

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВИНТОВЫХ И ШНЕКОВЫХ НАСОСОВ

Ключевые слова: агрегат, винт, винтовая пара, насосная установка, насос, шнек.

Аннотация. Приведено описание винтового и шнекового насосов, указаны их достоинства и недостатки. Предоставлен сравнительный анализ данных насосных установок и выявлено, в каких областях целесообразно их использовать.

В настоящее время существует различное множество насосов для подачи жидкости. Основными их рабочими органами являются винты, поршни, шильфоны, роторы, шестерни с наружным или внутренним зацеплением, кулачки, мембраны, шнеки и многие другие. Сфера применения таких насосов довольно велика, они могут быть предназначены как в производственных предприятиях, так и в бытовых условиях.

Всё насосное оборудование, предназначенное для перекачивания жидкости, можно подразделить на два вида в зависимости от характера воздействия рабочих органов насоса на жидкость: насосы динамические и насосы объемные.

Насосы динамические подразделяются на виды:

- центробежные;
- осевые;
- вихревые;
- струйные.

Насосы объемные подразделяются на виды:

- поршневые приводные, в том числе мембранные;
- поршневые паровые и пневмонасосы;
- винтовые;
- шестеренные, коловратные, шибберные, поршеньковые;
- шнековые.

Насос – гидравлическая машина, преобразующая механическую энергию приводного двигателя в энергию потока жидкости, служащую

для создания напора и перемещения жидкостей. Они насосы должны удовлетворять как общим, так и специальным требованиям [3].

Насосы должны быть надежны и безопасны в эксплуатации, удобны и просты в обслуживании и ремонте, занимать мало производственной площади, отвечать требованиям технической эстетики. При работе насосы должны оказывать минимальное механическое воздействие на перекачиваемый продукт. В противном случае впоследствии могут произойти структурные изменения, например раздробление жировых шариков в молоке перед его сепарированием, что увеличивает содержание жира в обезжиренном молоке и т. д. Конструкция насосной установки должна обеспечивать быструю, легкую, удобную сборку и разборку деталей во время чистки, мойки или стерилизации.

Наиболее распространены в сельском хозяйстве винтовые и шнековые насосы, которые похожи по принципу действия.

Принцип работы винтового насоса заключается в следующем. Имеются ведущий винт и несколько ведомых винтов. Винты имеют профиль, обеспечивающий полную герметизацию области нагнетания от области всасывания. При вращении винтов жидкость, заполняющая впадины в нарезках винтов, перемещается вдоль оси насоса и вытесняется в область нагнетания. Винты, входя винтовыми выступами в канавки смежного винта, создают замкнутое пространство, не позволяя жидкости перемещаться назад. Создаваемое насосами давление зависит от числа шагов винта и увеличивается при росте отношения длины витка к диаметру. Производительность винтового насоса растет с увеличением числа оборотов, при этом давление остаётся постоянным [1]. Статор зачастую выполняют из эластомера соответствующей формы.

Достоинствами винтовых насосов являются:

- высокая надёжность;
- высокая производительность (до $300 \text{ м}^3/\text{ч}$);
- равномерность подачи рабочей жидкости;
- возможность получить высокое давление (до 30 МПа);
- реверсивность – возможность менять направление перекачивания при изменении направления вращения винтов;
- хорошая сбалансированность механизма и, как следствие, – низкий уровень шума при работе;
- высокие значения КПД (до 95 %);
- возможность регулирования напорного давления;
- насосы обеспечивают самовсасывание до 9 м;
- устойчивая работа с высоковязкими жидкостями с высокой концентрацией твердых частиц (до 0,2 % по массе);
- нет необходимости в охлаждении;

- широкий диапазон регулирования производительности.

Недостатками винтовых насосов являются:

- сложность и высокая стоимость изготовления насоса;

- большой износ статора;

- недопустима длительная работа на сухом ходе.

Область применения винтовых насосов очень широка. Большое число установок используется для удаления воды из скважин при добытии метана из угольных пластов благодаря их способности перекачивать жидкости с механическими примесями. Однако винтовые насосы пригодны для подачи и других жидкостей.

В сельском хозяйстве для подачи воды из шахтных колодцев и буровых скважин применяют винтовые насосы двух типов: с двигателем, расположенным на поверхности земли и передающим вращательное движение к ротору насоса посредством вертикального трансмиссионного вала, и с приводом от погружного электродвигателя.

Шнековые насосы относятся к винтовым и являются разновидностью роторно-зубчатых насосов. В основу работы шнекового насоса положен принцип перемещения вещества между поверхностью корпуса и винтовыми канавками вдоль оси винта. Упрощенно шнековый насос можно представить как шестеренчатый с уменьшенным числом и увеличенным углом наклона зубьев шестерён.

Отличительной особенностью шнековых насосов является отсутствие замыкателей, которые совмещены со статором. В результате ротор вместо простого вращения совершает планетарное движение, при котором его ось перемещается по орбитальной траектории. Таким образом, рабочие части винтовых насосов представлены двумя основными деталями – статором и ротором, представляя собой винтовой механизм, имеющий внутреннее циклоидальное зацепление.

Основные рабочие узлы представляют собой винтовую пару циклоидального зацепления. Ротор – подвижный элемент рабочей пары, совершает планетарное движение в статоре. Рабочая поверхность статора имеет винтообразную форму с кратностью шага в два раза больше по сравнению с шагом ротора. Находясь в постоянном контакте, по своей длине статор и ротор образуют некоторое количество замкнутых пространств. При вращении шнека пространство на стороне входа в насос увеличивается в объеме, создавая разрежение. Такое воздействие приводит к заполнению полости транспортируемой средой. При этом винты своими выступами входят в канавки сопряженного винта и, таким образом, не дают жидкости перемещаться назад. Вращение шнека перемещает дальше в направлении нагнетания отсеченные объемы транспортируемого вещества. Количество замкнутых пространств на

единицу длины винтовой пары влияет на создаваемое давление насосного агрегата, а объем каждого пространства – на его производительность [2].

Область применения шнековых насосов также довольно широка. Их используют для перекачивания пара, газа, жидкостей различной степени вязкости и их смесей. Впервые шнековые насосы были внедрены в производство в 1936 году. Их простая конструкция позволяет работать и при наличии механических примесей с вязкими флюидами при давлении до 30 МПа. Подобные характеристики важны при решении различных практических задач.

Шнековые насосы также зачастую используются в скважинах по добыче метана из угольных пластов для откачивания воды, но также пригодны для подачи других жидкостей и газов.

Конструктивные особенности шнековых насосов заключаются в следующем. С целью повышения качества уплотнений и снижения числа утечек в шнековых насосах применяются конический или цилиндрический эластичные корпуса. Конический винт надёжно прижимается пружиной и давлением от перекачиваемой жидкости, что значительно сокращает утечки. Однако насосы с эластичным корпусом выдерживают меньшее давление по сравнению с их аналогами с металлическими корпусами. Для насоса с коническим винтом подойдёт и жёсткий корпус.

Наиболее распространённым видом шнековых насосов является трёхвинтовой.

Исходя из вышеизложенного, можно сказать, что винтовые (шнековые) насосы являются насосами объемного типа действия, конструкция которых позволяет создавать стабильное давление и допускает регулировку производительности без потери номинального давления. Винтовые насосы имеют длительный срок эксплуатации, высокий КПД, надежны и универсальны при работе с широким спектром задач.

Производство винтовых (шнековых) насосов требует точного изготовления деталей, таких как рабочая пара – ротор и статор, при разработке и изготовлении которых используется специальное высокоточное оборудование. Компьютерный расчет с использованием специальных программ – гарантия высокого качества, которое увеличивает срок работы оборудования и снижает энергозатраты при работе насоса. Используются насосы для работы как с густыми, вязкими и тягучими массами, так и при перекачке низковязких продуктов. В зависимости от конструкции насоса и его исполнения имеется возможность перекачивать смолы, пасты, масла, пищевые продукты, абразивные или

даже агрессивные жидкости, причем частицы, входящие в их состав, не дробятся и не разрушаются, смешиваясь с базовой жидкостью.

Таким образом, винтовые насосы обладают большим количеством преимуществ: высокие надёжность, производительность, широкий диапазон регулирования производительности, равномерность подачи рабочей жидкости, возможность получения на выходе высокого давления без множества каскадов нагнетания, возможность изменения направления перекачивания путем изменения направления вращения винтов, хорошая сбалансированность механизма и, как следствие, низкий уровень шума при работе, высокие значения КПД, возможность регулирования напорного давления, обеспечение самовсасывания, устойчивая работа с высоковязкими жидкостями с высокой концентрацией твердых частиц.

Шнековые насосы обладают теми же достоинствами, что и винтовые, но имеют несколько преимуществ по сравнению с ними: способны перекачивать жидкости с твёрдыми включениями, не повреждая их; способны перекачивать газ и пар. Но следует учитывать, что у шнековых насосов нет возможности регулировать рабочий объём, поэтому их необходимо использовать для перекачки большого объёма жидкости. Поэтому в домашних условиях целесообразно использовать винтовые, а в масштабных, производственных условиях – шнековые.

ЛИТЕРАТУРА

1. Башта Т. М., Руднев С. С., Некрасов Б. Б. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник. М. : Машиностроение, 1982. 423 с.
2. Схиртладзе А. Г., Иванов В. И., Кареев В. Н. Гидравлические и пневматические системы. Изд. 2-е, доп. М. : ИЦ МГТУ «Станкин», «Янус-К», 2003. 544 с.
3. Насосы.ру – технические характеристики насосов и гидромашин. URL: <http://nasosy.ru/> (дата обращения: 15.09.2014).

THE COMPARATIVE ANALYSIS SCREW AND WORM PUMPS

Keywords: *aggregate, screw, screw pair, pumping installation, pump, worm.*

Abstract. *The description screw and worm pumps is resulted, their merits and demerits are specified. The comparative analysis of the given pump installations are provided and are revealed, in what areas expediently to use them.*

ВАСИЛЬЕВ АЛЕКСЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ – доцент кафедры «Техническое обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец (alexei.21@mail.ru).

VASILIEV ALEKSEI ANATOLIEVICH – the associate professor of the chair «Technical service, organization of transportation and transport management», Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Vorotynets (alexei.21@mail.ru).

ИГОШИН ДЕНИС НИКОЛАЕВИЧ – преподаватель кафедры «Техническое обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец (igoshin.d.n@mail.ru).

IGOSHIN DENIS NIKOLAEVICH – the teacher of the chair «Technical service, organization of transportation and transport management», Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Vorotynets (igoshin.d.n@mail.ru).

ИГОШИНА ДАРЬЯ АНДРЕЕВНА – преподаватель кафедры «Сервис», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец (igoshin.d.n@mail.ru).

IGOSHINA DARIA ANDREEVNA – the teacher of the chair «Service», Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Vorotynets (igoshin.d.n@mail.ru).

СМИРНОВ НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ – преподаватель кафедры «Техническое обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец (Pchola9@yandex.ru).

SMIRNOV NIKOLAY ALEKSANDROVICH – the teacher of the chair «Technical service, organization of transportation and transport management», Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Vorotynets (Pchola9@yandex.ru).
