

Болотских Н.С., Сорокин Б.С.,*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры***Клейн Е.Б.***КП "Харьковводоканал"*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВОДОПОНИЖЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ АВАРИЙНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА СЕТЯХ ВОДООТВЕДЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Сооружение многих заглубленных и подземных объектов (траншеи, котлованы, подземные переходы, колодцы, шахты, тоннели, канализационные коллекторы и другие выработки) в обводненных и слабоустойчивых грунтах с малыми коэффициентами фильтрации ($0,02 \div 1$ м/сутки) очень часто ведется с использованием локального вакуумного водопонижения. Для осуществления строительных работ на глубинах до 7 м используются преимущественно установки вакуумного водопонижения ПУВВ-1, ПУВВ-4, УВВ-2 и УВВ-3-6КМ, а на глубинах до 20 м – ПУВВ-1М и УЗВМ-2. Подземное забойное водопонижение при сооружении коллекторов и тоннелей и других выработок ведется с помощью установок УЗВ-3 и УЗВМ-3 [1, 2].

Все перечисленные выше установки в большинстве случаев обеспечивают надежное и сравнительно быстрое локальное водопонижение в обводненных мелкозернистых и слабоустойчивых грунтах с малыми коэффициентами фильтрации, в том числе и в слоистых водоносных толщах, когда хорошо проницаемые грунты (пески, супеси) чередуются со слабо проницаемыми грунтами (глина и суглинки). Установки способны устойчиво работать также при поступлении к приемным звеньям иглофильтров через осушаемый грунт или песчаную обсыпку одновременно с водой и атмосферного воздуха. Несмотря на все это приходится констатировать то, что большинство из существующих вакуумных иглофильтровых установок, используемых для целей локального водопонижения, имеют достаточно большие габаритные размеры и массу, маломаневренны и энергоёмки. И, наконец, уста-

новки не универсальны. Для ведения работ при строительстве траншей, котлованов, стволов шахт либо подземных выработок приходится использовать различные по конструкции установки.

В упомянутых выше водопонижительных установках создание вакуума во всасывающих системах и откачка воды осуществляются водоструйными (одноструйными) насосами с центральным расположением насадка. Для подачи к ним воды используются центробежные насосы. Установленная мощность электродвигателей этих насосов находится в пределах от 15 (УВВ-3-6КМ) до 30 кВт (УВВ-2). Масса приводных станций перечисленных выше установок находится в пределах от 223 (УВВ-2) до 710 кг (УЗВ-3).

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью настоящего исследования является создание универсальной водопонижительной установки для ведения аварийно-восстановительных работ (АВР) на сетях водоотведения и снижение расходов электроэнергии на водопонижение.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Харьковским национальным университетом строительства и архитектуры (ХНУСА) в тесном содружестве с Коммунальным предприятием «Харьковводоканал» проведен комплекс научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, позволивший устранить перечисленные выше недостатки. В результате создана универсальная установка локального вакуумного водопонижения ПУВВ-5МЕА с автоматизированной системой управления (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид установки ПУВВ-5МЕА: 1 – приводная станция установки; 2 – линейная всасывающая система с иглофильтрами; 3 – сливная линия

В этой установке для создания вакуума и откачки воды применен малогабаритный полиструйный (четырёхструйный) насос ПСН-1.

Приводная станция установки ПУВВ-5-МЕА [3] состоит из отдельных блоков. Это дает возможность располагать полиструйный насос как непосредственно в самой приводной станции, так и отдельно в котловане, шахте или забое сооружаемой подземной выработки возле всасывающей системы с иглофильтрами.

Для обеспечения возможности такого монтажа полиструйного насоса установка комплектуется дополнительными соединительными трубопроводами с отводами и линейным либо сосредоточенным (забойный вариант) водосборным коллектором. Это делает установку универсальной, так как теперь её можно эффективно использовать для локального водопонижения как с поверхности земли, так и в котлованах, шахтных стволах и различных других подземных выработках.

С целью снижения фактических расходов электроэнергии на водопонижение, повышения надёжности в работе и упрощения в обслуживании в установке ПУВВ-5-МЕА предусмотрено использование регулируемого электропривода центробежного насоса и соответствующих элементов автоматизации её управления.

В состав автоматизированной системы управления установкой ПУВВ-

5МЕА [4] вошли: преобразователь частоты, микропроцессорное цифровое регулирующее устройство (контроллер), исполнительные механизмы, датчики технологических параметров, устройства сопряжения и элементы интерфейса оператора.

Описанная система автоматизации позволяет обеспечивать настройку работы установки на режим, соответствующий реальным условиям водопонижения на строящемся объекте, и за счет этого снижать фактический расход электроэнергии, а также надёжно контролировать и поддерживать необходимый сниженный уровень грунтовых вод.

Установка ПУВВ-5МЕА имеет максимальную производительность по воде до 60 м³/ч. Потребляемая мощность электродвигателя центробежного насоса типа КМ100-80-160/2-5 лежит в пределах от 6,2 до 12,5 кВт. Габаритные размеры приводной станции (длина×ширина×высота) составляют 1460×400×1510 мм, а ее масса 392 кг.

Установка ПУВВ-5МЕА успешно прошла опытно-промышленные испытания при ведении аварийно-восстановительных работ на сетях водоотведения, расположенных в слабоустойчивых обводненных грунтах с низкими фильтрационными свойствами, в г. Харькове.

В апреле-мае 2013 г. для целей водопонижения при ликвидации аварии на канализационном коллекторе по ул. Довгалева в г. Харькове была смонтирована и пущена в эксплуатацию установка ПУВВ-5МЕА. Механическая часть этой установки была изготовлена в мастерских предприятия «ДАСКО», а электрическая – в электроцехе комплекса «Харьковводоотведение» по конструкторской документации, разработанной в ХНУСА.

На месте ликвидации аварии гидрогеологические условия были следующие. Статический уровень грунтовых вод на этом участке находится на глубине 1,5 м от световой поверхности, а обводненный грунт представлен мелкозернистым песком с незначительными прослойками глины. Усредненный коэффициент фильтрации этих грунтов находится в пределах от 0,9 до 1,5 м/сутки.

Канализационный коллектор диаметром 300 мм расположен на глубине 4,5 м. В результате коррозии произошло нарушение сплошности железобетонной обделки этого коллектора, в результате чего канализационные стоки стали загрязнять грунтовые воды.

При разработке грунта в месте производства аварийно-восстановительных работ снижение уровня грунтовых вод и отвод их за пределы площадки осуществлялось по технологии, разработанной в ХНУСА (рис. 2). Первоначально была произведена разработка котлована с размерами 3,5x5 м на глубину до 1,5 м. Затем в обводненные грунты по обе стороны котлована параллельно оси коллектора было погружено 8 иглофильтров. Общая длина каждого иглофильтра вместе с фильтровым звеном составляла 5,5 м, а расстояние между соседними иглофильтрами – 1,5 м. Кроме того, перед котлованом со стороны всасывающего рукава установки был погружен в грунт еще один контрольный иглофильтр.

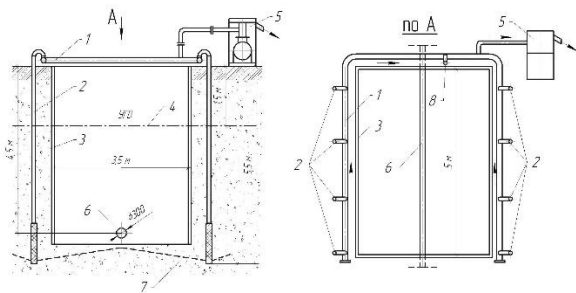


Рис. 2. Схема водопонижения при ведении аварийно-восстановительных работ на канализационном коллекторе по ул. Довгалевского: 1 – водосборный коллектор установки ПУВВ-5МЕА; 2 – иглофильтры в сборе; 3 – шпунтовое ограждение котлована; 4 – первоначальный уровень грунтовых вод; 5 – насосный агрегат установки ПУВВ-5МЕА; 6 – канализационный коллектор; 7 – сниженный уровень грунтовых вод; 8 – контрольный иглофильтр.

После включения в работу установки ПУВВ-5МЕА осуществлялась дальнейшая разработка котлована в обводненных и слабоустойчивых грунтах на глубину примерно до 4,5 м. При этом стенки котлована крепились шпунтовым ограждением.

До момента завершения сооружения котлована и вскрытия канализационного коллектора установка ПУВВ-5МЕА эксплуатировалась с ручным управлением, а затем при выполнении необходимых аварийно-восстановительных работ включалась система частотного регулирования электропривода и автоматического управления работой установки.

Установка ПУВВ-5МЕА с автоматизированной системой управления в период ее испытаний с использованием 8 подключенных ко всасывающей системе иглофильтров, погруженных в обводненные грунты на глубину 5 м, обеспечила эффективное снижение уровня грунтовых вод. При этом ее производительность (по воде) составляла около 2,2 м³/ч. За весь период испытаний установка обеспечила устойчивое водопонижение на объекте и позволила выполнить необходимые аварийно-восстановительные работы в сжатые сроки.

Проведенные промышленные испытания на этом объекте показали, что универсальная установка локального вакуумного водопонижения ПУВВ-5МЕА с автоматизированной системой управления обеспечивает надежное снижение уровня грунтовых вод при производстве аварийно-восстановительных работ на канализационном коллекторе. Она удобна в эксплуатации, не загромождает рабочую зону, эффективно откачивает воду как при ее ручном, так и при автоматизированном режиме управления.

Кроме того, испытания подтвердили то, что применение автоматизированного частотного регулирования электропривода в установке ПУВВ-5МЕА позволяет автоматически настраивать ее работу на наиболее экономичный режим (с наименьшими затратами электроэнергии) в соответствии с реальными условиями, имеющими место при проведении аварийно-восстановительных работ на канализационном коллекторе. Полученные данные в период испытаний доказали возможность за счет применения частотного регулирования электропривода и системы автоматического управления сокращения затрат электроэнергии на водопонижение примерно на 30%.

С использованием установки ПУВВ-5МЕА были выполнены в полном объеме аварийно-восстановительные работы на канализационном коллекторе, расположенном по ул. Довгалевского.

В сентябре месяце 2013 г. для целей водопонижения при ликвидации аварии на канализационном коллекторе, расположенном под территорией двора Станции технического обслуживания автомобилей по ул. Чугуевская, 76-а в г. Харькове, была, также применена установка ПУВВ-5МЕА.

Условия для ведения аварийно-восстановительных работ на этом участке достаточно сложны. Свободная от застройки территория в месте аварии имеет небольшие размеры. Большая часть толщи грунта над канализационным коллектором имеет нарушенное строение (насыпной грунт).

Статический уровень грунтовых вод на этом участке находится на глубине 8,3 м от поверхности, а обводненный грунт представлен мелкозернистым песком с незначительными прослойками глины. Усредненный коэффициент фильтрации этих песков находится в пределах от 1,3 до 1,7 м/сутки.

Канализационный коллектор диаметром 200 мм расположен на глубине 9,5 м. На этом участке произошло нарушение сплошности канализационного коллектора, в результате чего канализационные стоки стали загрязнять грунтовые воды. При разработке грунта в месте производства аварийно-восстановительных работ снижение уровня грунтовых вод и отвод их за пределы площадки осуществлялись по технологии, разработанной в ХНУСА (рис. 3).

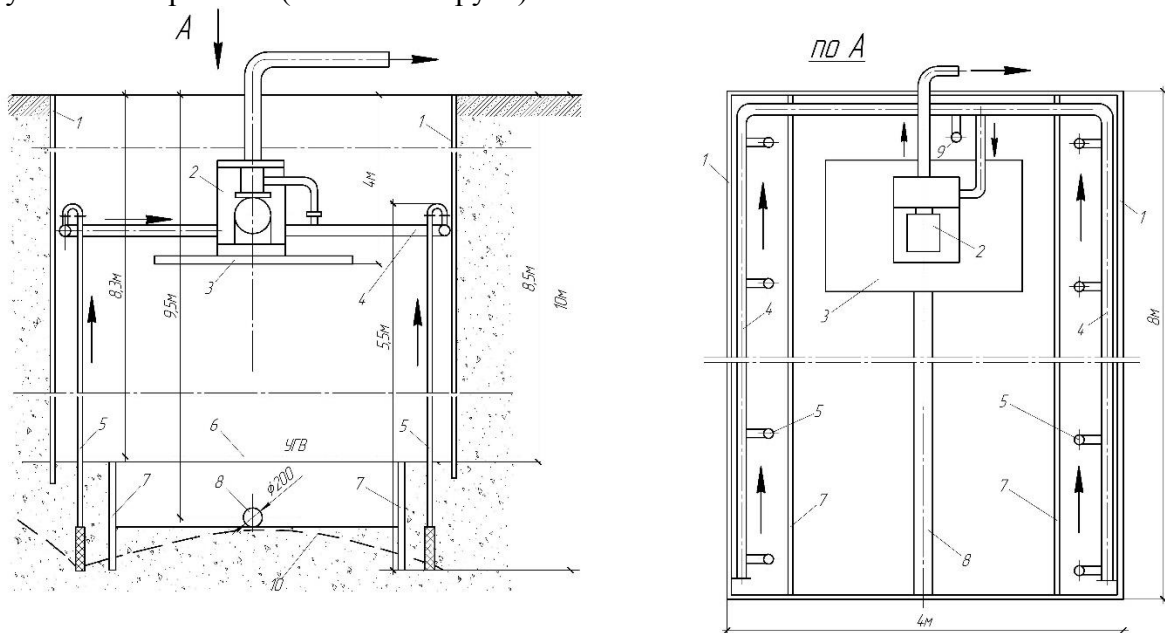


Рис. 3. Схема водопонижения при ведении аварийно-восстановительных работ на канализационном коллекторе по ул. Чугуевская: 1 – первичное шпунтовое крепление котлована; 2 – приводная станция установки ПУВВ-5МЕА; 3 – металлическая площадка; 4 – водосборный коллектор установки ПУВВ-5МЕА; 5 – иглофильтры в сборе; 6 – первоначальный уровень грунтовых вод; 7 – вторичное шпунтовое крепление котлована; 8 – канализационный коллектор; 9 – контрольный иглофильтр; 10 – сниженный уровень грунтовых вод.

Первоначально на месте аварии была произведена разработка котлована с размерами 4x8 м на глубину до 8,5 м и установкой шпунтовой крепи. Затем на глубине около 4 м от дневной поверхности внутри котлована в его торце была сооружена специальная металлическая площадка, на которой разместили приводную станцию установки ПУВВ-5МЕА. На

уровне этой площадки по внутреннему контуру котлована был смонтирован водосборный коллектор установки с креплением его к шпунтовому ограждению. После этого в обводненные грунты внутри котлована около его стенок параллельно оси коллектора было погружено 11 иглофильтров на глубину до 10 м от поверхности. При этом общая длина

каждого иглофильтра вместе с фильтровым звеном составляла 5,5 м. С помощью соединительных рукавов эти иглофильтры были подключены к водосборному коллектору установки. Расстояние между соседними иглофильтрами составило 1,5 м.

Такая схема монтажа установки ПУВВ-5МЕА в данном случае вызвана следующими обстоятельствами:

- расположение приводной станции установки вместе с полиструйным насосом на поверхности котлована невозможно, так как глубина заложения канализационного коллектора составляет 9,5 м и вакуума, создаваемого полиструйным насосом установки, будет недостаточно для подсосывания воды из обводненных грунтов и подъема ее на такую высоту;
- монтаж всей всасывающей системы установки вместе с полиструйным насосом непосредственно в забое в данном случае из-за малой ширины котлована значительно уменьшает рабочее пространство и усложняет выполнение в полном объеме необходимых аварийно-восстановительных работ.

Смонтированная по описанной схеме установка ПУВВ-5МЕА обеспечила устойчивую откачку воды с помощью иглофильтров из обводненных грунтов и поступление ее в водосборный коллектор, а затем подачу ее по рукаву на поверхность и последующий сброс в расположенный вблизи канализационный колодец.

После включения в работу установки ПУВВ-5МЕА и ее наладки на требуемый режим производилась дальнейшая разработка котлована в обводненных и слабоустойчивых грунтах до полного вскрытия коллектора. При этом стенки котлована крепились с помощью шпунтового ограждения.

Длительная эксплуатация установки ПУВВ-5МЕА в таких условиях подтвердила высокую эффективность и надежность ее работы. При различных рабочих режимах в период эксплуатации вакуум, создаваемый полиструйным насосом, составлял $0,65 \div 0,7$ м водяного столба, а производительность (по воде) находилась в пределах $2,2 \div 4$ м³/ч. За период испыта-

ний установка обеспечила стабильное водопонижение и позволила выполнить необходимые аварийно-восстановительные работы на канализационном коллекторе.

Апробированная при производстве аварийно-восстановительных работ на канализационном коллекторе, расположенном по ул. Чугуевская, схема монтажа и эксплуатации водопонижительной установки ПУВВ-5МЕА (с размещением ее на промежуточной площадке в котловане) может быть использована в дальнейшем на других коллекторах с глубиной их заложения более 7 м при наличии на месте аварии плотной застройки территории.

ВЫВОДЫ

1. Универсальная установка ПУВВ-5МЕА с полиструйным насосом, регулируемым электроприводом и автоматизированной системой управления в настоящее время является наиболее совершенным техническим средством локального вакуумного водопонижения в мелкозернистых грунтах с малыми коэффициентами фильтрации при выполнении строительных, ремонтных либо аварийно-восстановительных работ. По сравнению с существующими аналогами она является универсальной, менее металлоемкой, имеет значительно меньшие габаритные размеры, надежна и удобна в эксплуатации. Она эффективно откачивает воду из грунта как при ручном, так и при автоматизированном режимах управления.

2. Применение частотного регулирования электропривода в установке ПУВВ-5МЕА позволяет автоматически настраивать ее работу на наиболее экономичный режим (с наименьшими затратами электроэнергии) в соответствии с реальными условиями, имеющими место при проведении аварийно-восстановительных работ на канализационном коллекторе. Полученные данные в период испытаний доказали возможность за счет применения частотного регулирования электропривода и системы автоматического управления сокращения затрат электроэнергии на водопонижение примерно на 30%.

3. Разработанную установку ПУВВ-5МЕА и технологию ее применения рекомендовать к дальнейшему применению при ведении аварийно-восстановительных работ на сетях водоотведения, расположенных в сложных гидрогеологических условиях.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Смородинов М.И. Водопонижительные установки. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
2. Болотских Н.С. Строительное водопонижение в сложных гидрогеологических условиях. – Киев: Будівельник, 1976. – 112 с.

3. Болотских Н.С., Сорокин Б.С. Универсальная установка локального вакуумного водопонижения ПУВВ-5МЕА с автоматизированной системой управления. Ж. "Механизация строительства", № 10, Россия, Москва, 2013. – с. 3-6.
4. Болотских Н.С., Журавлев Ю.В., Иванов В.П., Кулаенко О.А., Сорокин Б.С. Совершенствование системы управления универсальной установкой вакуумного водопонижения—//Науковий вісник будівництва. Вип. 68., Харків: ХНУСА, ХОТВ АБУ, 2012. – с. 225 – 232.

УДК 69.032.22:658.5

Броневицький А.П.

ТОВ «АС-ІНТЕРБУД», м. Київ

ОСОБЛИВОСТІ ВИСОТНОГО БУДІВНИЦТВА В УМОВАХ УЩІЛЬНЕНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ В УКРАЇНІ

Дефіцит та висока вартість вільних земельних ділянок в центральних частинах великих міст нашої країни призводить до необхідності проектування та здійснення будівництва об'єктів раціональними методами, сучасними ресурсозберігаючими технологіями. Одним з важливих чинників, котрий суттєво впливає на вартість та трудомісткість будівельних робіт є дефіцит вільних від забудови територій для забезпечення нормальної організації зведення будівель. Переважна більшість висотних будівель та висотних багатофункціональних комплексів здійснюється в умовах ущільненої міської забудови, в безпосередній близькості від існуючих будівель і споруд.

В інвестиційній, проектно-будівельній та експлуатаційній практиці висотних будівель домінуючим чинником стає забезпечення мінімальних витрат ресурсів за рахунок переходу на енергозберігаючі норми проектування і будівництва, застосування будівельних матеріалів та виробів з високим коефіцієнтом опору теплопередачі і тривалим терміном служби, використання гнучких планувальних рішень.

Застосування нових матеріалів, конструкцій, технологій, що випереджає прогнозування результатів їх впровадження, потребує додаткових заходів при експлуатації.

Будівництво висотних будівель на основі системної оцінки технологій їх зведення підвищує інноваційну сприйнятливість і адаптаційний ресурс об'єктів, забезпечує як загальногосподарське значення, що полягає в збереженні мінерально-сировинних, паливно-енергетичних ресурсів за рахунок раціональних містобудівних, об'ємно-планувальних, конструктивних, організаційно-технологічних рішень, так і локальне приватне значення для організацій житлово-комунального господарства за рахунок підвищення технологічності, зниження матеріаломісткості, трудомісткості, тривалості, вартості виробництва робіт.

Враховуючи дефіцит та високу вартість земельних ділянок, зростаючі вимоги до надійності та комфортності будівель, висотні будівлі є найбільш затребуваним форматом будівництва на сучасному ринку нерухомості.