

Advanced Pumping Equipment to Fit New Reality

Перспективная насосная техника под новые реалии

Article supplied by REAM-RTI

Статья предоставлена компанией ООО «РЕАМ-РТИ»

As crude oil prices fall in the global market oil companies face the challenge of maximizing recovery and minimizing production costs. Most hydrocarbon fields in Russia are nearing depletion and their declining production prompted vigorous development of cluster drilling and extended reach technologies.

However, the drift angle buildup rate in such wells makes it hard to use existing submersible units with centrifugal pumps of considerable length because of low head generated by their stages.

The significant length of submersible pumps precludes onsite assembly of pre-assembled sections (consisting of a centrifugal pump plus electric motor), which hampers the use of advanced tripping operations, like coil tubing.

Also, in the case of low-rate or high-viscous flow wells, such pump units will have low energy efficiency, especially in the small diameter range.

For that reason, the submersible pump design needed to date should meet the following requirements:

- High head per unit of length
- Operability at low flow rates, less than 5 cubic meters per day
- Small diameter
- High efficiency within the rated speed and displacement range
- Energy efficiency in viscous environment
- Serviceability at high temperatures (to 300 °C)

Positive-displacement pumps with metal or ceramic members are the type of submersible units closest to the above specifications with gerotor pumps being most compact of various pump designs.

This pump is commonly considered suitable for pumping "clean media", but some foreign companies (for instance, Viking Pump) manufacture commercial pumps with internal gear design for pumping and transporting high-abrasive media (asphalt, paints).

В свете падения мировых цен на сырую нефть перед нефтяными компаниями стоят задачи наиболее полного извлечения углеводородного сырья и снижение себестоимости процесса добычи. Большинство месторождений в России вышли на позднюю стадию разработки с падающей нефтеотдачей, в связи с чем усиленно развиваются технологии кустового бурения с выходом на горизонтальные скважины.

Однако, темп набора кривизны таких скважин вызывает проблемы применения в них существующих погружных установок с центробежными насосами, имеющих значительную длину из-за низкой напорности рабочих ступеней.

Большая длина погружных центробежных насосов (УЭЦН) не позволяет проводить монтаж на скважине уже собранной в заводских условиях установки (центробежный насос + электрический двигатель), что затрудняет применение перспективных технологий спуско-подъемных операций, таких как колтюбинг.

Кроме того, в случае низкодебитного фонда, а также скважин с высокой вязкостью, установки с ЭЦН имеют низкую энергоэффективность, особенно при малых диаметральных габаритах.

По этой причине в настоящее время актуальны разработки погружных насосных установок обладающих следующими особенностями:

- высокой напорностью на единицу длины;
- работоспособностью с малыми дебитами, ниже 5 м³ в сутки;
- малым диаметральным габаритом;
- высоким КПД в расчетном диапазоне частот вращения и подач;
- энергоэффективностью на вязких средах;
- возможностью эксплуатации при высоких температурах (до 300 °C).

Наиболее подходящим типом погружного оборудования, удовлетворяющим этим требованиям, являются объемные насосы с металлическими либо керамическими рабочими органами.

Среди разнообразных конструкций насосов объемного действия одними из самых компактных являются героторные насосы.



● Photo 1 The GPN4-50-2000 gyro-rotor section
● Фото 1 Секция героторного насоса ГПН4-50-2000

The simple geometry of its members allows for the use of various materials for manufacturing gerotor pump components (metal, ceramic, polymer, etc).

The analysis of gerotor kinematics showed that the sliding of its contact surfaces could be minimized. With that idea in mind, REAM-RTI specialists with the support of the Moscow State University of Mechanical Engineering (MAMI) and particularly V.I. Fedorenko, Ph.D.^{1, 2} have calculated and optimized gerotor stage profile, designed, and manufactured the GPN4-50-2000³ submersible pump.

Its pumping section has four gerotor stages (Photo 1). The pumping section assembly process and the fully assembled GPN4-50-2000 pump are shown below (Photos 2-3).

The GPN4-50-2000 gerotor pump bench and borehole testing (Photo 4) demonstrated the design resilience to non-lubricating media (water), validated flow-rate calculations, and confirmed high wear resistance of the gerotor gear design. The work is presently in progress to optimize the pump mating couples.

The GPN4-50-2000 pumps are merely 780 millimeters long and head of 660 meters per section and 10 to 80 cubic meters rate per day at rotating speed ranging from 10 to 50 Hz.

The positive results encourage further optimization effort of positive-displacement pumps of gerotor type for use in the oil and gas industry. ●



● Photos 2-3 The GPN4-50-2000 assembly process and a fully assembled pump
● Фото 2-3 Сборка насоса и насос ГПН4-50-2000 в сборе



Традиционно считается, что данный тип насосов пригоден для перекачивания «чистых сред», однако ряд зарубежных компаний (например, Viking Pump) выпускает промышленные насосы с внутренним зацеплением роторов для нагнетания и транспортирования высокоабразивных сред (асфальт, краски).

Ввиду простоты геометрии рабочих органов, в зависимости от технических требований, есть технологическая возможность изготовления комплектующих данного типа насосов из различных материалов (металлических, керамических, полимерных и т.д.).

Анализ кинематики героторного профиля выявил возможность минимального скольжения контактирующих поверхностей. На этом принципе

специалистами ООО «РЕАМ-РТИ» при поддержке МАМИ, и, в частности, к.т.н. Федоренко В.И.^{1, 2} был рассчитан и оптимизирован профиль героторных рабочих ступеней, спроектирована конструкция и изготовлены погружные насосы ГПН4-50-2000³.

Насосная секция такого насоса состоит из четырех героторных рабочих ступеней (фото 1). Сборка секции насоса и насос ГПН4-50-2000 в сборе показаны на фото 2-3.

Стендовые и скважинные испытания (фото 4) героторных насосов ГПН4-50-2000 показали работоспособность конструкции на несмазывающей среде (воде), подтвержден расчетный дебит, а также высокая степень износостойкости героторных профилей зацепления. В настоящее время продолжают работы по оптимизации пар трения насоса.

Насосы ГПН4-50-2000 развивают 660 м напор на одну секцию из четырех рабочих ступеней при длине секции всего 780 мм, обеспечивая при этом подачу 10-80 м³ в сутки в диапазоне частот вращения 10-50 Гц.

Положительные результаты позволяют продолжить развитие направления объемных насосов героторного типа для нефтегазовой добычи. ●



● Photo 4 Tripping operations with the use of the GPN4-50-2000 pump
● Фото 4 Спускоподъемные работы с героторным насосом ГПН4-50-2000 на скважине

ЦИТИРУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Федоренко В.И., «Теоретические предпосылки проектирования оборудования для изготовления деталей сложной поверхности» // М.: ЦРДЗ, 1992, стр. 53-58.
2. Федоренко И.Н., Федоренко В.И., «Обобщенная циклоида как база формообразования сложной поверхности» // журнал «Автомобильная промышленность», 1999, № 8, стр. 33-36.
3. «Прибавление в семействе погружных скважинных насосов – многоступенчатый геротор», 2 апреля 2012, сайт www.oilandgaseurasia.com

REFERENCES

1. V.I. Fedorenko, Conceptual Base for Designing and Manufacturing Complex Configuration Equipment Components // M., 1992, pages 53-58
2. I.N. Fedorenko, Generalized Cycloid as a Basis for Poly-Surface Formation // Automotive Industry Journal, 1999, #8, pages 33-36
3. New Addition to the Family of Submersible Pumps: Multi-Stage Gerotor, April 2, 2012, www.oilandgaseurasia.com