлаковая подушка, линейные дрены устраивали непосредственно в пятне здания и ниже подошвы фундаментов на 0,9 м.

Для укладки дренажных труб в шлаковом основании дома специальными станками УГБ-250А. Запорожское отделение НИИСК были пробурены четыре наклонные скважины диаметром 160 мм из подвальных помещений дома. Для этой цели изготовлены соответствующие буровые коронки и технологическая оснастка. На прилегающей к дому территории линейный дренаж выполнялся в открытых траншеях механизированным способом.

Дренаж выполнялся следующим образом. На дно траншеи отсыпался слой песка, затем слой щебня, на котором укладывались перфорированные асбестоцементные трубы. Трубы обсыпались слоем щебня и

слоем песка, после чего производилась обратная засыпка траншеи грунтом (рис. 1).



Рис. 1. Фрагмент устройства дренажной системы

Выполнение работ по данной технологии позволило понизить уровень подземных вод ниже подошвы фундаментов на 0,4...0,5 м и значительно сократить объем земляных работ.

Строительно-монтажным работам по устройству дренажной системы предшествовала разработка проекта. Исходные данные для расчета параметров дренажной системы, обеспечивающей необходимое водопонижение, получены на основании геодезической съемки, анализа инженерно-геологических изысканий площадки и опытных откачек подземной воды из шурфов.

Также выполнен комплекс работ по инженерной защите трех двухэтажных домов по ул. Чапаева в г. Запорожье, который включает в себя уточнение гидрогеологических условий площадки, разработку проектно-сметной документации на устройство дренажной системы и строительно-монтажные работы по водопонижению площадки строительства.

На предпроектной стадии уровень подземных вод на территории домов №№1А, 1Б, 1В по ул. Чапаева был ниже дневной поверхности на 0,8...0,85 м, фундаменты и все подземные коммуникации находились в воде. Снижение УПВ на площадке осуществлялось с помощью линейной дренажной системы, которая отводит фильтрационные потоки в реку Мокрая Московка, средний уровень которой в этом районе находится ниже подошвы фундаментов домов на 0,35...0,7 м. При разработке проекта водоснижения принята дренажная система осуществить тремя линейными дренами диаметром 100 мм с минимально допустимым уклоном 0,004 (по одной возле каждого дома на расстоянии 3м от стены), которые сходятся в одном приемном колодце и четвертой линейной дренами диаметром 200 мм уклоном 0,003, которая отводит подземную воду в речку М. Московка (рис. 2).



Рис. 2. Вытекание струи подземной воды из дренажной трубы в р. Мокрая Московку

Под действующими автодорогами и местами, насыщенными электрическими кабелями, прокладка трубопроводов дренажей выполнялась проколами с помощью бурового станка УГБ-250А конструкции ЗО ГП НИИСК.

При устройстве дренажной системы было уложено 88 м.п. асбестоцементных дренажных перфорированных труб $\varnothing 200$ мм и 170 м.п. $\varnothing 100$ мм. Перфорация имела просверленные в 5 рядов отверстия $\varnothing 12$ мм с шагом 200 мм, около дренажных труб выполненное вручную фильтровое обсыпание из речного песка и гранитного щебня фракции 10...20 общим объемом 169 м³, смонтировано 6 железобетонных колодцев диаметром 1 м с плитами перекрытий и люками. На протяжении всего периода работ проводилось откачивание подземных вод из траншей по участкам с помощью насосов. Устройство дренажной системы обеспечило снижение УПВ на участке жилых домов №№1А, 1Б, 1В по ул. Чапаева в г. Запорожье

до 1 м, что обусловило ликвидацию влажности в квартирах домов, осушило подземные коммуникации и улучшило их эксплуатацию.

ПРИБОРНЫЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ ГРУНТОВОЙ ВЛАГИ

Для осушения зданий электроосмосом применяются различные электрофизические системы с различными принципами работы. Приборы работают по методу прямого и обратного электроосмоса.

Принцип действия прибора с заземлением заключается в следующем. В стены монтируются специальные антенны, которые служат катодом (отрицательным полюсом), а штырь заземления в полу служит анодом. Под действием созданного электромагнитного поля отрицательные ионы направляются по стенам от антенн к заземлению, что приводит к понижению уровня влаги. В числе достоинств приборов относятся: небольшой период осушения строительных конструкций (от 6-8 месяцев), к недостаткам - необходимость проведения строительных и электромонтажных работ. Принцип бесконтактного электронного действия прибора заключается в следующем. Устройство работает без механического воздействия на материал строения, который осушается (камень, кирпич, бетон). Аппарат генерирует абсолютно безопасные для человека электромагнитные волны соответствующих параметров, создает явление обратного динамического электроосмоса, которое усиливает положительно заряженные молекулы воды. Это приводит к тому, что отрицательно заряженный грунт притягивает воду, и влага из стен уходит в грунт. Приборы имеют европейский сертификат качества TUV. Эти сертификаты — распространены более чем в 80 странах мира. К достоинствам этих приборов можно отнести: простой монтаж, отсутствие необходимости в выполнении строительных и электромонтажных работ. Из недостатков можно выделить - более длительный срок полного осушения строительных конструкций (от 6 до 12 месяцев), меньший радиус действия.

Компания Multi-Tan Group используют приборы системы Dry Pol, с расходом электричества 5-7 Вт/час. Аппарат генерирует электромагнитные волны соответствующих параметров, создает явление обратного динамического электроосмоса, которое усиливает положительно заряженные молекулы воды. Список объектов на которых применялась система DryPol включает в себя здания самых различных размеров, выполненных из различных строительных материалов: глины, кирпича, смешанной кирпичной кладки и пористой каменной кладки.

Множество различных зданий было успешно осушено с помощью системы DryPol: учебные заведения, общественные здания, частные и многоквартирные дома, подвальные помещения в зданиях, коттеджи,

загородные дома, религиозные объекты: синагоги, церкви, соборы, мечети, здания исторических памятников архитектуры, музеи, дворцы, ценные культурные объекты, фрески, производственные помещения и др.

Экологически безопасная система DryPol сохраняет здания в сухом состоянии в течение десятилетий.

Измерение влажности строительных материалов в процессе работы прибора производится с использованием прибора OHAUS MB-23 производства США. Принцип работы анализатора влажности OHAUS MB-23 основан на определении влагосодержания гравимитрическим способом. Это анализатор влажности с галогенным методом сушки. Он предназначен для экспресс-анализа влажности продукции. Встроенные в анализатор высокоточные аналитические весы и современная технология нагрева обеспечивают быстрый и точный анализ влажности.

Таблица 1

Изменение влажности в кирпичных стенах после установки прибора DruPol

| №п/п | Высота места замера, см | % влажности Дата 29.09.11 | % влажности Дата 24.11.13 |
|------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | 10 | 14,05 | 9,0 |
| 2 | 72 | 10,692 | 4,3 |
| 3 | 15 | 16,036 | 8,0 |
| 4 | 10 | 19,229 | 4,3 |

В табл. 1 приведены результаты измерения влажности в кирпичных стенах в историческом жилом доме в г. Праге (рис. 3) после установки прибора DruPol.



Рис. 3. Исторический жилой дом в центре Праги на улице. Влашской,4. Прибор DruPol установлен при общей реконструкции здания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрявцев И.А. Гидроизоляционные системы / И.А. Кудрявцев, М.В. Безпалова, А.С. Чикилева. – Гомель: БелГУТа, 2000. – 443 с.
2. Шокарев В.С. Методика определения возникновения механических напряжений допустимой величины в листовом изотропном материале гидроизоляции / В.С. Шокарев, В.И. Чаплыгин, А.Н. Рыжиков // Будівельні конструкції. – К.: ДП НДІБК, 2005. – Вип. 62. - С. 393-398.
3. Рыжиков А.Н. Разработка физико-механической и математической модели напряженно-деформированного состояния листовой гидроизоляции / А.Н. Рыжиков // Будівельні конструкції. – К.: ДП НДІБК, 2004. – Вип. 61, С. 114-121.
4. Шокарев В.С. Методика определения эффективного механического напряжения материала листовой гидроизоляции / В.С. Шокарев, В.И. Чаплыгин, А.Н. Рыжиков // Будівельні конструкції. – К.: ДП НДІБК, 2004. – Вип. 61. - С. 174-179.
5. Черный Г.И. Геотехнические процессы в сложных грунтовых условиях Украины / Г.И. Черный, В.Г. Черный // Світ геотехніки. – 2000. – С. 4-9.

REFERENCES

1. Kudrâvcev I.A. Gidroizolâcionnyye sistemy / I.A. Kudrâvcev, M.V. Bezpalova, A.S. Čikileva. – Gomel: BelGUTa, 2000. – 443 p.
2. Šokarev V.S. Metodika opredeleniâ vznikoveniâ mehaničeskikh naprâženij dopustimoj veličiny v listovom izotropnom materiale gidroizolâcii / V.S. Šokarev, V.I. Čaplygin, A.N. Ryžikov // Budivelnî konstrukcii. – K.: DP NDÏBK, 2005. – Vip. 62. - P. 393-398.
3. Ryžikov A.N. Razrabotka fiziko-mehaničeskoj i metematičeskoj modeli naprâženno-deformirovannogo sostoâniâ listovoj gidroizolâcii / A.N. Ryžikov // Budivelnî konstrukcii. – K.: DP NDÏBK, 2004. – Vip. 61. - P. 114-121.
4. Šokarev V.S. Metodika opredeleniâ èffektivnogo mehaničeskogo naprâženîâ materiala listovoj gidroizolâcii / V.S. Šokarev, V.I. Čaplygin, A.N. Ryžikov // Budivelnî konstrukcii. – K.: DP NDÏBK, 2004. – Vip. 61. - P. 174-179.
5. Černyj G.I. Geotehničeskie processy v složnyh gruntovyh usloviâh Ukrainy // G.I. Černyj, V.G. Černyj // Svit geotehniki. – 2000. – P. 4-9.

Статья поступила в редакцию 12.09.2016 г.