

Современные технологии и оборудование для модернизации сетей и сооружений канализации

Канализационная система г. Москвы сегодня представляет собой совокупность сложных инженерных сооружений, в состав которых входят: самотечные канализационные сети, насосные станции и очистные сооружения. Ее надежная и эффективная работа является одной из важнейших составляющих санитарного и экологического благополучия города.

Протяженность находящихся в эксплуатации самотечных канализационных сетей составляет более 7 тыс. км, в том числе коллекторов и каналов — более 1100, дюкеров — более 100 км.

В период интенсивного развития системы канализации недостаточное внимание уделялось реконструкции существующих сооружений. Кроме того, в течение многих десятилетий сети создавались с изначальной

экономией материалов, что сказывалось на качестве строительства. Негативные последствия такой технической политики выявились уже к 1990-м годам. Большая часть канализационных трубопроводов находилась за пределами расчетных сроков амортизации, значительная часть их оказалась в ветхом и предаварийном состоянии, что проявилось в этот период в нарастании количества аварий.

Возникшая ситуация потребовала, прежде всего, создания комплексной системы диагностики трубопроводов. С 2001 по 2007 г. в дополнение к первым аппаратам, использовавшимся с 1994 г., было приобретено оборудование как российского, так и импортного производства, в том числе для проверки технического состояния напорных трубопроводов. В 2005 г. был создан Центр технической диа-

гностики МГУП «Мосводоканал», в состав которого вошел организованный ранее участок диагностики канализационных сетей.

В период 1998–2008 годов было обследовано около 1010 км канализационных сетей (около 17%), 445,5 км основных каналов и коллекторов (около 40%), а также 227,8 км напорных трубопроводов (около 37%). В настоящее время объем работ по теледиагностике канализационных сетей составляет в среднем 200 км/год (3% общей протяженности), напорных трубопроводов — 45 км (7%).

На основании полученных материалов обследования создана база данных и ведется кадастр, позволяющий учитывать и анализировать неисправности, а также прогнозировать их возникновение по имеющимся деструктивным признакам.

¹ Пахомов Анатолий Николаевич, первый заместитель генерального директора — начальник Управления канализации, МГУП «Мосводоканал»
105005, Москва, Плетешковский пер., 2, тел.: (499) 261-23-84, e-mail: secret3@mosvodokanal.ru

² Хренов Константин Евгеньевич, первый заместитель генерального директора — главный инженер, МГУП «Мосводоканал»
Тел.: (499) 263-27-20, e-mail: hrenov@mosvodokanal.ru

³ Богомолов Михаил Валерьевич, начальник Производственно-эксплуатационного управления канализационной сети, МГУП «Мосводоканал»
Тел.: (499) 263-91-51, e-mail: bogomolov@mosvodokanal.ru

⁴ Дудченко Тимур Олегович, заместитель начальника — главный инженер ПЭУ канализационной сети, МГУП «Мосводоканал»
Тел.: (499) 263-02-20, e-mail: dudchenko@mosvodokanal.ru

⁵ Пронин Алексей Александрович, кандидат технических наук, руководитель инженерно-инновационной группы ПЭУ канализационной сети, МГУП «Мосводоканал»
Тел.: (499) 265-01-67, e-mail: iig_nach@mosvodokanal.ru

Теледиагностика канализационных сетей позволяет оценивать внутреннее состояние действующих трубопроводов, степень воздействия газовой коррозии на конструкции и сооружения каналов и коллекторов, характер разрушений, выявлять их причины, оперативно принимать решения по дальнейшей эксплуатации, определять первоочередные задачи по профилактике и предупреждению аварийных ситуаций, выбирать оптимальные методы ремонта с минимальными экономическими затратами и вести контроль на стадии их выполнения.

В современных городских условиях уплотненной застройки и затрудненного дорожного движения использование открытых методов реконструкции трубопроводов связано с большими трудностями, финансовыми затратами либо вообще неприемлемо. Это привело уже в 1990-е годы к широкому распространению бестраншейных технологий. В последующие годы реконструкция трубопроводов с применением пневмопробойника стала возможна при диаметре труб 400 мм, а с помощью метода реновации стеклопластиковым «рукавом» и нанесения цементно-песчаного покрытия (на напорные трубопроводы) — при диаметре 1400 мм.

Однако данные технологии не подходили для каналов и коллекторов большего сечения. Основной проблемой таких водоводов является газовая коррозия. Внутренняя незащищенная поверхность канализационных каналов и коллекторов разрушается под действием серной кислоты, образующейся на незатопленных сегментах поверхности (шелыга) в процессе микробиологического окисления се-

роводорода, присутствующего в газовой фазе.

В 2002 г. после изучения мирового опыта была освоена технология реконструкции напорных и самотечных сетей методом «труба в трубе» с применением полиэтиленовых труб марки ПЭ-80. А в 2006 г. произошел прорыв в области современных технологий реконструкции канализационных каналов и коллекторов большого диаметра. Были освоены и внедрены технологии:

восстановление каналов методом композитных стеклопластиковых модулей (небольших по длине отрезков, повторяющих сечение канала);

«ЛокПайп» — облицовка внутренней поверхности канала полимербетонными модулями;

стеклопластиковый «рукав» для реконструкции напорных канализационных трубопроводов диаметром 1400 мм (впервые не только в практике МГУП «Мосводоканал», но и в Европе).

Характерным примером использования метода стеклопластиковых модулей является восстановление Люблинского канала. Этот водовод длиной около 10 км, введенный в эксплуатацию в 1937 г., принимает сточные воды от Центральной канализационной насосной станции для дальнейшей транспортировки на Курьяновские очистные сооружения. Люблинский канал выполнен из кирпича и имеет шатровое сечение с максимальной высотой 1650 мм. Технической диагностикой установлено, что канал подвержен воздействию газовой коррозии, имеются разрушения кирпичной кладки и сильное истирание лотковой части.

Реализация метода потребовала создания специального производства. В 2006 г. в Мос-

кве, на территории Западной станции водоподготовки, был открыт завод АРПАЙП по производству композитных элементов для реконструкции канализационных каналов. На современном оборудовании и по датской технологии на заводе АРПАЙП производятся композитные элементы различных сечений и диаметров — от 1000 до 3000 мм. Точный подбор размеров модулей позволяет минимально сокращать живое сечение каналов. Так, при установке стеклопластикового модуля в Люблинский канал его высота, составлявшая 1650 мм, сократилась менее чем на 10% — до 1500 мм (рис. 1). Однако, учитывая, что внутренняя поверхность модуля по сравнению с кирпичной кладкой имеет меньшую шероховатость, уменьшение живого сечения не отразилось на пропускной способности канала.

Стенка модуля работает как двутавровая балка, т. е. нагрузка приходится на наружный и внутренний слой, в то время как средний слой является только связующим, поэтому он изготавливается из минерального наполнителя. Ввиду того, что внутренний слой модуля, который контактирует со сточной водой, выполнен из некорродирующих материалов (полиэфира и стекловолокна), восстановленный трубопровод уже не будет подвергаться воздействию газовой коррозии. После монтажа пространство между старым каналом и вновь собранным трубопроводом заполняется специальным цементным раствором, обладающим высокой степенью текучести.

В 2006 г. выполнена реконструкция пилотного участка Люблинского канализационного канала протяженностью 1150 м. После успешного за-



Рис. 1. Монтаж композитных стеклопластиковых модулей

вершения работ было принято решение о реконструкции методом композитных стеклопластиковых модулей всего Люблинского канала. К настоящему времени работы выполнены на участке протяженностью около 4000 м (рис. 2).

Другим инновационным методом, реализованным в системе московской канализации, является облицовка каналов сверхбольшого диаметра полимербетонными модулями по технологии «ЛокПайп». Сущность метода заключается в монтаже внутри старого канала нового трубопровода из полимербетонных кислотоустойчивых сегментов, соединенных между собой с помощью клея. Чтобы собрать полное кольцо, требуется три сегмента: лотковый и два боковых.

Лотковые сегменты транспортируются для монтажа специальным компактным погрузчиком на электроприводе. Точное позиционирование и юстирование сегментов при монтаже производят с помощью предварительно вмонтированных установочных винтов. Сначала выполняют монтаж лотковых элементов по всей длине участка (рис. 3). Транс-

портировка и монтаж верхних сегментов осуществляется электромобилем, оснащенный погрузочной площадкой и манипулятором.

По окончании монтажа колец по всей длине участка канала производится заделка швов путем нанесения виниловой смолы с 2-процентным добавлением кислотоупорного отвердителя «Пероксен». Для выполнения этого этапа работы используется специальное оборудование, позволяющее непосредственно перед нанесением состава смешивать два компо-

нента и равномерно подавать его по шлангам для заполнения швов. По окончании заделки швов зазор между внутренней стороной бетонной оболочки существующего канала и внешней стороной полимербетонной обделки нового тоннеля с помощью специального насоса заполняется специальным высокотекучим тампонажным раствором. В результате образуется статически устойчивое кольцо, которое способно выдерживать все нагрузки и, что особенно важно, не подвергается воздействию биологической коррозии: его кислотостойкость (как и стеклопластиковых модулей «ЛокПайп») рассчитана на pH до 1.

При склеивании сегментов полимербетонной облицовки их температура должна быть не ниже 18 °С. Для обеспечения работ в круглогодичном режиме на строительной площадке над монтажными камерами устанавливается обогреваемый контейнер, в котором сегменты выдерживаются до достижения необходимой температуры, после чего подаются в камеру с помощью тельфера.

Данная технология реновации канализационных ка-



Рис. 2. Участок Люблинского канала, восстановленный стеклопластиковыми модулями



Рис. 3. Монтаж полимербетонных модулей

налов и коллекторов успешно реализуется в Европе с 1996 г., например, в Германии (Франкфурте-на-Майне, Оффенбахе, Дюссельдорфе и Гамбурге). Первым масштабным применением этой технологии в Москве явился Ново-Люберецкий самотечный канализационный канал – одно из важнейших сооружений, предназначенных для транспортировки сточных вод на крупнейшие в Европе Люберецкие очистные сооружения. Канал внутренним диаметром 2,8 м был построен в 1963 г. методом щитовой проходки с применением железобетонных тубингов и последующим устройством в нем железобетонной рубашки. После 40 лет эксплуатации технической диагностикой было установлено, что канал подвержен воздействию газовой коррозии, в нем также происходит разрушение свода, истирание лотковой части канала, сильной коррозией поражены обнажившиеся элементы арматуры железобетонной рубашки.

Реконструкция канала осуществлялась по технологии «ЛокПайп» с полимербетонными модулями шириной сегмента кольца 1,1 м, внутренним

диаметром собранного кольца 2,5 м, толщиной стенки 7 см. В настоящее время данным методом восстановлен участок протяженностью 355 м с тремя камерами (рис. 4, 5). При реализации проекта использовались полимербетонные модули, изготовленные на заводе «Maueg GmbH» (г. Стендаль, Германия).

Фактором, сдерживающим реконструкцию каналов большого сечения, является сложность снятия гидравлической нагрузки и вывода их из работы, так как большинство каналов проложено по одной линии и

не имеет дублирующих трубопроводов, а строительство байпасных каналов – процесс длительный и дорогостоящий.

Протяженность эксплуатируемых напорных трубопроводов составляет свыше 600 км. В основном (530 км) это – стальные трубопроводы, из них более 80% – диаметрами 600–2000 мм (преимущественно 1200 и 1400 мм).

Почти половина трубопроводов отслужили свой амортизационный срок, что потенциально приводит к росту аварийности. Наиболее частой причиной аварий и повреждений стальных канализационных трубопроводов напорной канализации города являются свищи (рис. 6), обусловленные отсутствием защиты от внутренней и особенно внешней коррозии.

Проводимые мероприятия, прежде всего увеличение количества установок катодной защиты на напорных трубопроводах и усиление контроля их работы, привели за последние 4 года к уменьшению общего числа аварий. Однако обеспечение должного технического состояния трубопроводов на долгосрочную перспективу может быть достигнуто только ре-



Рис. 4. Участок Ново-Люберецкого канала, восстановленный полимербетонными модулями



Рис. 5. Восстановленная камера Ново-Люберецкого канала

ализацией научно обоснованной программы реконструкции и планово-профилактического ремонта. Программа основана на результатах комплексной диагностики трубопроводов, оценки их технического состояния, определения остаточного ресурса и выбора оптимальных методов восстановления.

В настоящее время наиболее распространенными методами реновации трубопроводов являются:

нанесение на внутреннюю поверхность цементно-песчаного покрытия, которое производится специальными агрегатами и разглаживающими устройствами;

протаскивание нового трубопровода внутрь обветшавшего как без разрушения, так и с предварительным разрушением старого;

формирование на внутренней поверхности трубопроводов отверждаемого полимерного «рукава», изготовленного из синтетического войлока, пропитанного полиэфирной или эпоксидной смолой.

Последний метод реновации как наиболее перспективный и экономичный заслуживает осо-

бого внимания. Полимерный «рукав» состоит из одного или нескольких слоев полиэфирного фетра. Слои сшиваются в цилиндрический по форме «рукав». Внутренний слой выполняется из более плотного фетра и с целью улучшения гидравлических характеристик ламинируется специальным защитным покрытием. Главным преимуществом метода является практически полное сохранение сечения трубопровода, что наряду с понижением шероховатости трубы минимизирует потери пропускной способности.

Как уже говорилось выше, технология восстановления самотечных трубопроводов методом полимерного «рукава» применяется в Мосводоканале еще с начала 1990-х годов. Переход к распространению этого метода на напорные трубопроводы большого диаметра потребовал научного подхода и разработки технической документации, включившей вопросы комплексного прочностного расчета многослойных конструкций (например, сталь + полимерный «рукав»), а также определения гидравлических показателей полимерного «ру-

кава». Специалистами ГУП «МосводоканалНИИпроект», МГСУ, МГГУ и НИИ «Мосстрой» были сформулированы основные подходы к обеспечению несущей способности конструкции двухслойной трубы, использующие оценку технического состояния действующих стальных трубопроводов (наличия коррозии, абразивного износа), их окружения (грунтов, подземных вод), внутренней и внешней нагрузки, а также толщины полимерного «рукава».

Первые экспериментальные работы по применению полимерного «рукава» для реновации напорных канализационных сетей большого диаметра были проведены на одном из пораженных коррозией участков водоводов диаметром 1400 мм, построенных в 1983 г., от канализационной насосной станции «Черкизовская». Участок протяженностью 280 м, по данным обследования, имел значительный абразивный износ лотковой части, свищи и остаточную толщину стенок 6–8 мм. Протаскивание полимерного «рукава» производилось методом инверсии под действием давления столба воды, создаваемого специальной оснасткой. Отверждение (полимеризация) достигалось за счет прогрева воды до температуры 90 °С. По завершении полимеризации и остывания воды она удалялась. В результате отверждения пропиточной компози-

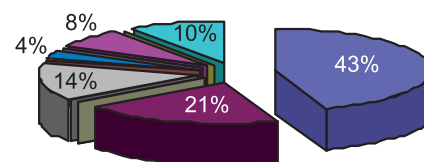


Рис. 6. Классификация причин повреждений напорных канализационных трубопроводов

■ свищи; ■ расчеканка растресковок; ■ разрыв шва; ■ повреждения строителями; ■ износ лотка трубы; ■ прочие

ции полимерный «рукав» приобретал прочность, необходимую для восприятия внешнего и внутреннего давления.

По результатам эксперимента, начиная с 2006 г., технология реновации напорных трубопроводов диаметром до 1400 мм методом полимерного «рукава» используется при проведении плановых и аварийно-восстановительных работ. Длина восстанавливаемых участков трубопровода может достигать 500 м.

Также в 2006 г. впервые не только в Москве, но и в Европе по аналогичной технологии была выполнена санация дюкера напорного стального трубопровода протяженностью 300 м и диаметром 1400 мм, проходящего от КНС «Саввинская» под р. Москвой.

В Москве эксплуатируется более 100 км дюкеров, которые в основном служат для транспортировки сточных вод под водными объектами города, оврагами и транспортными магистралями. Поддержание дюкеров в исправном техническом состоянии особенно важно для исключения загрязнения рек столицы и бесперебойного движения автотранспорта.

Одна из самых сложных трубопроводных связей расположена в северной части территории музея-заповедника «Коломенское», где проходят шесть ниток Юго-западного канала общей мощностью 1 млн. м³/сут, подводящих сточные воды к старейшим в городе Курьяновским очистным сооружениям. Переход через Москву-реку в этом месте выполнен в виде 16 стальных дюкеров (диаметр 1200–1400 мм), проложенных в разное время, начиная с 1940 и заканчивая 1983 г.

В соответствии с нормативными требованиями, срок службы стальных трубопрово-

дов составляет 20 лет. Фактически же система дюкерных переходов Юго-Западного канала находится в эксплуатации более 50 лет. В 2000 г. на шестой нитке дюкера, а в 2002 г. на четвертой и пятой нитках (1940–1941 годов строительства) произошло несколько аварийных ситуаций. Вывод из эксплуатации дюкерных переходов привел к ограничению пропускной способности всей системы Юго-Западного канала, особенно в периоды максимального водоотведения. Обследование поврежденных ниток дюкера показало, что причиной аварийных ситуаций явился абразивный износ лотковой части стальных трубопроводов с образованием сквозных продольных трещин длиной 500–1000 мм и шириной раскрытия 50–70 мм. Остаточная толщина стальных стенок в боковых и верхней частях трубопровода составила 6–9 мм.

По результатам рассмотрения нескольких вариантов восстановления работоспособности дюкерных переходов, учитывая близость расположения музея-заповедника «Коломенское», предпочтение было отдано бестраншейным методам ремонта, поскольку кроме всего прочего, они позволяли исключить перекрытие судоходного русла р. Москвы. Учитывая неудовлетворительное физическое состояние трубопровода, было решено применить метод протаскивания полиэтиленовых труб.

Первый этап этой работы был реализован в 2004 г. на нитке дюкера диаметром 1200 мм. Подлежавший реконструкции участок трубопровода работает в напорном режиме за счет разницы гидравлических отметок. Участок начинается на правом берегу р. Москвы, идет от верхней камеры дюкеров

Юго-Западного канала на территории музея «Коломенское», далее под судоходным руслом р. Москвы, и затем присоединяется к камере напорного бассейна-регулятора на левом берегу реки. Длина участка составляет 535 м. Дюкер имеет достаточно сложный профиль с углами опуска и подъема до 20°.

После прочистки дюкера специальными снарядами (рис. 7) была проведена его калибровка и измерение фактических углов поворота трубопровода, определяющих диаметр протаскиваемого трубопровода.

Строительство, по проекту, предусматривалось в два этапа. Первый этап – протаскивание с помощью тяговой лебедки с дизельным двигателем сваренной плети полиэтиленовых труб длиной 425 м из стартового котлована, расположенного на левом берегу Москвы-реки, до приемного котлована у верхней камеры дюкеров Юго-Западного канала. Второй этап – укладка плети полиэтиленовых труб длиной 110 м от стартового котлована до напорного бассейна-регулятора. Использовались полиэтиленовые трубы ПЭ-80 с наружным диаметром 1000 мм и толщиной стенки 47,7 мм.

Каждое сварное соединение подвергалось ультразвуковому контролю с выборочными испытаниями на разрыв в лаборатории ЗАО «Завод АНД Газтрубпласт». По завершении сварочных работ, согласно требованиям СНиП 2.04.03–85, 3.05.04–85 и СП-40-102-2000, были выполнены первичные гидравлические испытания трубопровода длиной 425 м при давлении 0,6 МПа. Утечек и падений давления зафиксировано не было.

В сентябре 2004 г. было выполнено протаскивание pilotного полиэтиленового трубо-



Рис. 7. Снаряд для прочистки дюкера

провода длиной 425 м (рис. 8). Для этого трубопровод был установлен на роликовые опоры и перемещался тяговой лебедкой при помощи стального троса.

При обследовании протянутого трубопровода было установлено, что повреждения в виде продольных царапин на его внешней поверхности находятся в пределах требований СП-40-102–2000. Обследование внутренней поверхности трубопровода телевизионной установкой, а также успешные гидравлические испытания подтвердили его целостность. Головной отрезок трубопровода был вырезан и прошел испытания в лабораторных условиях завода-изготовителя в соответствии с требованиями регламента. Межтрубное пространство между существующим дюкером и протянутым трубопроводом было забутовано цементно-песчаным раствором.

В октябре–ноябре 2004 г. аналогичным образом завершен второй этап работ по укладке плети полиэтиленовых труб от стартового котлована до напорного бассейна-регулятора. После окончания строительных работ и запуска в эксплуатацию

опытного участка дюкера Юго-западного канала было решено реконструировать данным методом всю систему дюкерных переходов Юго-западного канала.

В результате реновации рабочее сечение трубопровода уменьшилось с 1200 до 900 мм, вследствие чего его пропускная способность снизилась на 30–35%. Дефицит пропускной способности был устранен за счет строительства нового дюкерного перехода под р. Москвой длиной около 1,24 км. С этой целью методом щитовой проходки был проложен тоннель диаметром 4 м с устрой-

ством в нем железобетонной рубашки.

Серьезной проблемой эксплуатации напорных канализационных трубопроводов являются воздушные пробки, образующиеся в повышенных точках трассы трубопроводов в результате скопления выделяющейся из сточной воды газовой смеси, а также при заполнении опорожненных трубопроводов, если некоторый объем воздуха остался не вытесненным сточной водой (рис. 9). Образование воздушных пробок отрицательно сказывается на эксплуатации водоводов, поскольку:

появляется дополнительное гидравлическое сопротивление, увеличивающее потери напора и расход электроэнергии. При ограниченном напоре насосов это может снизить пропускную способность водоводов;

нарушается работа насосов, в отдельных случаях могут быть спровоцированы гидравлические удары и, как следствие, аварии с нарушением герметичности трубопроводов, а также повреждением запорно-регулирующей арматуры;

увеличивается время заполнения водоводов по окончании



Рис. 8. Протаскивание полиэтиленового трубопровода

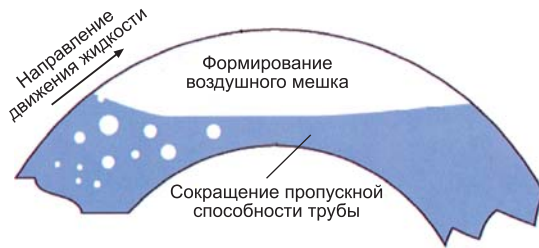


Рис. 9. Формирование воздушной пробки в трубопроводе

строительных или ремонтно-диагностических работ.

В некоторых случаях, наоборот, возникает необходимость выпуска воздуха в трубопровод, например, при образовании вакуума из-за повреждения трубопровода в пониженных его участках, при случайном закрытии задвижки в верхнем конце трубопровода, при разрыве потока перекачиваемой жидкости, при отключении электроэнергии и аварийной остановке насосного агрегата. Для обеспечения требуемых условий эксплуатации трубопроводы оборудуются воздушными клапанами — вантузами, действие которых заключается в удалении и впуске воздуха без участия обслуживающего персонала.

Исторически сложилось так, что на столичных канализационных напорных трубопроводах применялись шаровые вантузы производства завода «Водоприбор», которые получили широкое распространение на водопроводных сетях (рис. 10). В шаровых вантузах при отсутствии воздуха в трубопроводе вода поднимает и прижимает шар к отверстию втулки. При скоплении воздуха в верхней части вантуза шар опускается вместе с водой, отверстие втулки открывается, и воздух удаляется в атмосферу.

Однако при эксплуатации шаровых вантузов в системе водоотведения оказалось, что их конструкция не приспособлена для работы в контакте со

сточной жидкостью: клапаны засоряются, с течением времени нарушается герметичность вантузов, происходит излив сточной жидкости. При наполнении порожнего трубопровода сточной водой вытесняемый воздух усиливающимся потоком увлекает за собой шаровой поплавков и преждевременно закрывает клапан, оставляя в трубопроводе большое количество воздуха. Кроме того, шаровые вантузы оказались недолговечными вследствие нарушения герметичности шаровой поплавка, вызываемого усиленной коррозией и деформацией избыточным давлением внутри корпуса. В итоге эксплуатация шаровых вантузов в канализации была прекращена.

В последнее десятилетие из-за возрастающей стоимости энергоресурсов и повышения требований к надежности работы системы водоотведения, своевременное удаление воздуха из водоводов становится все более актуальным. Специалистами МГУП «Мосводоканал» изучен отечественный и зарубежный опыт применения вантузов различной конструкции. Внимание привлечено комбинированный вантуз, предназначенный специально для работы на сточной воде (рис. 11). Устройство сконструировано таким образом, что промежуточная воздушная прослойка изолирует механизм закрытия от соприкосновения со сточной водой. В результате обеспечивается его работа без протечек и засорений, увеличивается межремонтный период. Вантуз имеет два отверстия для выпуска и впуска воздуха. Расположенное в верхней части устройства отверстие площадью 12 мм² обеспечивает быстрое автоматическое высвобождение скопившегося

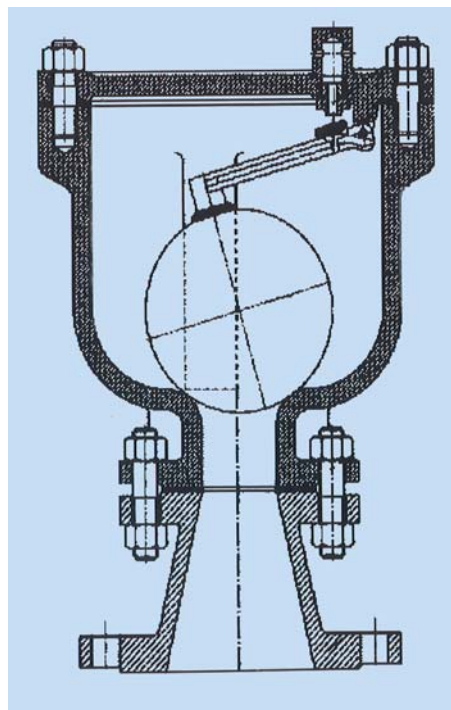


Рис. 10. Вантуз завода «Водоприбор»

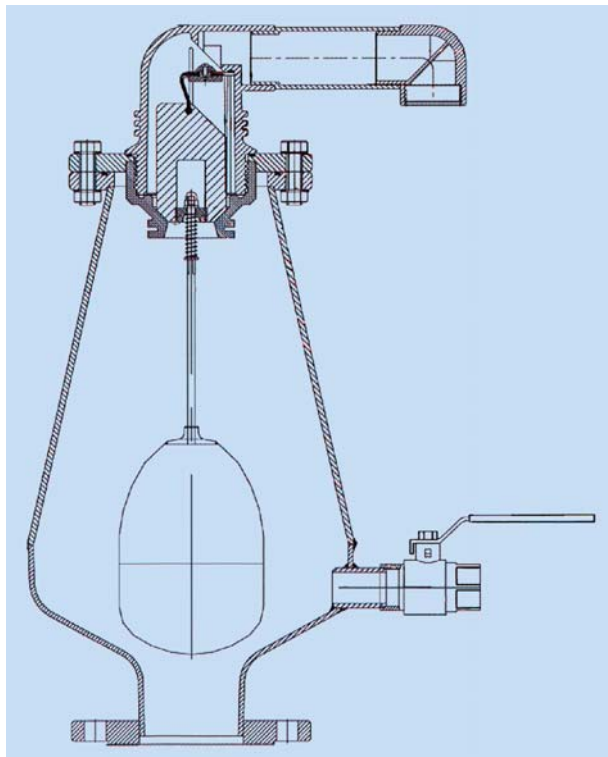


Рис. 11. Комбинированный вантуз для системы водоотведения

воздуха, а при падении давления — впуск воздуха. Имеющееся в широкой конической части вантуза отверстие с ручным краном позволяет осуществлять как прочистку, так и выпуск и впуск значительных объемов воздуха при опорожнении и заполнении трубопроводов.

Для повышения износостойкости при контакте со сточной жидкостью корпус вантуза имеет специальное внутреннее покрытие толщиной 250 мкм.

Конструкция комбинированного вантуза обладает существенными преимуществами по сравнению с шаровым вантузом:

меньшая металлоемкость и соответственно вес, благодаря чему облегчается монтаж на трубопроводах;

простота конструкции и обслуживания;

высокая антикоррозионная стойкость корпуса, поплавка и запорного клапана, изготов-

ленных из неметаллических материалов;

надежность в работе — гарантия до 10 лет до момента первого отказа, по заявлению производителей.

Для проверки работоспособности комбинированных вантузов в условиях московской канализации были проведены эксплуатационные испытания. На напорных водоводах № 1, 2, 3 от КНС «Саввинская» было установлено 9 вантузов, на напорных водоводах № 1, 2 от КНС «Тушинская» — 10 вантузов. Результаты испытаний показали надежную работу комбинированных вантузов в условиях напорной канализационной сети Москвы, обеспечивая полное удаление воздуха из трубопроводов. Комбинированные вантузы надежно работают по сей день, в результате их установки существенно снизилось гидравлическое сопротивление водоводов: например, на КНС «Тушинская» в среднем на 1,5 м вод. ст., что соста-

вило 5,3% величины рабочего давления. Это позволило снизить расход электроэнергии на 360 тыс. кВт·ч/год и получить 266 тыс. руб. экономии. При таких результатах срок полной окупаемости комбинированных вантузов составит 1,7 года.

При работе комбинированных вантузов выявились дополнительные положительные результаты:

значительное сокращение времени наполнения водоводов после их опорожнения, пуска насоса в работу, достижения номинальных параметров производительности;

устранение явления кавитации при пуске насоса.

После проведения успешных испытаний было принято решение о замене всех шаровых вантузов комбинированными (рис. 12). В период с 2002 г. по настоящее время на напорных канализационных трубопроводах МГУП «Мосводоканал» установлено 720 единиц этого оборудования. Оснащение напорных трубопроводов вантузами выполнено в полном необходимом объеме.

Крупномасштабное внедрение высокоэффективных комбинированных вантузов позволило снизить на оборудованных ими трубопроводах потребление электроэнергии на 3–5%.

В системе московской канализации работают 149 КНС (включая систему канализации Зеленограда), перекачивающих ежедневно до 5 млн. м³ сточных вод. Поэтому надежность электроснабжения играет решающую роль в обеспечении устойчивой работы всей системы.

Водоотводящая система города по своей структуре менее устойчива к нарушениям электроснабжения, чем система водоснабжения, так как имеет



Рис. 12. Общий вид комбинированного вантуза

не кольцевую, а древовидную структуру — практически без возможности дублирования функций. Кроме того, в отличие от системы водоснабжения, относительно устойчивой к остановке подачи воды, даже кратковременное прекращение работы канализационных насосных станций приводит к «подпору» в самотечных подводящих коллекторах с последующим развитием разлива сточных вод на поверхность.

Основные направления повышения надежности работы КНС, реализуемые в Мосводоканале:

1. Обеспечение потребителей с особо сложным непрерывным технологическим процессом электроснабжением первой категории надежности от двух независимых источников питания.

2. Использование погружных насосных агрегатов (в том числе по варианту сухой установки), сохраняющих работоспособность даже при затоплении машинного зала. Они применяются не только на малых и средних КНС при строи-

тельстве и реконструкции, но и для повышения надежности крупных станций. Так, на Люблинской КНС установлен погружной насос производительностью 900 м³/ч.

3. Установка мощных резервных автономных систем электроснабжения в ходе реконструкции КНС. Так, в 2008 г. установлена дизель-электростанция мощностью 1000 кВт на Братеевской КНС.

4. Переход на устройства быстрого действия автоматического ввода резервного питания (БАВР). Использование современной элементной базы и новых подходов в обработке сигналов обеспечивает более быструю, по сравнению с обычным АВР, реакцию на возникающие аварийные ситуации. За счет меньшего времени переключения с основного источника электроснабжения на резервный достигается устойчивая работа энергетического оборудования, не происходит аварийного отключения высоковольтных электродвигателей насосных агрегатов, что в свою очередь позволяет

избежать гидравлических ударов в сети. Применение БАВР уже принесло положительные результаты: так, например, только в августе 2008 г. на КНС, оснащенных БАВР, были зарегистрированы четыре случая падения напряжения, однако благодаря работе БАВР удалось избежать отключений оборудования.

5. Замена масляных выключателей вакуумными с установкой микропроцессорной релейной защиты. Преимущества вакуумных выключателей: высокий механический и коммутационный ресурс, пожаробезопасность, отсутствие необходимости технического обслуживания в течение всего срока службы, меньшее потребление электроэнергии, малые габариты и вес, обеспечение удобства и безопасности обслуживания.

6. Создание единых автоматизированных диспетчерских систем, предназначенных для дистанционного контроля и управления режимами работы электрооборудования.

Благодаря реализации программ поэтапной реконструкции за последние несколько лет удалось существенно обновить энергетическое хозяйство, повысить его надежность, оптимизировать режимы работы насосных станций и сократить общее энергопотребление.

Выводы

1. В Мосводоканале освоены современные методы, обеспечивающие эффективное решение всех основных задач по реконструкции самотечных и напорных трубопроводов канализации.

2. Реализуется комплексная программа реконструкции энергохозяйства с внедрением современных технологий и оборудования.