

Диаметр условного свободного прохода не определяет стойкость насосов к засорению

Диаметр условного свободного прохода насосов сточных вод часто используют для определения сопротивления засорению, несмотря на то, что все полученные данные показывают неприемлемость такого измерения. Засор является критическим и крайне нежелательным аспектом эксплуатации насосов сточных вод, приводящим к повышенным эксплуатационным издержкам и аварийным вызовам от конечного пользователя. Засоры резко снижают производительность насоса и приводят к его аварийным остановам.

Требованием номер один к насосу сточных вод является его способность перекачивать сточные воды без засоров. Этот аналитический доклад призван охарактеризовать важное значение конструкции всасывающей линии насоса, для обеспечения работы без засоров. Также данная работа устанавливает, насколько дезориентирующим параметром является диаметр условного свободного прохода насоса в отношении определения стойкости к засорению.

Историческая ретроспектива

Традиционное понятие диаметра условного свободного прохода связано со свободным протеканием среды через рабочее колесо насоса. Диаметр прохода определяется размером самого крупного твердого сферического тела, способного пройти через насос. Это понятие достаточно старо и относится еще к 1915 году, когда затраты на энергию еще не приобрели столь важного значения. Производители насосов интуитивно верили, что засоров можно избежать при диаметре внутреннего прохода равном или большем, чем размеры отходов, способных попасть в систему канализации того времени.

Производители насосов также верили, что отходы будут проходить через насос так же свободно, как через трубы. Такое конструктивное решение называлось конструкцией с большим или максимизированным размером сквозного прохода. Предполагалось, что больший диаметр прохода сможет повысить надежность и уменьшить количество незапланированных аварийных вызовов. Такие гидравлические конструкции в данной работе считаются традиционными.

Последние десятилетия исследований и разработок, а также опыт эксплуатации сотен тысяч насосных агрегатов доказали, что упрощенная логика, основанная на диаметре сквозного прохода, является неправильной и вводящей в заблуждение, но до сих пор широко распространена в снабженческих спецификациях по насосам сточных вод.

Как производители насосов добиваются увеличения диаметра прохода?

Самым узким местом в насосе является проход через рабочее колесо.

Существуют два основных типа рабочих колес, допускающих увеличение диаметра условного свободного прохода:

1. Канальные рабочие колеса (открытого или закрытого типа, предназначенные, в основном, для небольших насосов)
2. Вихревые рабочие колеса (также известные как скрытые или рабочие колеса с вихревым потоком)



Рисунок 1: Пример канального рабочего колеса



Рисунок 2: Пример вихревого рабочего колеса

Эти конструкции имеют следующие недостатки:

Канальное рабочее колесо:

- Относительно низкая производительность (может быть повышена за счет увеличения количества лопастей)
- Значительные радиальные усилия при вращении (приводят к высоким нагрузкам на вал и подшипники, к повышенной вибрации и шуму)
- Сложность балансировки (рабочее колесо во время эксплуатации заполняется водой)
- Регулировка рабочего колеса вызывает дополнительный дисбаланс

Вихревое рабочее колесо:

- Очень низкая производительность

Современные сточные воды

Исследования и изучение сточных вод показывают, что в настоящее время в них редко содержатся твердые, прочные, округлые предметы, размеры которых столь же велики, как внутренний диаметр трубопровода. Действительно, твердые и прочные предметы, такие как камень, кирпич или металл, встречаются редко, и не часто доходят до насоса, поскольку застревают на ровной горизонтальной поверхности, где жидкость застаивается или скорость переноса мала. Гораздо чаще твердые предметы, встречающиеся в муниципальной канализации, являются органическими и состоят из жгутов волос и волокнистых материалов.

Сточные воды в наше время содержат большее количество синтетических материалов и искусственных волокон, чем ранее. Причиной тому является использование разнообразных средств гигиены, таких как туалетная бумага, одноразовые салфетки и полотенца. Эти средства следует выбрасывать в мусорные корзины или компостные ямы, но многие потребители смывают их в унитаз, тем самым добавляя синтетические волокна в поток сточных вод.



Рисунок 3

График на рисунке 3 представляет собой экспертную оценку и отображает вероятность нахождения в сточных водах различных типов объектов. Слева показаны твердые округлые предметы (камень, гравий, песок, щебенка, ил и др.), а справа — включения различных размеров и форм, от округлых до очень объемных и длинных. Кривая распространения показывает, что существует лишь очень малая вероятность нахождения больших твердых предметов по сравнению с малыми твердыми частицами и разными — малыми и большими, мягкими и волокнистыми — органическими объектами.

Что происходит с традиционной гидравлической частью насоса

Волокнистые включения имеют тенденцию к застреванию в традиционных рабочих колесах, даже если диаметр условного свободного прохода превосходит их размеры.

Как показано ниже, проблемной точкой является направляющая кромка лопасти рабочего колеса. Все типы традиционных рабочих колес имеют от одной до нескольких направляющих кромок.



Рисунок 4: Налипание загрязнений на канальном рабочем колесе



Рисунок 5: Налипание загрязнений на канальном рабочем колесе



Рисунок 6: Налипание загрязнений на вихревом рабочем колесе



Рисунок 7: Налипание загрязнений на вихревом рабочем колесе

Мягкие, твердые и волокнистые включения с перекачиваемыми стоками постоянно поступают в насос; некоторые из них наталкиваются на направляющую кромку лопастей рабочего колеса. Волокна имеют тенденцию к налипанию на кромку, они откладываются внахлест по обеим сторонам лопасти. На прямых и умеренно изогнутых направляющих кромках лопастей эти отложения не срываются потоком, а вместо этого продолжают накапливаться. Эти накопления постепенно будут создавать большие комки и связки относительно твердых органических материалов. По мере того как эти объекты накапливаются в рабочем колесе традиционной конструкции, вероятным становится следующее:

1. Расход потока, проходящего через насос, уменьшается по мере того, как сквозной проход для жидкости начинает ограничиваться осевшими загрязнениями. Это обычно ведет к снижению производительности. Такое явление называется мягким или частичным засором, поскольку насос продолжает работать. Однако перекачивание одного и того же объема жидкости займет большее время при работе с загрязненным рабочим колесом в сравнении с чистым.
2. Потребляемая мощность увеличивается по мере того, как загрязнения накапливаются в улитке насоса и создают сопротивление потоку. Сопротивление приводит к снижению производительности и риску останова электродвигателя насоса по перегрузке. Отложения действуют как сопротивление потоку, увеличивающее потребляемую мощность. Когда рабочий ток превысит ток срабатывания автомата отключения, насос будет выключен по причине сильного засора.

При пониженной производительности насоса увеличиваются эксплуатационные расходы для конечного пользователя, поскольку насос должен работать дольше, чтобы справиться с притоком. Перегрузка электродвигателя насоса или его останов также увеличат затраты потребителя, поскольку потребуют вызова на насосную станцию специалиста по техобслуживанию для чистки и перезапуска насоса.

Что касается насосов, работающих с перерывами, промывка обратным потоком должна производиться естественным образом при каждом выключении насоса. Это очищает направляющие кромки рабочего колеса и смывает отложения через всасывающий патрубок насоса обратно в приемок. Эффект вымывания загрязнений возникает как в системах с запорными клапанами, так и без них.

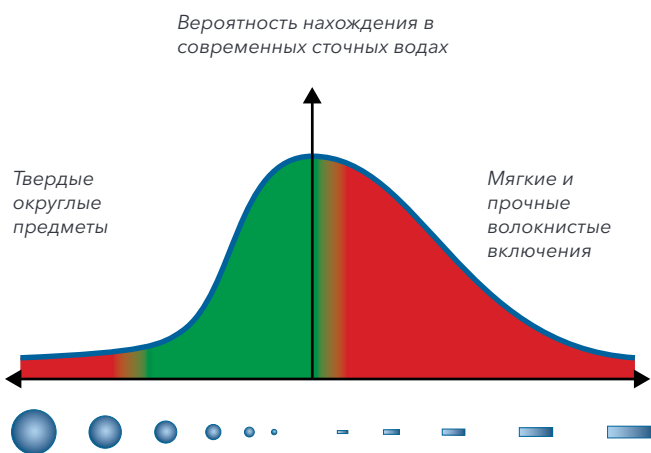


Рисунок 8

На рисунке 8 показаны типы твердых включений, которые могут проходить через традиционное рабочее колесо с большим диаметром условного свободного прохода. Зеленая область указывает объекты с высокой вероятностью прохождения через насос. Красная область указывает на повышенную вероятность засорения.

Некоторые конструкторы гидросистем утверждают, что вихревые рабочие колеса являются самоочищающимися, поскольку после обратной промывки они освобождаются от отложений. На практике дело обстоит совсем не так. Даже если обратная промывка освобождает рабочее колесо от волокнистых загрязнений, они снова возвращаются во время эксплуатации в штатном режиме, что приводит к значительному снижению производительности и увеличению затрат на электроэнергию.

Современные конструкции гидравлической части насоса

В наше время существуют лучшие и более совершенные конструкции гидравлической части насоса, позволяющие повысить засороустойчивость насосов сточных вод и обеспечить их длительную эффективную эксплуатацию. Современные самоочищающиеся конструкции со стреловидным дизайном направляющих кромок лопастей и разгрузочной канавкой стали проверенным решением большинства проблем засорения.



Рисунок 9: Современная самоочищающаяся гидравлическая часть насоса

Стандартный тест на засорение был разработан компанией Flygt в конце 1990-х годов и используется для испытаний многих существующих типов рабочих колес, а также для проверки инновационных конструкций. Разработки, продолжающиеся уже более 15 лет, привели к созданию усовершенствованных насосов для сточных вод, которые значительно превосходят все традиционные конструкции насосов.

Накопленные компанией знания, полученные из базы данных об огромном количестве установленных насосов сточных вод были использованы для разработки самоочищающихся рабочих колес, эффективных для всех рабочих режимов, в том числе и с пониженной скоростью вращения рабочего колеса насоса. Функция перекачивания жидкости отделена от функции перемещения твердых объектов. Эта самоочищающаяся гидравлическая конструкция не накапливает типичные загрязняющие включения, присутствующие в современных сточных водах.

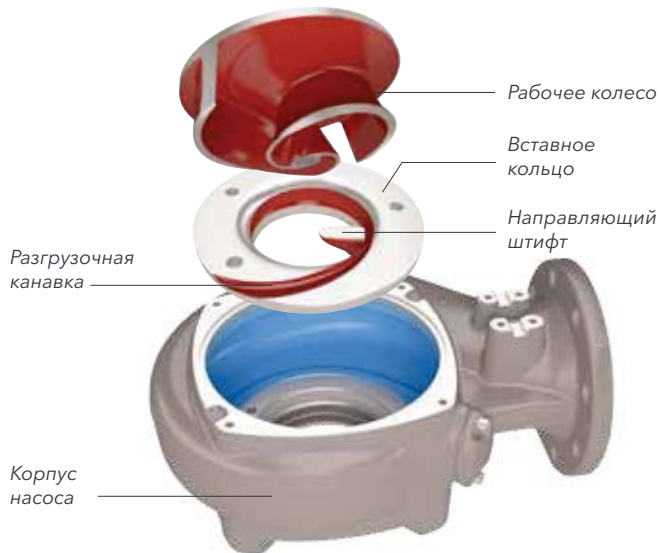


Рисунок 10

Твердые и длинноволоконные включения прежде всего попадают на направляющие кромки рабочего колеса. Далее, под действием центробежных сил они непрерывно соскальзывают по ним к периферии улитки и с помощью разгрузочной канавки выводятся из насоса.

На рисунке 11 показано, чего можно достигнуть при использовании самоочищающегося рабочего колеса со стреловидной формой направляющих кромок и разгрузочной канавкой. Зеленая область отображает высокую вероятность, что насос справится с данным типом и размером загрязнений. Красная область отображает повышенную вероятность засорения. Зеленая область значительно больше, чем в традиционных насосах с большим диаметром условного свободного прохода, как показано на рисунке 8.



Рисунок 11: Возможности моделей с современным самоочищающимся дизайном гидравлической части

Насос с самоочищающейся гидравлической конструкцией не позволяет накапливаться загрязняющим включениям, которые присутствуют в сточных водах наших дней. Он обеспечивает высокую производительность и устойчивость к засорам. Результатом является снижение стоимости эксплуатации, технического обслуживания и ремонта.

Засоры значительно влияют на затраты при продолжительной эксплуатации насоса

Удачные технические решения позволяют уменьшить общую стоимость владения насосным оборудованием. Общие затраты на эксплуатацию насоса можно разделить на три части:

- Капитальные затраты: затраты, связанные с технологическими разработками, проектированием, конструированием, поставкой оборудования, установкой и вводом в эксплуатацию.
- Эксплуатационные затраты: затраты, связанные с расходом электроэнергии, техническим обслуживанием и оплатой труда
- Незапланированные расходы: затраты, связанные с неисправностями и простоями по таким причинам, как поломка и засорение насосов, затопление насосной станции, аварийные вызовы специалистов, аккумулярование стока, переливы, затопление подвалов и разливы стоков.



Рисунок 12

Из-за того, что эксплуатационные и незапланированные издержки составляют большую часть расходов, наилучшим решением станет приобретение хорошо сконструированной насосной станции с насосами, которые не подвержены засорам, надежны и эффективны в потреблении электроэнергии.

Вывод

Диаметр условного свободного прохода насоса не является эффективным параметром для обеспечения бесперебойной работы насосов для сточных вод, особенно в современных канализационных системах. Пользователю насоса сточных вод необходим надежный и эффективный насос как для коротких, так и для длительных циклов работы.

Использование современного насоса с самоочищающейся конструкцией гидравлической части приведет к значительной экономии при эксплуатации, благодаря повышенной сопротивляемости засорам и постоянно высокой эффективности перекачивания сточных вод.