

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ (ППД)

### THE CURRENT STATUS AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF PUMPING EQUIPMENT USED IN SYSTEMS OF MAINTAINING FORMATION PRESSURE (MPF)

**ТВЕРДОХЛЕБ Игорь Борисович**, к.т.н., председатель правления – директор, ОАО «ВНИИАЭН», г. Сумы, Украина.

*Abstract. The article is concerned with motor-pump units and pump plants to be used in systems of maintaining formation pressure; the necessity of improving their designs is shown, including those for small capacities.*

Основным оборудованием современной системы ППД нефтяного месторождения являются насосные агрегаты, закачивающие воду или другой агент в группу нагнетательных скважин. В зависимости от характеристик пластов, количества скважин и прочего подбираются насосные агрегаты с необходимыми параметрами по подаче и напору. В настоящее время в основном используются наземные кустовые насосные станции (КНС), что обусловлено удобством их эксплуатации, организации обслуживания и ремонта, высоким КПД насосов и их надежностью. Чаще всего при проектировании КНС в проект закладываются серийно изготавливаемые насосные агрегаты типа ЦНС, выпуск которых освоен насосными заводами стран СНГ (ЦНС180, ЦНС 500, ЦНС 630, ЦНС90, ЦНС63, ЦНС45 и ПЭ90). Все указанные машины представляют собой типовую конструкцию – многоступенчатый секционный насос с разгрузкой осевой силы с помощью гидропята. Хотя машины спроектированы на высоком техническом уровне, они все же для данного применения обладают определенными конструктивными недостатками, так как прообразом имеют питательный насос, концепция работы которого предполагает использование в качестве рабочей жидкости механически и химически очищенную питательную воду. Кроме того, в системах ППД стран бывшего СССР практически не получили распространение двухкорпусные конструкции насосов. По-видимому,

это обусловлено дороговизной таких машин и другими объективными и субъективными причинами. При этом в зарубежной практике в основном используются насосы либо двухкорпусные, либо насосы с горизонтальным разъемом корпуса, причем разгрузка от действия осевой силы осуществляется с помощью барабана или посредством симметричного расположения рабочих колес [1]. Тип разгрузки обусловлен, прежде всего, требованием надежности при перекачивании химически активной воды с твердыми включениями, а двухкорпусная конструкция – возможностью быстрой (6 – 8 часов) замены внутреннего корпуса без дополнительной центровки после его монтажа.

Развитие нефтяной промышленности и рыночной экономики диктует сегодня более жесткие требования к оборудованию нефтяного комплекса с точки зрения надежности и энергоемкости. В настоящее время у потребителей нефтяного оборудования, в том числе насосов для систем ППД, появилась возможность закупки и применения оборудования зарубежных фирм, таких как Zulzer, Reda, Weir и др. В этих условиях отечественному насосостроению необходимо, кроме повышения качества традиционных насосных агрегатов для систем ППД, пересмотреть концепцию дальнейшего развития и проектирования насосов данного назначения. При этом целесообразно использовать опыт как отечественного, так и зарубежного насосостроения.

Анализ конструктивных схем насосов, выпускаемых различными зарубежными фирмами и насосными предприятиями стран СНГ, показывает, что имеется возможность создать насосы, отличающиеся присущей иностранным фирмам надежностью и невысокой “нашей” ценой. Кроме того, необходимо и возможно значительно повысить экономичность машин, расширить диапазон применения по параметрам и при этом не усложнить конструктивную схему и, соответственно, эксплуатацию, а также ремонтно-пригодность насоса. Такой машиной стал насос, созданный в 2002 г. институтом ВНИИАЭН совместно с кафедрой прикладной гидроаэромеханики СумГУ (рисунок 1).

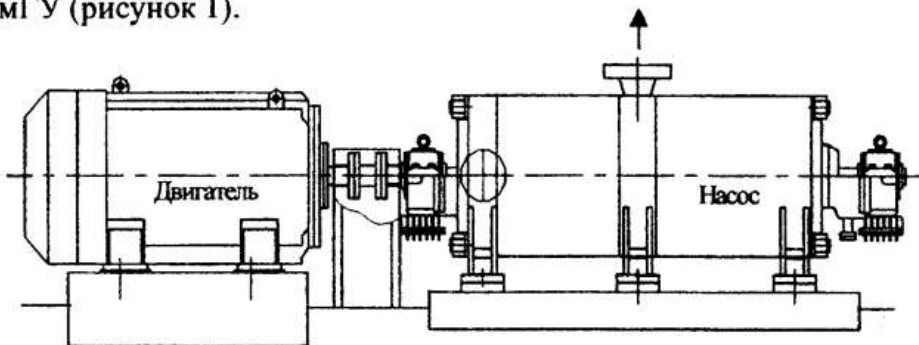


Рисунок 1 - Насосный агрегат типа ЦНСп

Отличительными особенностями насоса являются:

- отсутствие наиболее уязвимой и определяющей ресурс работы насосного агрегата гидропаты;
- сохранение привязочных размеров по входному патрубку и фундаментной плите с серийно выпускаемыми насосами типа ЦНС180;
- повышение КПД насоса на 5 процентов;
- использование специального соотношения лопастей рабочего колеса и лопаток направляющего аппарата для снижения вибрации и шума;
- применение специальных нержавеющих износостойких сплавов для деталей насоса;
- применение упругой пластинчатой муфты и др.

При этом насос остался "привычным" и понятным для эксплуатации. В данной конструкции значительно расширен диапазон оптимальных параметров по подаче от 45 м<sup>3</sup>/ч до 200 м<sup>3</sup>/ч и напору от 1000 м до 2100 м. Это достигается заменой рабочих органов и варьированием их количества. Насосный агрегат может комплектоваться в зависимости от потребляемой мощности двигателями от 315 до 1600 кВт, может поставляться с масло-системой для смазки подшипников или без маслосистемы, благодаря применению подшипников на картерной смазке. При этом насос остался секционнным, т.е. достаточно дешевым, не превышающим по цене серийно выпускаемые насосы данного назначения.

В последнее время появилась потребность в насосах для систем ППД на малые подачи – 15 – 30 м<sup>3</sup>/ч и высокие напоры – 2000 м и выше. Проблема создания таких машин заключается в том, что центробежные насосы с низкими значениями коэффициента быстроходности ступени имеют малый КПД. Попытка решать задачу традиционными способами – повышением числа оборотов (рисунок 2) или числа ступеней [2, 3] (рисунок 3) в одном насосе не дает должных результатов прежде всего с точки зрения надежности таких агрегатов для систем ППД, хотя и тот и другой способы нашли практическое применение для других целей. В то же время существует проверенное практикой решение подобной задачи путем установки нескольких насосов последовательно. Такие насосные установки применялись еще в 20-х годах прошлого столетия в Германии для шахтного водоотлива [4], рис. 4, где характеристика воды похожа на воду систем ППД (твердые включения и химическая активность). В настоящее время этот способ широко применяется, например, в установках магистральных нефтяных насосов типа НМ, где насосы соединяются последовательно с бустерным или с подобными насосами для получения необходимых параметров. Анализ данной конструктивной схемы показывает целесообразность ее применения для малорасходных насосов систем ППД, причем посредством установки двух насосных агрегатов с отдельными двигателями (рисунок 5) или двух насосов с одним двигателем (рисунок 6 или рисунок 4). При этом легко могут быть получены необходимые параметры по подаче и

напору, высокий КПД и надежность установки. Кроме того, входящие в состав установки насосы аналогичны по конструкции насосам, широко применяемым в системах ППД, что позволяет обслуживающему персоналу воспользоваться накопленным опытом и знаниями по эксплуатации и ремонту.

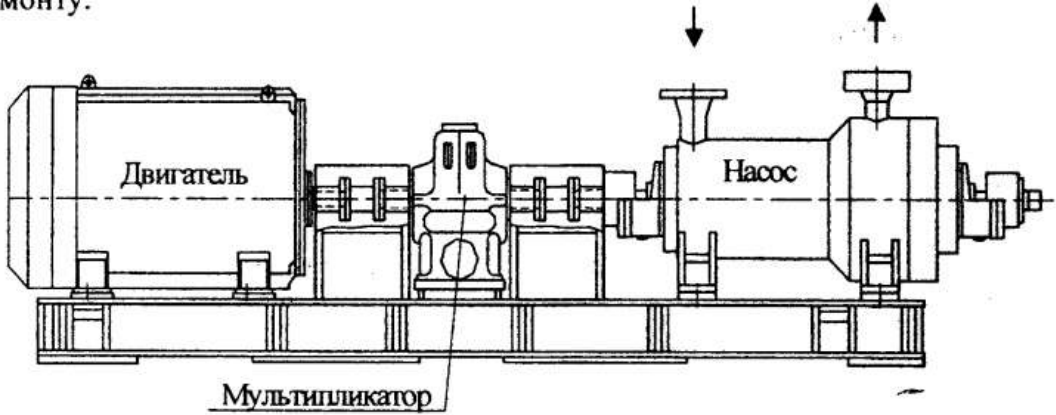


Рисунок 2 - Высокооборотный насосный агрегат

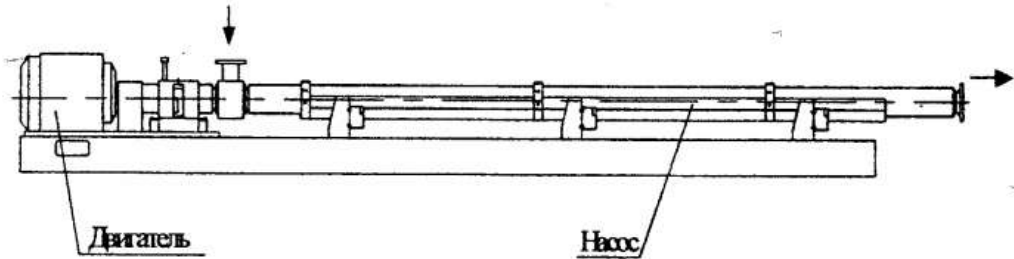


Рисунок 3 – Горизонтальная насосная система

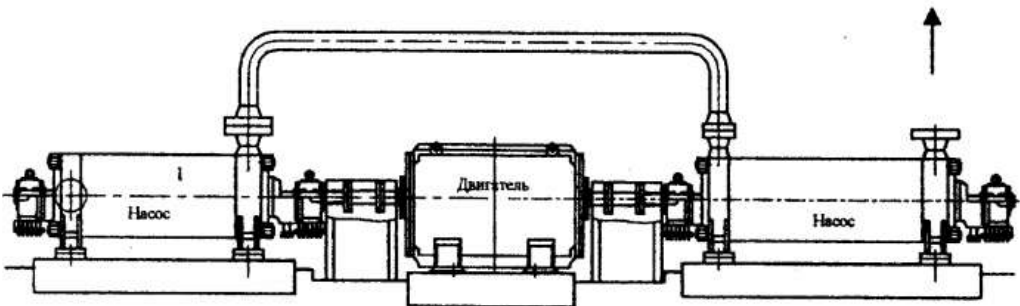


Рисунок 4 – Насосный агрегат с последовательным соединением насосов (двигатель расположен между насосами)

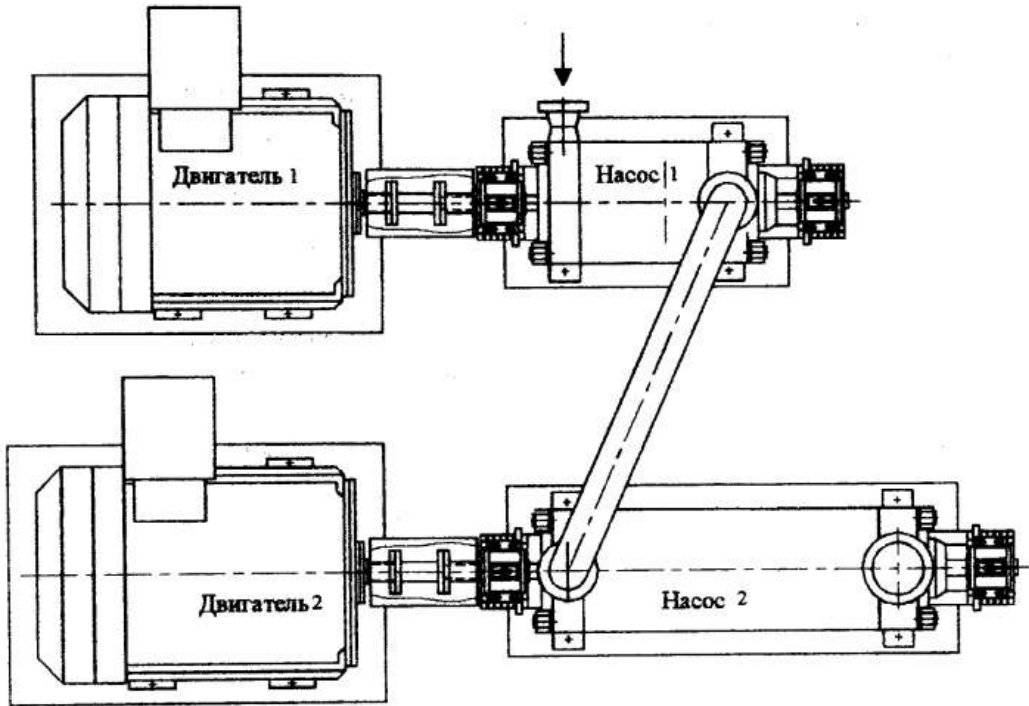


Рисунок 5 – Насосная установка с последовательным соединением насосов

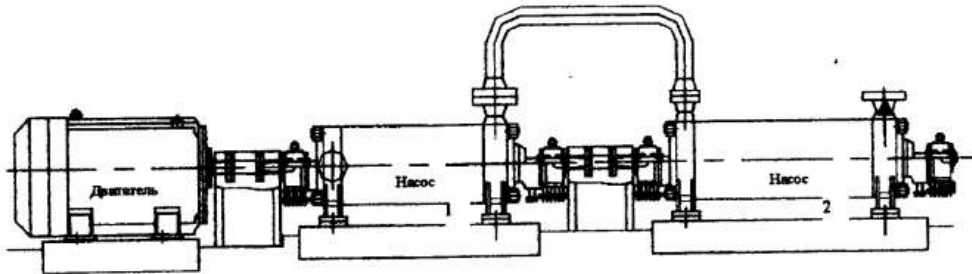


Рисунок 6 – Насосный агрегат с последовательным соединением насосов  
(двигатель со стороны одного из насосов)

### Выводы:

1. В условиях развития рыночной экономики и повышения конкуренции со стороны западных насосных фирм необходимо создание новых насосных агрегатов и установок с более высокими энергетическими и эксплуатационными качествами, отличающихся повышенной надежностью.

стью и ресурсом работы. При этом себестоимость насоса не должна превышать существующие аналоги отечественных производителей.

2. Тенденция последних лет по снижению подачи и повышению напора насосных установок для систем ГПД привела к появлению на рынке различных конструктивных схем насосов. При этом на наш взгляд наиболее предпочтительной является схема с последовательным соединением традиционных по конструкции насосов, спроектированных на необходимую подачу и частичный напор.

### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Ryall M.L. Some Recent Developments in High Speed Multistage Pumps for Secondary Recovery in Oilfields. 2-nd International Conference on Hydraulic Machinery. С 31/84, 1984. P. 21 – 30.
2. Clarence Hall. Major market expansion for surface pumping system. World Pumps, №367 April 1997. P. 44 – 46.
3. А.А. Евтушенко, А.А. Руденко, И.Б. Твердохлеб. Область применения лопастных насосов с рабочими колесами плавающего типа. // Вестник НТУУ “КПИ”. Машиностроение, вып.42, т.2 – Киев, 2002 – с.119–122.
4. Кванц Л. Современные центробежные насосы. Гостехиздат. М., 1926г.