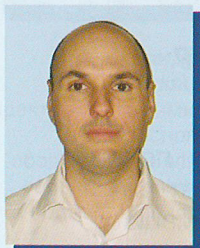


# ОПЫТ СОЗДАНИЯ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЛИЖНЕГО ВОСТОКА



**Виктор Переход,**  
начальник управления ВЭД  
АО «Сумский завод  
«Насосэнергомаш»



**Олег Роденко,**  
директор программы  
«Насосы ЦНС для ППД»

Головной научно-  
технический центр  
филиала  
АО «ГМС Ливгидромаш»  
в г. Москва

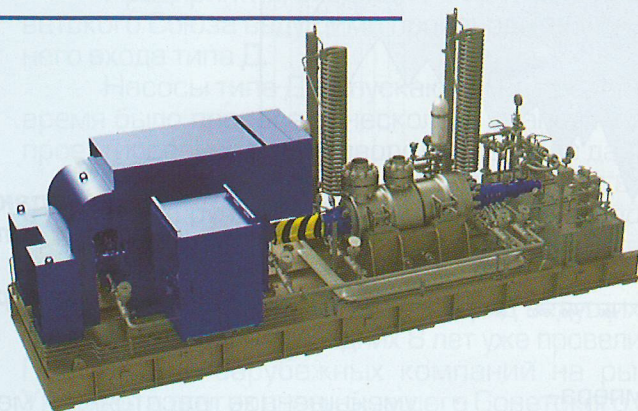


**Дмитрий Витер,**  
заместитель директора  
программы «Насосы  
ЦНС для ППД»

Головной научно-  
технический центр  
филиала  
АО «ГМС Ливгидромаш»  
в г. Москва



© В. Переход,  
О. Роденко,  
Д. Витер, 2016



## Введение

В настоящей статье рассмотрены вопросы проектирования, изготовления и испытаний в соответствии с требованиями международных стандартов насосных агрегатов АЦНСДп 240–1422, предназначенных для эксплуатации в труднодоступных районах с тяжелыми условиями окружающей среды, которые требуют от оборудования высокой надежности и долговечности.

В конце 2013 г. Группа ГМС заключила контракт на поставку 7 насосов высокого давления для закачки морской воды в нефтеносные пласты в рамках реализации проекта по разработке месторождения West Qurna-2 (Ирак).

Открытое в 1973 г. месторождение West Qurna-2 считается четвертым в мире месторождением по запасам нефти, которые, по некоторым оценкам, составляют порядка 13 млрд. баррелей. Расположено месторождение на юге Ирака, в 65 км северо-западнее крупного портового города Басра. В настоящее время участниками проекта разработки месторождения являются иракская государственная нефтяная компания South Oil Company и консорциум подрядчиков, состоящий из компании «ЛУКОЙЛ» и иракской госкомпании North Oil Company. Для ЛУКОЙЛ – это крупнейший международный проект.

Для предприятий **Группы ГМС (АО «Сумский завод «Насосэнергомаш», Apollo Goessnitz GmbH)** участие в реализации проекта также стало важным этапом, на котором проверялись технический потенциал, готовность работать и конкурировать наравне с международными насосными компаниями – лидерами в поставках насосного оборудования на мировой насосный рынок нефти.

Технические спецификации и требования к проекту были подготовлены японской проектной компанией TOYO Engineering с особой тщательностью, присущей японским инженерам.

Нормативная база проекта – международно признанные стандарты проектирования и производства, такие, как:

*API 610, 11 издание: Насосы для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности;*

*API 614: Системы смазки для машин нефтяной и нефтехимической промышленности;*

*API 661: Воздушные теплообменники для применения в нефтеперерабатывающей промышленности;*

*API 670: Системы защиты оборудования;*

*API 671: Муфты специальные для нефтяной, химической и газовой промышленности;*

*API 682: Системы уплотнений валов для эксплуатации в химической и нефтехимической промышленности;*

*ISO 10816-7: Механическая вибрация. Динамические насосы;*

*NORSOK M-650: Квалификация производителей специальных материалов.*

### Техническое описание конструкции

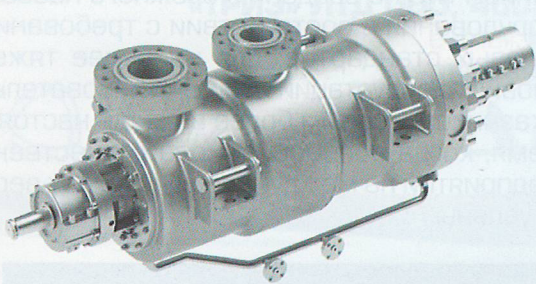
Насосный агрегат состоит из двухкорпусного насоса ЦНСДп 240-1422, тип ВВ5 по API 610, производительностью 286 м<sup>3</sup>/ч и напором 1422 м, электродвигателя, маслоустановки с воздушным теплообменником, приборов и датчиков контроля температуры, давления, системой вибромониторинга.

Подшипники насоса и электродвигателя смазываются от маслосистемы, укомплектованной двумя маслонасосами: основным – с приводом от валопровода агрегата и вспомогательным электронасосом, который требуется на время пуска и вывода системы на рабочие параметры.

Для охлаждения масла в контуре смазки установлен воздушный маслоохладитель высокой мощности с дублирующим вентилятором.

В качестве концевых уплотнений вала насоса применены двойные торцовые уплотнения с системой запираания по плану 53В согласно API 682, с термосифонными системами воздушного охлаждения.

Все компоненты агрегата, кроме воздушного маслоохладителя, смонтированы на единой раме, т. е. в исполнении SKID.



Для обеспечения бесперебойной работы каждый агрегат оснащен системой автоматики, включающей контроль над наиболее важными параметрами, такими, как давление, температура, вибрация подшипников, осевой сдвиг ротора.

При разработке насоса ЦНСДп 240-1422 были учтены и выполнены не только требования API 610, но и дополнительные требования заказчика к рабочим характеристикам. Для этого выполнен анализ геометрии существующей проточной части серийных насосов, проведена корректировка рабочих колес и разработаны новые направляющие аппараты, оптимизировано сочетание количества лопастей рабочих колес и каналов направляющих аппаратов, с учетом чего решена проблема лопастной вибрации и улучшено общее вибросостояние насоса.

Благодаря оппозитному расположению рабочих колес, насос имеет гидравлически разгруженный ротор. Остаточная осевая сила,

которая возникает в результате неравномерного износа уплотнений рабочих колес в процессе эксплуатации, воспринимается упорным подшипником типа «Митчелл» с самоустанавливающимися колодками и выравнивающей системой. Такое конструктивное решение дало возможность отказаться от самого ненадежного узла в конструкции многоступенчатого центробежного насоса – узла разгрузки осевого усилия, а также уменьшить нагрузку на упорный подшипник (по сравнению с конструкцией насоса с разгрузочным барабаном). Опорами ротора служат сегментные подшипники скольжения, которые обеспечивают длительный срок эксплуатации и значения вибропеременения, не превышающие требований API 610 для насосов подобного класса.

Внешний корпус насоса рассчитан на максимально возможное рабочее давление, внутренний корпус картриджного типа имеет возможность быстрой замены на месте эксплуатации без демонтажа наружного корпуса. Для этого разработано специальное выкатное устройство.

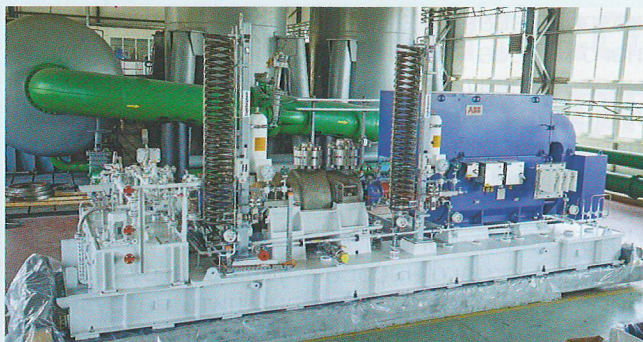
Материальное исполнение насоса – D-2 в соответствии с API 610 (супердуплексная сталь аустенитно-ферритного класса). Данная сталь является весьма редкой в применении и проявляет исключительную стойкость против коррозии в морской воде Персидского залива, имеющей наивысшую степень концентрации хлоридов и агрессивности. Супердуплексная сталь не производится на предприятиях отечественной промышленности, и требования к производителям этих материалов достаточно высоки.

Быстроизнашиваемые детали, такие, как втулки щелевых уплотнений и уплотнения рабочих колес, выполнены также из супердуплексной стали с нанесением специального износостойкого напыления. Благодаря своей специальной структуре, покрытие имеет особые свойства, отсутствующие у других материалов, в том числе высокую сопротивляемость гидроабразивному износу и низкий коэффициент трения.

### Испытания

На данный момент все семь агрегатов АЦНСДп 240-1422 изготовлены и успешно прошли стендовые испытания, которые подтвердили правильность принятых конструктивных решений.

В результате получены требуемые характеристики с максимальным значением напора в точке нулевого расхода в пределах 120 % от напора при номинальном расходе. Полученные расчетным путем значения КПД подтверждены стендовыми испытаниями и находятся на уровне максимально достижимых для данного диапазона коэффициентов быстроходности.



Полученные вибрационные характеристики в широком диапазоне подач не превышают допустимых значений:

- в предпочтительном рабочем диапазоне: виброскорость на корпусах подшипников – не более 2,9 м/с, виброперемещение вала – не более 36 мкм;
- в допустимом рабочем диапазоне: виброскорость на корпусах подшипников – не более 3,1 мм/с, виброперемещение вала – не более 46 мкм.

Приведенные значения вибрации соответствуют наиболее жестким современным требованиям стандарта ISO 10816-7.

Следует отметить, что одним из требований заказчика к испытаниям насоса было измерение остаточной осевой силы. Для этого был разработан специальный тензометрический датчик. Измеренная осевая сила в номинальном режиме работы, а также на границах допустимого рабочего диапазона совпала с данными, полученными расчетным путем.

В настоящее время все насосные агрегаты доставлены на место эксплуатации.



Подводя итоги 2-летней работы над проектом, можно с уверенностью отметить, что достигнут отличный результат и были подтверждены возможности АО «Сумский завод «Насосэнергомаш», Apollo Goessnitz GmbH и всех участвующих в проекте предприятий Группы ГМС по созданию сложного насосного оборудования в соответствии с требованиями мировых стандартов, для наиболее тяжелых условий эксплуатации и самых требовательных заказчиков. Это тем более важно в настоящее время, когда вопросы выхода отечественных предприятий на международный рынок весьма актуальны.

