

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ПЕРЕКАЧИВАНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

В. Ф. Солодченков, главный специалист по насосному оборудованию ОАО «ЛГМ», **Е. В. Соколов**, канд. техн. наук, главный конструктор КБ-2 ОАО «ЛГМ», тел. (495) 6777260

УДК:621.65

Одним из стратегических приоритетов государственной политики нашей страны является освоение арктического шельфа. Он хранит такие запасы полезных ископаемых, которые могут надолго обеспечить России устойчивую энергосырьевую базу для развития экономики. Вопрос транспортировки этих полезных ископаемых на материк является наиболее насущным в настоящее время, так как в системе транспортировки сжиженного природного газа (СПГ) [1] отсутствует один из главных элементов — наливное судно для перевозки сжиженных газов отечественного производства (газовоз). В настоящее время в рамках ФЦП «Развитие гражданской морской техники» конструкторы ОАО «Северное проектно-конструкторское бю-

ро» (Санкт-Петербург) ведут работу по проектированию газовоза, который призван восполнить потребность в данной технике.

Сейчас на судах для перевозки СПГ используют насосы производства компаний США, Японии, Франции и других стран. Зарубежные производители выпускают насосы для СПГ вертикальной компоновки с рабочими колесами центробежного или диагонального типа. Широкая область применения данных типов насосов обеспечена путем использования большого числа их типоразмеров.

Московское предприятие ОАО «Лопастные гидравлические машины» (ОАО «ЛГМ» в рамках ФЦП «Развитие гражданской морской техники») является головным исполнителем опытно-конструкторской рабо-

ты на тему «Разработка насосного оборудования для систем перекачивания сжиженного природного газа». В рамках данной темы ОАО «ЛГМ» проектирует, изготавливает и испытывает новое отечественное насосное оборудование — насосы для перекачивания сжиженного природного газа (типа НСПГ) в системах корабельного базирования и береговых хранилищ, которые отвечают современным требованиям надежности, экологической и промышленной безопасности, а также являются энергоэффективным оборудованием для использования на отечественных судах — газовозах и танкерах.

ОАО «ЛГМ» (до 1991 г. — Московский насосный завод им. М. И. Калинина) имеет большой опыт разработки насосов для морской техники типов ЦН, НЦВ, БЭН, КсВ (для судовой энергетики) и других с улучшенными кавитационными качествами, высокими показателями надежности и энергоэффективности. Поэтому для решения важной научно-технической задачи — разработки отечественной номенклатуры насосов для перекачивания СПГ — были использованы отдельные конструкторские решения, реализованные в насосах для потенциально опасных производств (в частности, спецнасосы для судовой, атомной и тепловой энергетики).

При создании насосов для СПГ преследовались следующие цели:

- разработка отечественных серийных насосов подачи СПГ;
- достижение энергетических и кавитационных показателей на уровне мировых аналогов;
- достижение в рамках одного типоразмера насоса устойчивой работы в широком диапазоне подач для оптимального времени заполнения системы СПГ;
- разработка насосов для СПГ в соответствии с высокими требованиями мировых стандартов надежности, промышленной и экологической безопасности.
- разработка насосов с высокими эксплуатационными качествами и увеличенным межремонтным периодом.

Проведенные патентные исследования за период ретроспекции 20 лет для патентов и 10 лет для публикаций показывают, что при разработке отечественных насосов для перекачивания СПГ актуальными зада-

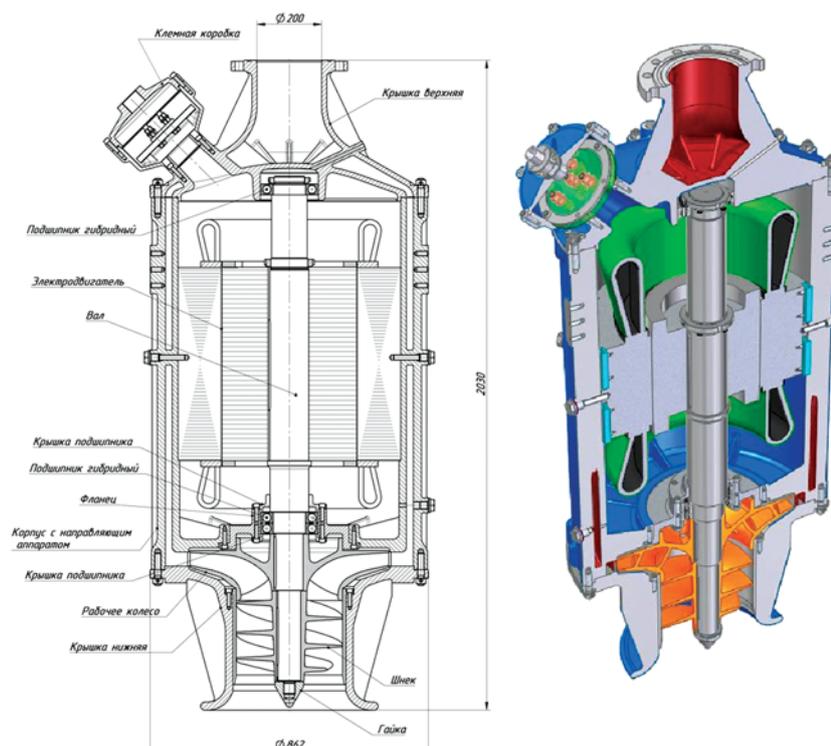


Рис. 1. Общий вид насоса НСПГ 900-120

чами (на решение которых обычно направлены разработки известных в насосостроении фирм) являются [2]:

— усовершенствование конструкции путем использования предвключенного колеса для компенсации силы давления на подшипниковые опоры с целью увеличения их ресурса (фирма J. C. Carter, США);

— усовершенствование предвключенного колеса с целью повышения эффективности работы насоса при низком расположении в корпусе танка (J. C. Carter);

— усовершенствование конструкции путем использования рабочего колеса центробежного насоса для уменьшения осевого давления на вал и увеличения ресурса подшипниковых опор (J. C. Carter).

Из содержания проанализированных патентов следует, что принципиально новых способов перекачивания СПГ не существует. Конструирование идет по пути усовершенствования отдельных деталей насоса. Патентные исследования также показали, что в качестве дополнительных источников при окончательной доработке конструкторского проекта могут в известной степени использоваться патенты иностранных фирм, у которых истек срок действия.

В таблице представлены предварительные характеристики насоса НСПГ 900-120, разработанного ОАО «ЛГМ» в 2012 г., в сравнении с японскими аналогами.

Насос НСПГ 900-120 является погружным моноблочным электронасосом (рис. 1). Корпус насоса и электродвигателя представляет собой единый блок. Вал рабочего колеса насоса является валом электродвигателя. Опорами вала служат подшипники качения специального исполнения. Перед рабочим колесом насоса установлена осевая ступень — шнек, который улучшает кавитационные качества насоса. Основной поток перекачиваемой жидкости после выхода из рабочего колеса проходит через направляющий аппарат, далее в кольцевое пространство в корпусе насоса и затем попадает в нагнетательный патрубок насоса. Часть перекачиваемой жидкости подается внутрь электродвигателя и служит одновременно охлаждающим агентом и смазкой для подшипников.

Предварительные характеристики насоса НСПГ 900-120, разработанного ОАО «ЛГМ» в 2012 г., в сравнении с японскими насосами для перекачивания СПГ

Характеристики	ОАО «ЛГМ», НСПГ 900-120	Ebara-Pump 10EC-24	Shinko Ind. Ltd 12EC-24
Расход, м ³ /ч	900	1650	1700
Напор, м	120	177	155
Частота вращения, об/мин	1450	1800	1800
Кавитационный запас, м	1,5	0,7–1,9	0,8–1,5
КПД, %	82	80	80
Плотность, кг/м ³	426	426	426
Температура, °С	-161,5	-163	-163

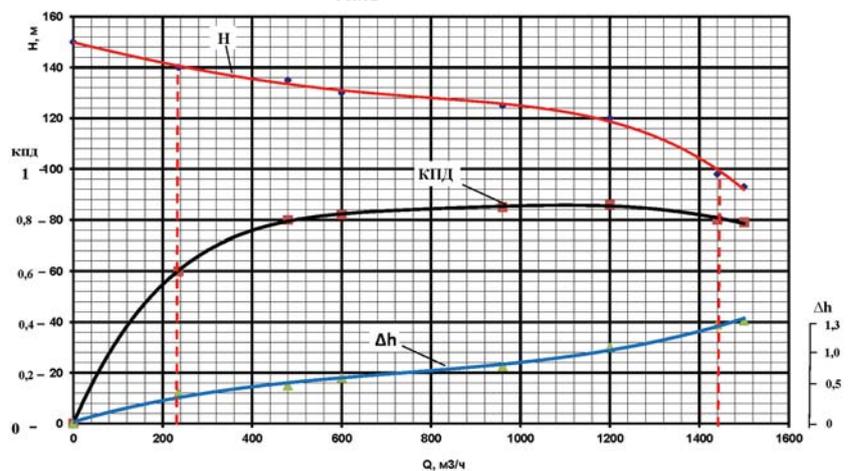


Рис. 2. Основные характеристики насоса НСПГ 900-120:
H — напорная; КПД — энергетическая; Δh — кавитационная

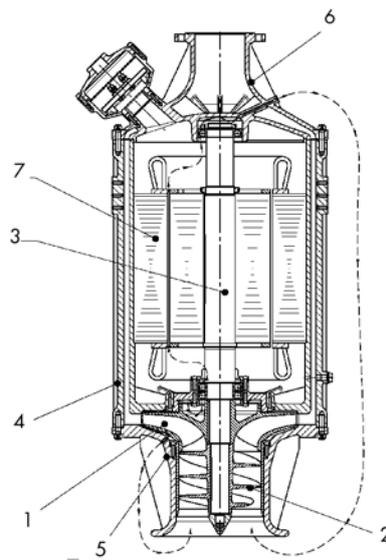


Рис. 3. Основные элементы насоса НСПГ 900-120:
1 — рабочее колесо; 2 — шнек;
3 — вал; 4 — корпус с направляющим аппаратом; 5 — нижняя крышка; 6 — верхняя крышка; 7 — электродвигатель

Разработанный насос НСПГ 900-120 является частью грузовой колонны системы перекачивания СПГ и предназначен для новостроящихся судов-газовозов (танков). Данные насосы должны перекачивать СПГ из емкостей с минимально возможным уровнем остаточного СПГ. Характеристики насоса НСПГ 900-120 показаны на рис. 2.

Задача перекачивания СПГ с минимально возможным уровнем решается тем, что в насосе, содержащем корпус 4 (рис. 3), а также установленные в корпусе на одном валу 3 рабочее колесо 1 и электродвигатель 7, предусмотрен гидравлический тракт (показанный пунктирной линией), соединенный с отверстиями, выполненными в верхней и нижней крышках и сообщающимися с внешней средой, при этом угол установки лопатки на входе (рис. 4) в шнек 2 выполнен в пределах от 19 до 240 град.



СПГ проходит через шнек 2 (см. рис. 3), установленный на валу 3 насоса, затем попадает в рабочее колесо 1 и через корпус 4 с направляющим аппаратом поступает на выход через каналы верхней крышки 6 насоса. При этом СПГ из полостей между рабочим колесом 1 и нижней крышкой 5, рабочим колесом 1 и корпусом 4 проходит через отверстия, соединенные с внешней средой, охлаждаясь до температуры среды, с последующим возвратом охлажденного потока в шнек.

Технический результат данной конструкции состоит в улучшении кавитационных качеств насоса за счет использования дополнительного гидравлического тракта в верхней и нижней крышках, который обеспечивает разгрузку ротора насоса от осевой силы и отвод тепла напорного потока от входных кромок рабочего колеса благодаря охлаждению рабочего потока холодной перекачиваемой средой вне насоса с последующим возвратом охлажденного потока в шнек, и угла уста-

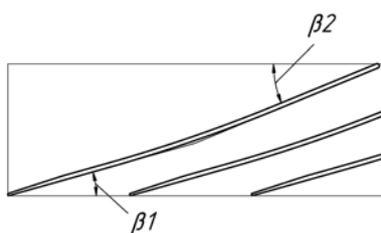


Рис. 4. Развертка шнека насоса НСПГ 900-120 по средней линии:
 $\beta 1$ — угол входа лопатки; $\beta 2$ — угол выхода лопатки

новки лопатки на входе в шнек в пределах от 19 до 240 (см. рис. 3).

Заключение. Разработанный насос НСПГ 900-120 позволяет решать задачи перекачивания сжиженного природного газа из емкостей с минимально возможным уровнем остаточного СПГ при сохранении высоких технико-экономических показателей.

Ожидаемая технико-экономическая эффективность:

- снижение трудоемкости изготовления и стоимости изделия (по сравнению с зарубежными аналогами);

- более высокие энергетические и кавитационные характеристики по сравнению с зарубежными образцами;

- улучшение экономичности;

- повышение безопасности эксплуатации систем перекачивания СПГ;

- обеспечение требований экологической безопасности.

Уточненные технические характеристики насоса будут получены после проведения испытаний опытного образца, которые планируются в III квартале 2013 г.

Литература

1. Бабаева М. В. Транснациональные корпорации на Мировом рынке сжиженного природного газа. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук, Московский государственный институт международных отношений МИД России. М., 2010.
2. Соколов Е. В., Ключвин О. Н. Отчет о патентных исследованиях по ОКР «Разработка насосного оборудования для систем перекачивания сжиженного природного газа» ОАО «ЛГМ». М., 2012.