

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА Г. БРЕСТА

Введение. Формирование поверхностного стока на городской территории представляет собой сложный процесс, подверженный влиянию ряда факторов, к которым можно отнести: назначение и степень хозяйственного освоения территории, ее загрязненность, интенсивность и продолжительность осадков, интенсивность процесса весеннего снеготаяния, продолжительность предшествующего сухого периода, нормы расхода воды при мойке дорожных покрытий, приток грунтовых вод, постоянное и периодическое поступление производственных и, в некотором количестве, хозяйственно-бытовых и близких к ним по составу дождевых вод. Многообразие дождевых вод, режимов поступления и других факторов приводит к сложному и переменному их составу. Компоненты дождевых вод находятся в различных фазово-дисперсных состояниях. Расход воды изменяется в широких пределах от минимального, относительно постоянного до периодического максимального, который равен пропускной способности коллекторов.

Работоспособность ливневой канализации в большей мере зависит от надежной работы дождеприемников. Как правило, в условиях территории г. Бреста, происходит засорение дождеприемных устройств и коллекторов наносами; продуктами эрозии почвы, смываемыми с газонов и открытых грунтовых поверхностей; пылью; бытовым мусором; вымываемыми компонентами дорожных покрытий и строительных материалов, хранящихся на открытых складских площадках; нефтепродуктами, попадающими на поверхность водосбора в результате неисправностей автотранспорта и другой техники. Специфические загрязняющие компоненты выносятся поверхностным стоком с территорий промышленных зон или попадают в него из приземной атмосферы. В результате происходящих процессов происходит выключение дождеприемных устройств, коллекторов и дождевых насосных станций, хотя на их возведение затрачены значительные ресурсы. Поэтому необходимо обеспечивать надежную работу дождеприемных устройств, коллекторов и дождевых насосных станций, своевременно проводить санацию, обслуживание, промывку ливневых сетей.

Организация транспортировки поверхностных сточных вод.

Существующая сеть ливневой канализации г. Бреста не обеспечивает 100 % водосбор дождевых и талых вод. Опыт последних лет показал, что затопление территорий города происходит по причинам природного и техногенного характера: выпадение количества осадков, превышающих нормативные; отсутствие резервных мощностей КНС; засорение коллекторов, насосного оборудования листвой, различными ветошами. Проблемными в г. Бресте являются: ул. Советская, ул. Московская (район Центра молодежного творчества), микрорайон Граевка, где частично нет дождевой канализации, часть поверхностного стока отводится открытым способом (лотками, каналами). Поэтому, при проектировании мероприятий по управлению поверхностным стоком необходимо учитывать ряд особенностей города. Система ливневой канализации г. Бреста имеет 26 выпусков, большинство из которых сбрасывают сток непосредственно в р. Мухавец (только небольшой процент поверхностного стока подвергается очистке).

При проектировании сетей дождевой канализации следует обеспечивать преимущественно самотечный режим отведения дождевых вод. В отдельных случаях, обусловленных топографическими особенностями территории, возникает необходимость устройства насосных станций для перекачки поверхностных вод. Главной

особенностью при расчете насосных станций является, с одной стороны, требование обеспечения отведения дождевых стоков в режиме, не ухудшающем расчетный режим работы вышерасположенных участков канализационной сети (без увеличения частоты ее кратковременного переполнения), а с другой стороны, крайняя нерегулярность работы станций, обуславливающая повышенные требования к экономичности таких систем. Расчет насосных станций сводится к определению оптимального соотношения между максимальной (пиковой) производительностью насосов и величиной рабочего объема приемного резервуара насосной станции. При проектировании насосных станций перекачки поверхностных сточных вод следует учитывать крайнюю неравномерность и нерегулярность их работы, а также наличие длительных периодов простоя. Предпочтение следует отдавать наиболее простым и экономичным конструкциям, что обеспечивается за счет применения станций с насосными агрегатами погружного типа [1–3]. Для компенсации неравномерности поступления поверхностных стоков на станцию следует принимать не менее двух однотипных рабочих агрегатов с автоматической системой выравнивания их моточасов, применяя автоматическую ротацию насосных агрегатов. Для уменьшения размеров станции число рабочих агрегатов следует принимать не более трех с одним резервным агрегатом. В зависимости от величины расчетного расхода откачки на насосной станции могут устанавливаться один или несколько насосов. Нельзя считать целесообразным установку одного насоса большой производительности, особенно, если расчетный расход дождевого стока принят с большим периодом однократного превышения. При обычных дождях в этом случае насос будет включаться на очень небольшой период времени. Следует заметить, что пятиминутная производительность самого крупного из устанавливаемых на станции насосов должна быть не более полезной емкости приемного резервуара. Перекачка дождевых вод, как правило, требует установок насосов сравнительно большой производительности с малым напором. В этих условиях целесообразны осевые (пропеллерные) насосы, которые имеют меньшие габариты, чем обычные центробежные, и допускают регулировку производительности до 1,5 раз. Осевые насосы требуют довольно значительного отрицательного вакуума и должны располагаться на 1–4 м ниже уровня воды в резервуаре. При необходимости большей высоты подъема применяются центробежные канализационные насосы. Установка насосов для перекачки дождевых вод производится под залив.

Основные преимущества погружных насосов:

1. Погружное исполнение электронасоса исключает воздействие вредных факторов (шум, вибрация, выделение тепла и т. д.) на человека.
2. Моноблочная конструкция электронасоса с коротким вылетом вала исключает его прогиб. Благодаря этому существенно увеличивается срок службы уплотнений и подшипников, снижается вибрация и обеспечивается плавная работа.
3. Электродвигатель погружных насосов специального исполнения, герметизированный встроенного типа, степень защиты IP68, асинхронный, трёхфазный с короткозамкнутым ротором и перематываемым статором, оснащённый встроенными в обмотки термодатчиками (обычно используются биметаллы «Кликсон» либо «Термик»), с классом изоляции обмоток статора «F» или «H», позволяющим работу до 145 и 180 °С соответственно.

Яловая Наталья Петровна, к.т.н., доцент, директор института повышения квалификации и переподготовки кадров Брестского государственного технического университета.

Корнейчик Алексей Николаевич, магистрант кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

4. Надёжная система влагозащиты (герметичность) двигателя погружных насосов обеспечивается за счёт:

а) комплекта подвижных уплотнений, обеспечивающих двойную герметизацию по валу со стороны гидравлической части двумя торцевыми уплотнениями;

б) пары трения торцевого уплотнения, установленного в проточной части насосов, изготовлены из карбида кремния, обладающего повышенной стойкостью к абразивному износу и коррозии, или карбида вольфрама.

в) масляной камеры, обеспечивающей дополнительную преграду на пути проникновения влаги с осуществлением смазки подвижных уплотнений и отвода части тепла от двигателя и подшипников;

г) контроля наличия влаги в масляной камере и отключения электродвигателя по сигналу датчика влаги в случае проникновения жидкости в масляную камеру;

д) контроля сопротивления изоляции обмоток электродвигателя относительно корпуса с подачей команды запрета включения электродвигателя в случае понижения его величины ниже заданного уровня;

е) комплекта неподвижных уплотнений, состоящих из резиновых колец круглого сечения, обеспечивающих надёжную герметичность всех стыков электронасоса и резиновое уплотнение специальной формы, обеспечивающее герметизацию наружной изоляции кабеля. Выше перечисленные уплотнения изготовлены из бензомаслостойких марок резины, фторкаучуков и нитрильного каучука.

5. Охлаждение двигателя осуществляется окружающей жидкостью или при помощи рубашки охлаждения с принудительно циркулирующим хладагентом вокруг корпуса статора.

6. Оптимальная конструкция узлов подшипников: верхний узел воспринимает радиальные нагрузки, нижний узел воспринимает как радиальные, так и осевые. Не требуется обслуживание в течение всего срока службы подшипников.

7. Опускное устройство (автоматическая трубная муфта) служит для механизации стыковки и отсоединения насоса от напорного трубопровода с автоматической центровкой и уплотнением напорного патрубка насоса и нагнетательного патрубка опускного устройства посредством перемещения насоса в вертикальном направлении вдоль направляющих до сцепления опорного соединителя с нагнетательным патрубком, что существенно сокращает расходы на обслуживание насоса.

В настоящее время Республика Беларусь пока не производит погружные насосы или их аналоги. Поэтому все дождевые насосные станции комплектуются погружными насосами зарубежного производства.

Конструкция проточной части насосных агрегатов должна обеспечивать прохождение твёрдых частиц максимального размера (чем больше свободный шаровый проход рабочего колеса насосного агрегата, тем меньше вероятность того, что насос забьётся во время эксплуатации различным мусором (листья, ветоши, бумага)). Всеми вышеперечисленными условиями обладают насосы с винтовым рабочим колесом марки Hidrostral [4]. Единственная лопасть направляет твёрдые вещества по оси крыльчатки в однопоточный канал без риска возврата. Форма впускного отверстия обеспечивает эффект подачи под давлением. Особая форма шнека создает эффект нагнетания при высокой вязкости, что позволяет работать с вязкими веществами и достигать высокой скорости вращения. Это обеспечивает существенную экономию энергии. Насос с винтовым рабочим колесом надёжно защищен от засоров даже при перекачке жидкостей с содержанием твёрдых включений и длинноволоконистых материалов, обладает свободным шаровым проходом не менее 50 мм, благодаря большой электрической мощности работа насоса не зависит от уровня воды и глубины емкости.

Из-за неравномерности поступления дождевых вод на насосную станцию для удобства ее эксплуатации необходимо устраивать приемный резервуар большой емкости. Минимальная его емкость должна соответствовать пятиминутному максимальному притоку. Нормативная работа насосных станций обеспечивается заблаговременным предупреждением о подходе больших расходов дождевого стока. Для этого в коллекторе на расстоянии около 0,5 км от насосной станции устанавливаются телеуровнемеры, подающие сигналы о приближении волны дождевого стока или даже автоматически включающие двигатели

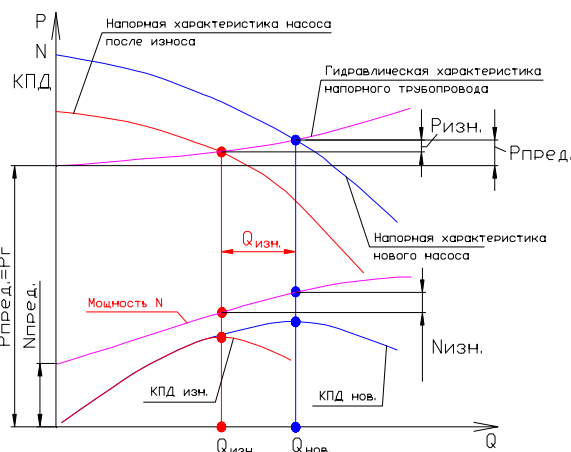
насосов. При подобных устройствах емкость приемного резервуара может быть уменьшена, если это не противоречит требованию снижения суммарной производительности насосов.

Влияние износа на рабочие характеристики погружного насосного оборудования. При выборе насосов должны учитываться следующие условия: надёжность работы, выполнение заданных параметров, затраты на обслуживание. Насосы и их части подвергаются износу. Степень износа может отличаться в зависимости от рабочих параметров (температуры, давления, частоты вращения) условий монтажа и эксплуатации и приводить к тому, что упомянутые изделия и их части, включая элементы электрики/электроники, выходят из строя в разное время. К быстроизнашивающимся деталям относятся все вращающиеся или динамически нагруженные элементы конструкции, включая находящиеся под напряжением электронные компоненты, в частности:

- уплотнение (включая скользящее торцевое уплотнение), уплотнительное кольцо;
- подшипники и вал;
- рабочее колесо и насосная часть (гидравлика);
- вращающееся и разделительное кольцо;
- разделительное кольцо/кольцо щелевого уплотнения;
- реле, контактор, выключатель;
- электронный блок, полупроводниковые элементы и т. д.

Наличие взвешенных наносов, абразива (песка) в дождевой воде, перекачиваемой насосом, вызывает абразивное разрушение его рабочих органов. Интенсивность этого вида разрушения определяется концентрацией наносов, их гранулометрическим и минералогическим составом, формой частиц, длительностью воздействия взвешенного потока на детали насоса и материалом, из которого эти детали изготовлены. При воздействии наносов общий износ насосов, как правило, увеличивается. Техно-экономические последствия износа насосов вследствие истирания взвешенными наносами проявляются двояко. Во-первых, это ухудшение энергетических характеристик насосов (снижение напора и КПД) и связанное с этим увеличение потребляемой электроэнергии. Если при этом принять во внимание, что стоимость электроэнергии для насосных станций достигает 90 % общих эксплуатационных расходов, то становится понятным, что поддержание высокого КПД оборудования имеет решающее значение для экономичности работы насосных станций.

Во-вторых, это значительные затраты труда и материалов на ремонтные работы по устранению последствий износа деталей проточной части насосов (рис. 1).



P – давление; N – мощность; Q – подача; P_g – величина геометрического давления; $P_{изн.}$ – снижение давления в процессе износа насоса; $P_{пред.}$ – предельное давление, при котором прекращается подача насоса; $\Delta N_{пред.}$ – предельное снижение напора, при котором прекращается подача насоса вследствие износа; $Q_{изн.}$ – снижение подачи в процессе износа насоса; $N_{изн.}$ – потери мощности в процессе износа насоса

Рисунок 1 – Влияние износа на рабочие характеристики насоса

Общие дополнительные затраты средств получаются столь большими, что приобретают самостоятельное технико-экономическое значение. Ряд экспериментальных исследований и опыт эксплуатации насосов различных типов позволяет с определенной степенью точности установить наиболее характерные элементы проточной части насосов, подверженные абразивному разрушению и абразивному износу. Рабочим органом центробежных насосов, подверженным наиболее сильному износу, является рабочее колесо. Отводы центробежных насосов подвержены лишь абразивному износу, при этом максимальная интенсивность износа наблюдается в зоне так называемого расчетного сечения (в местах сопряжения спиральной части и напорного патрубка). Особую группу составляют детали, изнашивающиеся в результате движения взвешенной воды из напорной полости в область с меньшим давлением, уплотнения, подшипники и т. д. Наиболее сильному разрушению подвержены внутренние поверхности камер рабочих колес. Интенсивность износа элементов проточной части насосов вследствие абразивного износа оборудования в большинстве случаев является сложной задачей, для обоснованного решения которой в начальный период эксплуатации насосной станции на основе анализа конкретных условий должны быть проведены следующие мероприятия:

- найден режимы работы насосов, удовлетворяющие максимальной экономичности работы станции в целом и исключающие вообще или ослабляющие интенсивность абразивного разрушения деталей;
- выявлены режимы работы, при которых наиболее возможно абразивное разрушение оборудования;
- определена экономически оправданная продолжительность межремонтного периода эксплуатации с учетом изменения энергетических характеристик оборудования вследствие износа и стоимости капитально-восстановительного ремонта.

Если интенсивность абразивного разрушения, как это установлено многочисленными исследованиями, находится в прямой степенной зависимости от скорости потока, то экономичность и надежность работы насосных станций во многом зависят от выбора режимов эксплуатации их оборудования.

Многочисленные научно-исследовательские работы, проведенные в лабораториях и натуральных условиях, а также обширный опыт отечественного и зарубежного гидромашиностроения указывают на возможность существенного повышения износостойкости насосов путем изготовления их деталей из материалов, способных противостоять абразивному воздействию наносов (песка).

В силу своей экономичности наибольшее распространение в насосостроении получили чугун и углеродистые нелегированные стали. Однако их износостойкость невелика. В условиях содержания большого количества абразива хорошо зарекомендовал себя сплав высокопрочной нержавеющей стали V4 (хром-никель-молибденовая сталь) и хромистый чугун. Благодаря этому, а также вследствие своей высокой антикоррозионности они применяются при изготовлении деталей центробежных насосов, рабочих колес (высоколегированная нержавеющая сталь), всасывающего и напорного конусов (хромистый чугун). Однако себестоимость таких материалов достаточно велика. Если сравнивать с высокопрочным чугуном ВЧ60, стоимость отличается более чем в 3 раза, поэтому следует выбирать между небольшой стоимостью оборудования либо качественной бесперебойной работой насосного агрегата. Помимо применения износостойких материалов можно применять особую конструкцию гидравлики насоса, которая обладает способностью регулировки зазора рабочего колеса. Регулировка зазора рабочего колеса позволяет поддерживать высокий КПД насоса в течение всего срока службы. Мы считаем, что для увеличения срока службы насосных агрегатов и снижения в будущем затрат на эксплуатацию, необходимо использовать для их конструкций износостойкие материалы совместно с регулировкой зазора рабочего колеса.

Применение технологии самоочистки шахты дождевой насосной станции. При выборе оптимального соотношения между максимальной расчетной производительностью насосов и величиной рабочего объема резервуара насосной станции следует учитывать, что в насосных станциях с большим объемом резервуара происходит (особенно в периоды малоинтенсивного притока сточных вод) отстаивание и накопление оседающих и всплывающих загрязнений. В этом случае следует предусматривать технические средства для периодической очистки резервуара либо использовать насосное

оборудование с системой автоматического взрыхления или размыва осадка (применять взмучивающие клапана) или использовать специальную самоочищающуюся конструкцию днища насосных станций (Self-Clean, разработанную компанией Hidrostal).

Оптимальным решением по удалению осадка и мусора из приемного резервуара дождевой насосной станции, не требующие дополнительных затрат на дальнейшее обслуживание, является технология самоочистки Self-Clean насосной станции (рис. 2). Данный метод позволяет в значительной мере опустошить колодец и удалить образующиеся плавающие слои осадка, а также вероятность образования неприятного запаха в процессе гниения осадка из шахты значительно снижается или полностью прекращается.

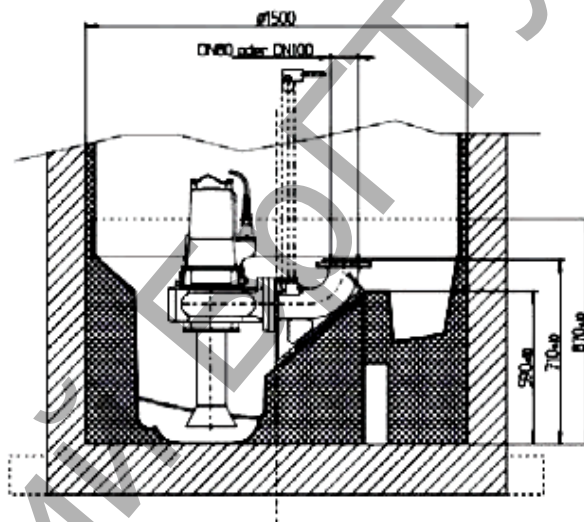
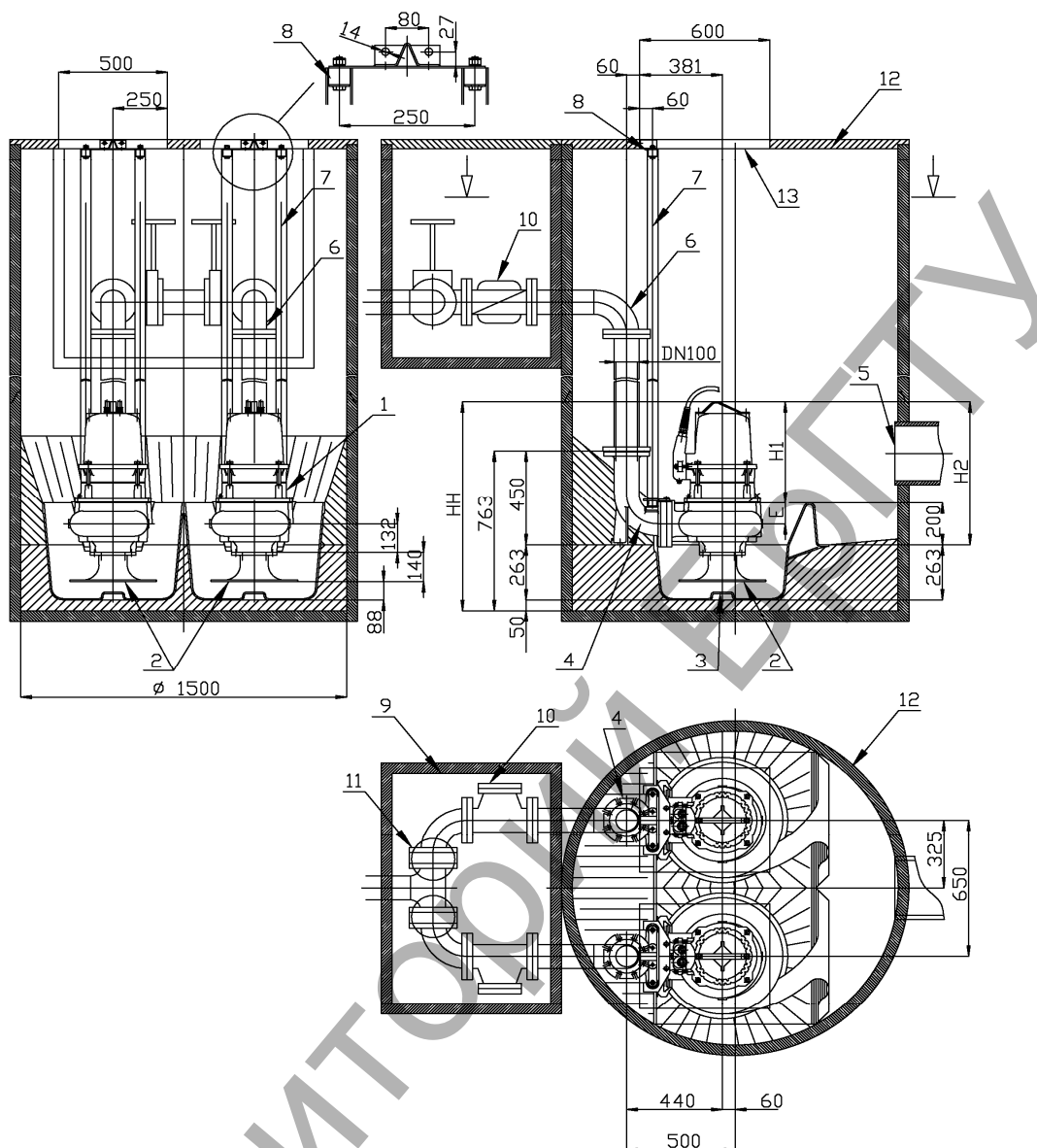


Рисунок 2 – Насосная станция с технологией Self-Clean в разрезе

В основе принципа работы технологии Self-Clean является использование специального резервуара-вставки Self-Clean. Данная технология препятствует скоплению большого количества дождевых вод в отстойнике после работы насоса. При данной технологии предотвращается образование плавающих слоев. Это достигается за счет специальной конструкции зумпфа насоса. Вставка Self-Clean, выполненная полностью из армированного стекловолокном пластика, разработана компанией Hidrostal (Швейцария) в течение многих лет исследовательской работы. По специально сконструированным входным каналам к зумпфу насоса дождевые воды настолько ускоряются в нижней части шахты, что отложения не могут образоваться на гладкой поверхности стеклопластика на дне колодца. В самом зумпфе дождевые воды приводятся во вращение, которое предотвращает отложения в нем. Из-за низкого уровня остаточной воды в резервуаре насосной станции постоянно удаляются все твердые вещества. На внутренней стороне поверхность стеклопластика очень гладкая. Это в значительной степени предотвращает накопление грязи и осадков. Поверхность из стеклопластика устойчива также к химической коррозии, возникающей в результате поступления дождевых вод, содержащих различные загрязнения, в том числе и химические. Благодаря этому увеличивается срок службы насосной станции, а расходы для ее очистки будут незначительными (минимальными). Вставки Self-Clean (самоочистка) имеют наружный диаметр от 1500 мм и более (рис. 3).



Рисунок 3 – Вставка Self-Clean



1 – погружной насос марки Hidrostal; 2 – расширительная воронка; 3 – зумпф; 4 – автоматическая трубная муфта DN100/100 мм; 5 – подводный коллектор; 6 – напорный трубопровод DN100 мм; 7 – трубы направляющие DN48,3 мм; 8 – кронштейн для крепления направляющих труб; 9 – камера переключения; 10 – клапан обратный шаровый DN100 мм; 11 – задвижка DN100 мм; 12 – шахта насосной станции; 13 – монтажный проём

Рисунок 4 – План и разрез насосной станции с технологией Self-Clean

Технология Self-Clean может быть успешно применена как при строительстве новых насосных станций, так и при реконструкции уже существующих. Вставка Self-Clean используется только с погружными насосами (рис. 4).

При эксплуатации погружных насосов всегда остаётся определённый объём жидкости в резервуаре КНС, который характеризуется минимальной высотой отключения насоса. В этом остаточном объёме вместе с жидкостью накапливаются взвешенные вещества (осадок) и мусор. Ввиду периодичности работы дождевых насосных станций осадок, образующийся в приёмном резервуаре насосной станции, может загнить, при этом появляется неприятный запах. Всего этого можно избежать, используя технологию Self-Clean. Главным образом, задача технологии Self-Clean – уменьшить остаточный объём резервуара насосной станции, а, следовательно, и минимальную высоту отключения насоса.

Высота отключения определяется на стадии проектирования и должна находиться как можно ниже, так как скорость потока к концу рабочего цикла увеличивается. Ограничениями для уровня отключения

является минимально допустимый уровень для охлаждения двигателя или уровень, при котором насос начинает подсасывать воздух.

Минимальная высота отключения насосов определяется по формуле 1:

$$h_{\min} = 1,1 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}, \text{ м} \quad (1)$$

где v – скорость во всасывающем патрубке насоса, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

Скорость во всасывающем патрубке определяется (2):

$$v = \frac{1273,24 \cdot Q}{d^2}, \text{ м/с} \quad (2)$$

где Q – расход насоса, л/с;

d – диаметр всасывающего патрубка, мм.

Расчет расхода определяется по формуле 3:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{S \cdot h}{t} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot h}{4 \cdot t}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3)$$

где V – рабочий объём приёмного резервуара насосной станции, м³;
 S – площадь приёмного резервуара насосной станции, м;
 h – высота рабочей части приёмного резервуара насосной станции, м;
 D – диаметр приёмного резервуара насосной станции, м;
 t – время работы насосного агрегата, сек.

Сравнение работы дождевых насосных станций без применения технологии Self-Clean и с ее применением приведено ниже. Мы определили, насколько уменьшится остаточный объём приёмного резервуара насосной станции.

1 Вариант сравнения. Дождевая насосная станция с обыкновенным плоским дном на примере погружных насосных агрегатов Hidrostat. Расход дождевых вод $Q=21$ л/с, давление $P=0,088$ Мпа ($H=9$ м).

По расходу и напору подбираем погружной насосный агрегат C0CQ-RL-3,5 кВт. У данного насоса всасывающий патрубок DN=100 мм. Исходя из этого, рассчитываем скорость во всасывающем патрубке:

$$v = \frac{1273,24 \cdot 21}{100^2} = 2,674 \text{ м/с.}$$

Определим минимальную высоту отключения насоса:

$$h_{\min} = 1,1 \cdot \frac{2,674^2}{2 \cdot 9,81} = 0,401 \text{ м} = 40,1 \text{ см.}$$

2 Вариант сравнения. Дождевая насосная станция с теми же исходными данными, но с применением технологии Self-Clean. Скорость во всасывающем патрубке составляет:

$$v = \frac{1273,24 \cdot 21}{150^2} = 1,188 \text{ м/с.}$$

Диаметр всасывающего патрубка принимаем DN=150 мм, т. к. на всасывающей патрубке насоса устанавливается специальная расширительная воронка. Для данного насоса воронка устанавливается с диаметром входного отверстия 150 мм.

Минимальная высота отключения насоса составит:

$$h_{\min} = 1,1 \cdot \frac{1,188^2}{2 \cdot 9,81} = 0,072 \text{ м} = 7,193 \text{ см.}$$

Сравнение вариантов показало, что минимальная высота отключения насоса в первом случае значительно выше (в 5,575 раза), чем во втором. Из этого следует, что и остаточный объём в первом случае будет значительно выше. Также в самом зумпфе дождевые воды приводятся во вращение, которое предотвращает отложения в нём. Из-за низкого уровня остаточной воды в резервуаре насосной станции постоянно удаляется вся жидкость и все твердые вещества. Применение технологии Self-Clean позволит значительно сократить затраты на обслуживание насосных станций и уменьшить регулирующий объём, тем самым сокращая затраты на строительство.

Данный пример рассмотрен для погружного насоса с рубашкой охлаждения, в котором минимальная высота отключения насоса не влияет на охлаждение двигателя. Применяя погружные насосы без рубашки охлаждения, необходимо учитывать, какое время двигатель насоса может работать, не находясь в жидкости. В зависимости от фирмы производителя и величины двигателя это время может варьироваться от 5 до 20 минут.

Для того чтобы оградить насосы от попадания в них крупных плавающих предметов, которые могут приноситься потоками дождевой воды, перед сливом в приемный резервуар согласно ТКП устанавливаются решетки (корзины). Ширина прозоров решетки не должна превышать значение условного шарового прохода насосов, используемых для перекачки поверхностных сточных вод. Решетки принимаются с прозорами не более 50 мм (прозор решетки зависит от насосов, установленных в насосной станции). Решетки требуют постоянного надзора. Обследование и обслуживание дождевых насосных станций обычно производится два раза в год перед весенним паводком и в летний период. На обслуживание одной насосной станции в среднем тратится за год до 7,0 млн бел. рублей. Эта сумма включает затраты на удаление мусора из корзины (решетки), плановый осмотр насосов, при необходимости, затраты на опорожнение шахты насосной станции специальными техническими средствами, очистку дна приёмного резервуара.

Заключение. На основании изложенного можно сделать следующее заключение: применяя технологию Self-Clean совместно с погружными насосами и винтовым рабочим колесом, можно сократить затраты на обслуживание насосной станции до 85 %. Оставшиеся 15 % будут составлять затраты на плановый осмотр насосов и очистку корзины. Применяя насосы с большими шаровыми проходами (насосы с винтовым рабочим колесом марки Hidrostat), можно устанавливать решётку с большими прозорами и тем самым сократить затраты на обслуживание решётки. При стоимости технологии Self-Clean примерно 30,0 млн бел. рублей ее окупаемость составляет порядка пяти лет. Поэтому, учитывая, что эксплуатация насосных станций составляет 20–30 лет и более, применяя технологию Self-Clean, можно существенно сэкономить.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Системы дождевой канализации. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-57-2012 (02250).
2. Системы наружной канализации. Сети и сооружения на них. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-56-2012 (02250).
3. Системы канализации населённых пунктов. Основные положения и общие требования. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-53-2012 (02250).

Материал поступил в редакцию 05.01.2016

YALOVAYA N.P., KORNEICHUK A.N. Development of an effective system for the drainage of surface runoff of the city of Brest

The technology Self-Clean in conjunction with submersible pumps and screw impeller will reduce the maintenance costs of the pumping station treatment of surface runoff by up to 85 %.

УДК 534.142

Северянин В.С., Новосельцева Д.В.

ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВОК СО СЛОЕВЫМ ПУЛЬСИРУЮЩИМ ГОРЕНИЕМ ДЛЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ «ДУРНОПАХНУЩИХ» ВЕЩЕСТВ ГАЗООБРАЗНЫХ ВЫБРОСОВ

Введение. Установки со слоевым пульсирующим горением рекомендуется применять для обезвреживания «дурнопахнущих»

веществ газообразных выбросов предприятий:

- коммунального хозяйства: городских очистных сооружений, систем

Северянин Виталий Степанович, д.т.н., профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Брестского государственного технического университета.

Новосельцева Дина Владимировна, к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.