

На самом раннем этапе своего развития человек пытался механизировать способы подъема воды для более быстрого и эффективного орошения, поэтому первые насосы появились еще в глубокой древности. Сейчас разнообразное насосное оборудование помогает решать множество задач и проблем, возникающих в промышленности, сельском хозяйстве и строительстве. Без него современная жизнь практически невозможна. Достаточно отметить, что насосы потребляют около 20% всей вырабатываемой в мире электроэнергии. При выборе наиболее подходящего типа насоса из всего многообразия предлагаемых вариантов большое внимание уделяется его эффективности и совместимости с характеристиками рабочего процесса.

Статья посвящена двух- и трехвинтовым насосам, незаменимым для решения многих задач нефтегазовой промышленности.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ВИНТОВЫЕ НАСОСЫ

COLFAX CORPORATION:

ALLWEILER, HOUTTUIN, IMO, WARREN, ZENITH

ДЖЕЙМС Р. БРЕННАН

консультант
в нефтегазовом секторе

США
г. Монро,
штат Северная Каролина

История винтовых насосов, широко применяемых в различных отраслях промышленности, весьма обширна. При постоянном росте эксплуатационных требований, разработчики насосов вынуждены искать новые пути их усовершенствования. В результате появились насосы с большим предельным давлением и расходом, с повышенной износостойкостью, коррозионной стойкостью, более высоким КПД и с меньшими потерями утечек. Считается, что первый винтовой насос был сконструирован еще по рисунку Архимеда и мог поднимать значительный

объем воды на небольшую высоту. Подобные насосы производятся до сих пор и предназначены для тех же целей. В отличие от центробежных, винтовые насосы обладают очень высокой производительностью при перекачивании вязких жидкостей, таких как тяжелая нефть, флотский или топочный мазут и низкосернистое топливо. При подаче жидкостей вязкостью более 20 сСт центробежные насосы заметно уступают по своей эффективности винтовым (рис. 1). Использование винтовых насосов обеспечивает не только экономию энергии,

но и снижение первоначальных затрат на системы управления, пусковую систему и кабельную сеть. По словам Дюшюанта Мехра, аналитика консалтинговой компании Frost & Sullivan, в настоящее время все усилия разработчиков нефтегазовых насосов направлены на повышение их производительности при минимальных затратах на энергию. В стремлении достичь большей продуктивности насосных установок предприятия используют самые эффективные технологии, предпочитая винтовые насосы центробежным. На рис. 2 можно увидеть, что их производительность остается чрезвычайно высокой при широком диапазоне давлений на выходе. В винтовых насосах каждый виток винтовой нарезки формирует новую ступень повышения давления. Насосы высокого давления состоят из 5-12 ступеней, или витков, в то время как в низконапорных насосах их может быть всего лишь 2 или 3. Эта зависимость предельного давления от количества ступеней представлена на рис. 3. Для увеличения напора насоса в нем объединяют несколько витков.

НАЗНАЧЕНИЕ

Современные двухвинтовые насосы высокоэффективны, обеспечивают производительность до 4 000 м³/ч и давление нагнетания до 100 бар и, кроме того, могут перекачивать агрессивные жидкости. Благодаря их применению в процессе деасфальтизации тяжелых нефтяных фракций (ROSE), стало возможным перекачивание жидкостей с температурой до 315°C. Насос включен в технологическую цепочку следующим образом: распределительные шестерни и подшипники ►

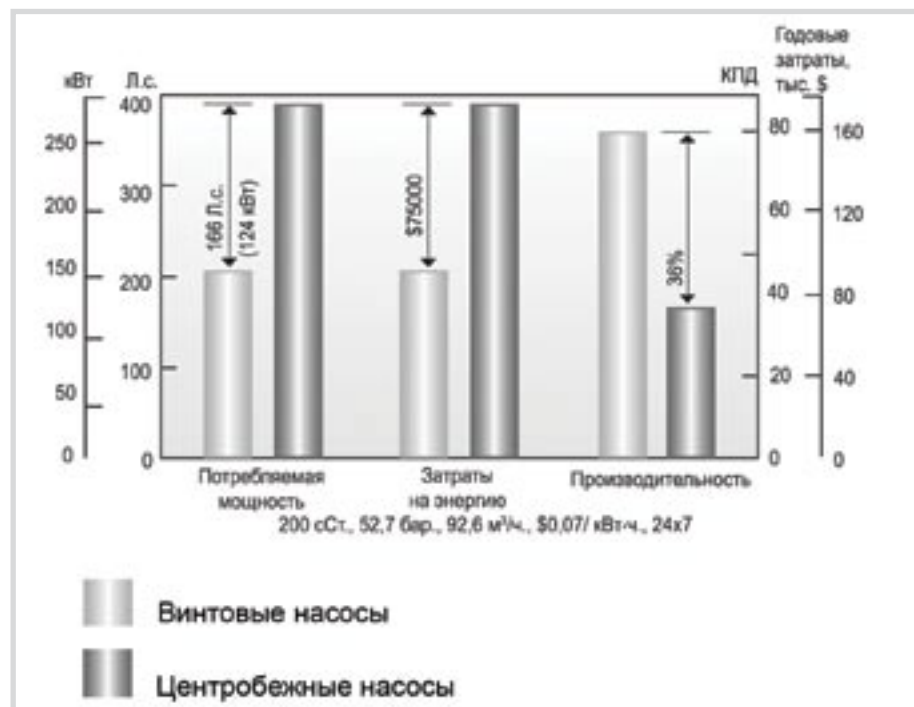


Рис. 1 Сравнительные характеристики винтовых и центробежных насосов

принудительно охлаждаются, в то время как корпус насоса находится в рубашке для обеспечения циркуляции горячей нефти. Это позволяет постепенно адаптировать насос к температуре технологического процесса. Двухвинтовые насосы могут справляться с такими техническими задачами, которые не под силу многим другим типам насосов, в том числе и трехвинтовым. Они незаменимы для оборудования с низким давлением на входе, особенно если при этом необходимо перемещать большие объемы жидкости.

Наравне с трехвинтовыми насосами они находят применение в системах трубопроводов сырой нефти, технологиях перемещения вязких жидкостей и мономера для производства синтетического волокна, системах разгрузки барж, нефтяной форсунке и процессах перекачивания котельного топлива. Существуют направления, в которых двух- и трехвинтовые насосы находят уникальное применение:

- производство связующих материалов (адгезивов);
- обработка высокообводненной сырой нефти;
- перекачка светлых нефтепродуктов при высокой температуре;
- производство нитроцеллюлозы;
- перекачка газонефтяной смеси;
- промывка резервуаров с остаточным количеством жидкости;
- удаление смеси жидкостей с балластной водой из корабельных резервуаров.

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Самая распространенная конструкция двухвинтовых насосов — насос двухстороннего типа. Благодаря симметричности участков винтовой нарезки, направленных навстречу друг другу, возникает взаимная компенсация осевой силы от сил давления перекачиваемой жидкости. Насосные винты не соприкасаются друг с другом и изготовлены из коррозионностойких материалов. Распределительные шестерни синхронизируют винтовое зацепление и передают половину общей подводимой мощности с ведущего ротора на ведомый. Поток жидкости на входе и мощность распределяются поровну между двумя валами. На каждом конце вала установлен опорный подшипник, берущий на себя радиальные гидравлические нагрузки. Распределительные шестерни и подшипники не соприкасаются с перекачиваемой жидкостью, поэтому ее свойства, например смазывающая способность или чистота, не имеют для них никакого значения. Они изолированы от внутренней среды четырьмя уплотнениями по валу и не испытывают на себе воздействия внешних условий. На рис. 4 показано действие радиальных сил на ротор двухвинтового насоса в зависимости от перепада давления. Они распределяются равномерно вдоль всей длины участков винтовой нарезки, что приводит к их прогибу, поэтому в корпусе насоса обязательно предусматривается рабочий зазор. Величина прогиба должна быть сведена к минимуму, поскольку увеличение деформации приводит к большему рабочему зазору и, как следствие, к утечкам или объемным потерям. ►

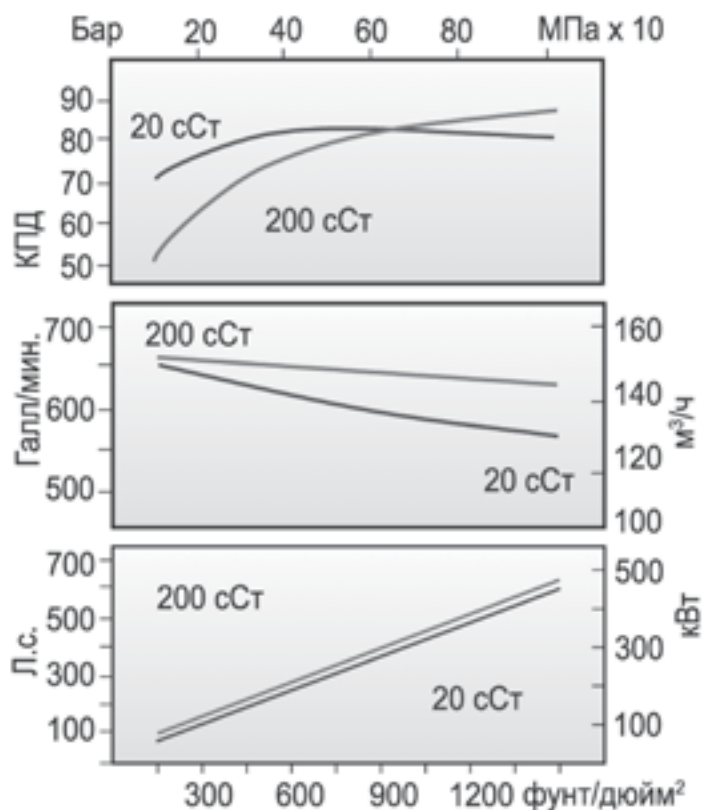


Рис. 2 Кривая производительности винтового насоса

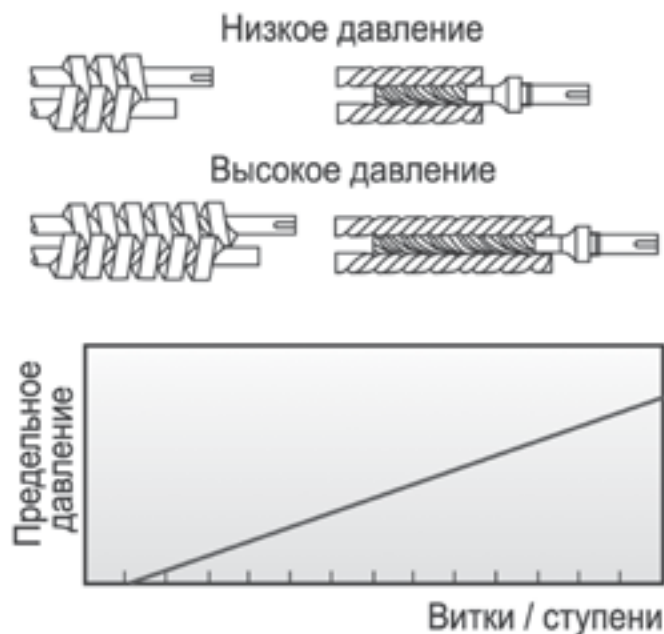


Рис. 3 Рост давления на витках винтового насоса

ПЕРЕРАБОТКА / ОБОРУДОВАНИЕ

Чрезмерный прогиб может повредить корпус и ускорить накопление усталости от вращения в искривленном состоянии, что неизбежно повлечет поломку вала. Увеличению прогиба препятствуют валы большого диаметра и большого сплошного сечения вала. В зависимости от направления нарезки винтов (влево или вправо) и направления вращения валов, их прогиб определяется в процессе проектирования. Нагрузки от прогиба воспринимаются роликовыми подшипниками с наружной смазкой. Радиальные нагрузки прямо пропорциональны дифференциальному давлению в насосе. Меньший угол подъема винтов (меньший шаг нарезки) может сократить эти нагрузки, но в то же время снизит и производительность. Подшипники, как правило, подбираются таких типоразмеров, чтобы обеспечить срок службы до 25 000 часов или более при максимально допустимых радиальных нагрузках и максимально возможной скорости перекачивания жидкостей. Благодаря такой схеме смазки подшипников, работающих изолированно от перекачиваемой жидкости, двухвинтовые насосы с наружными распределительными шестернями могут наравне со светлыми нефтепродуктами, водой и прочими жидкостями качать и газожидкостную смесь.

Двухвинтовые насосы производятся из самых разнообразных материалов, включая нержавеющую сталь. Если существует большая

вероятность появления коррозионного налета между смежными деталями насоса, то зазор между ними увеличивают, чтобы максимально сократить риск соприкосновения в случае нарушения технологического режима. Кроме того, отверстия в корпусе, в которых вращаются винты, могут быть покрыты слоем твердого хрома, что также сокращает опасность коррозионного налета и обеспечивает большую износостойкость.

Канавки после покрытия подвергаются процедуре внутреннего шлифования для обеспечения нужной точности и создания необходимых зазоров. Если насос предназначен для перекачки жидкостей с высоким содержанием абразивных примесей, то на внешнюю поверхность винтов наносятся твердосплавные покрытия, повышающие стойкость к истиранию. Чаще всего для этого используются такие сплавы, как карбид вольфрама, стеллит, оксид хрома, диоксид алюминия и титана и др. Винтовые насосы прекрасно справляются с целым рядом технологических задач, например, с перекачиванием средне- и высоковязких жидкостей. Однако они мало подходят для подачи маловязких жидкостей при высоком давлении нагнетания и небольшом расходе (менее 100 м³/ч). При подобном сочетании условий заметно снижается их эффективность. А именно такой режим характерен для трубопровода перекачки сырой нефти,

где и прибегают к помощи поршневых насосов, прекрасно справляющихся с этой задачей.

Поршневые насосы обязательно оснащены ресиверами для гашения пульсации на входе и выходе из насоса. Это дает возможность избежать чрезмерных пульсаций давления в системе трубопровода, что может представлять опасность для окружающей среды в случае его разрыва от пиковых давлений и усталостных нагрузок. Сейчас ведутся активные разработки по усовершенствованию поршневых насосов, в результате чего появятся модели с повышенной производительностью и лучшими рабочими параметрами, способные справляться с более широким кругом задач. Винтовые насосы незаменимы для многих отраслей нефтегазовой промышленности и гарантированно окупают затраты на приобретение и эксплуатацию благодаря высокой производительности, запасу устойчивости, компактности; они не требуют больших затрат для поддержания в рабочем состоянии. ■

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

Дюшуант Мехра. «Обзор нефтегазового сектора», Pumps & Systems, февраль 2007.

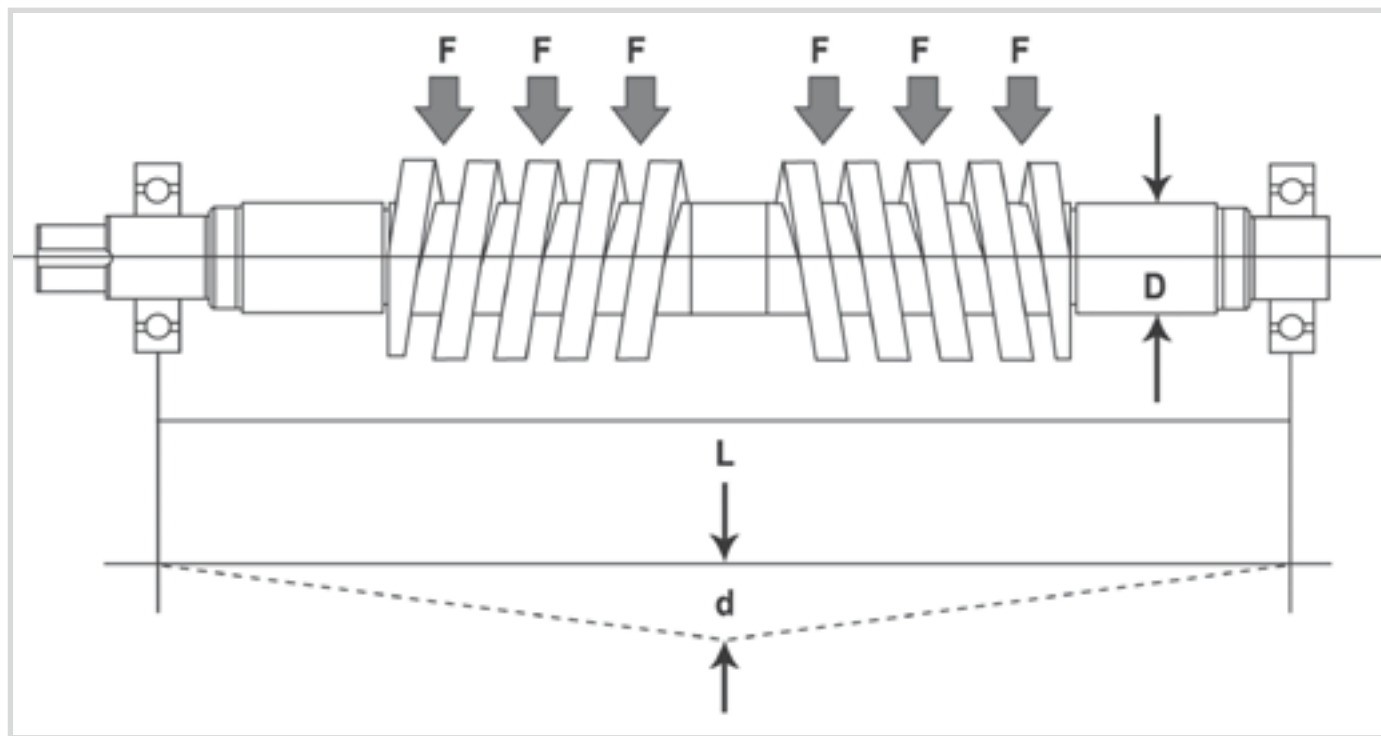


Рис. 4 Радиальные силы в двухвинтовых насосах

АЛЛРУС
ГРУППА
КОМПАНИЙ
www.allrus.ru

Группа компаний АЛЛРУС – с 2002 года эксклюзивный поставщик всех типов насосного оборудования (в т. ч. 2- и 3- винтовые нефтесборные и транспортно-трубопроводные насосные агрегаты) производства Colfax Corporation / AL-LWEILER (Германия), HOUTTUIN (Голландия), IMO (США), WARREN (США), ZENITH (США), а также других фирм Западной Европы (LUTZ (Германия), LEWA (Германия) и др.) предприятиям нефтегазоперерабатывающего, химического, судостроительного, энергетического и других комплексов России и стран СНГ. Всегда оптимальное решение Ваших специальных задач.

ООО «АЛЛРУС»
ул. Краснопольская, д. 16
стр. 2, этаж 3
127473 Москва / Россия
Тел.: +7 (495) 9566167, 9566169
Факс: +7 (495) 9566168
E-mail: info@allrus.ru

ЗАО «АЛЛРУС-Проект»
ул. Краснопольская, д. 16
стр. 2, этаж 3
127473 Москва / Россия
Тел.: +7 (495) 9566210
Факс: +7 (495) 956-61-68
E-mail: office@allrus.ru

ООО «АЛЛРУС-Украина»
д. 3Б, офис 197
ул. Ивана Мазепы
01010 Киев / Украина
Тел.: +380 44 2299122
Факс: +380 44 2514740
E-mail: info@allrus.com.ua

ALLRUS Maschinenhandels GmbH
Europaring F 10202 / campus 21
2345 Brunn am Gebirge / Austria
Тел.: +380 44 2299122
Факс: +380 44 2514740
E-mail: info@allrus.com.ua