N&O 4-5_2010.qxd 1/10/10 15:55 Page 22

РАЗРАБОТКА ПРОТОЧНЫХ ЧАСТЕЙ НАСОСОВ ЭЦВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Александр Костюк,
директор программы
ООО «УК «ГМС»
к.ф.-м.н

Игорь Твердохлеб,
директор по НИОКР
ООО «УК «ГМС»
к.т.н.

Водоснабжение относится к отраслям промышленности с интенсивным использованием насосного оборудования, где доля потребляемой насосами электроэнергии составляет более 50 % от общего энергопотребления. В этой связи эффективность насосного оборудования является главным конкурентным преимуществом и меняет подход потребителей к выбору насосного оборудования, при котором начальная стоимость – далеко не определяющий фактор.

ОАО «Группа ГМС» - один из ведущих производителей скважинных насосов ЭЦВ. Входящие в группу предприятия проводят постоянную работу по повышению технического уровня выпускаемых насосов, в короткие сроки создавая насосное оборудование в соответствии с современными требованиями. Решение подобных задач невозможно без применения методов компьютерного моделирования.

В своей деятельности ОАО «Группа ГМС» успешно применяет современные методы компьютерного моделирования при разработке проточных частей насосов.

Один из крупных проектов, реализованный с помощью применения численных методов, — проект модернизации скважинных насосов типа ЭЦВ. Основной целью проекта являлось создание насосных агрегатов, отвечающих современным требованиям, с точки зрения как технического уровня, так и минимальной стоимости жизненного цикла.

Результатом реализации первого этапа проекта была разработка герметичных электродвигателей серии ДАП, имеющих характеристики, соответствующие электродвигателям ведущих мировых производителей.

Второй этап предусматривал создание новых насосных частей с улучшенными характеристиками.

Для решения поставленной задачи были использованы программные продукты ANSYS ICEM CFD 11.0 и ANSYS CFX 11.0, позволяющие до проведения физического эксперимента провести численный эксперимент (ЧЭ), который моделирует течение жидкости как в отдельных элементах проточной части, так и ступени в целом, и с достаточной точностью получить характеристики спроектированного рабочего колеса и проточной части в целом.

В статье приводятся некоторые результаты работ по проектированию насосных частей насосов ЭЦВ, выполненных с использованием методов компьютерного моделирования.

Насосы с центробежными ступенями

Разработка центробежной ступени насоса ЭЦВ8-25 в габаритах существующей ступени:

1. *Требования к форме характеристик:*
- невозрастающая мощностная характеристика в области подач выше номинальной;
- полого падающая напорная характеристика.

2. *Параметры ступени:*

2.1. подача: $Q_{расч}$ = 25 м^3/ч;
2.2. напор: H = 18,5 м;
2.3. частота вращения: n = 2850 об/мин;
2.4. перекачиваемая среда: вода;
2.5. коэффициент быстроходности ступени по данным параметрам равен 97.

Для получения полого падающей напорной характеристики и невозрастающей мощностной характеристики был уменьшен угол наклона лопатки на выходе рабочего колеса с 34°12' до 24°56'. Закономерным результатом уменьшения угла лопатки стало снижение напора ступени на 15 %. Для увеличения напора ступени в рабочем колесе был применен дополнительный ярус укороченных лопаток ***(рис. 1)***. Первоначально лопатки были расположены симметрично относительно основных лопастей.

© А. Костюк,
И. Твердохлеб,
2010

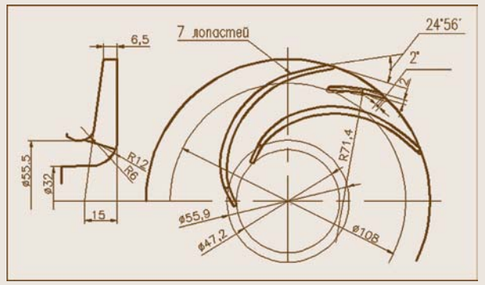


Рис. 1. Чертеж рабочего колеса ЭЦВ8-25 с дополнительными лопатками

В результате численного эксперимента были получены требуемое значение напора и требуемые формы характеристик, но при этом значение КПД, по сравнению с серийной ступенью, стало на 1 % меньше.

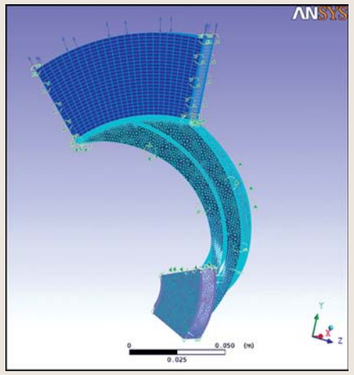


Рис. 2. Расчетная модель одного канала рабочего колеса ЭЦВ 8-25

В разных источниках приводится информация о том, что КПД рабочего колеса с двухъярусными лопатками в сильной степени зависит от расположения дополнительных лопаток в каналах относительно основных. Точные рекомендации по выбору положения лопаток не приводятся. Для выбора оптимального положения был проведен ряд численных экспериментов, в результате чего найдено оптимальное расположение дополнительных лопаток. Расчетная модель численного эксперимента приведена на ***рис. 2.***

На ***рис. 3*** слева показано обтекание при симметричном расположении по шагу промежуточных лопастей между основными, справа – при смещении к тыльной стороне лопасти. Видно, что при смещении промежуточных лопастей поток имеет более равномерное распределение скоростей в межлопастном пространстве.

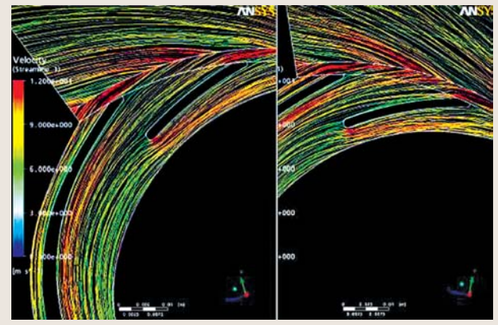


Рис. 3. Картина течения жидкости в межлопаточном канале рабочего колеса с многоярусными лопатками

Рис. 4. Мощностные характеристики электронасосных агрегатов ЭЦВ 8-25-100 с серийной и модернизированной проточными частями

В результате проведенной работы разработано рабочее колесо, которое дает возможность улучшить характеристики насосов ряда ЭЦВ 8-25. Ожидаемое повышение КПД ступени - 1,5...2 %. Максимум потребляемой мощности ступени находится практически на номинальной подаче ***(рис. 4)***.

Аналогичные работы по разработке проточных частей выполнены для насосов ЭЦВ 6-16, ЭЦВ 8-40, ЭЦВ 10-65.

Насосы с диагональными ступенями

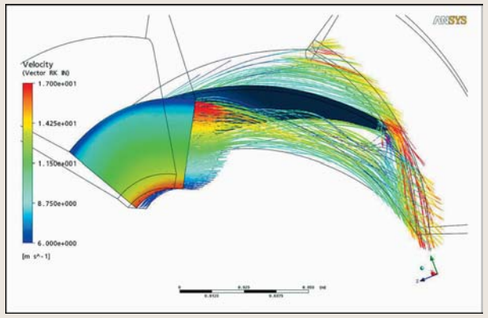
Теория и практика создания насосного оборудования подтверждают, что при коэффициенте быстроходности n_s = 150 - 200 наиболее высоких значений КПД при ограниченном диаметре скважины можно добиться в случае использования проточных частей диагонального типа.

В свою очередь, диагональный тип ступени по технологии изготовления более сложен и, соответственно, по стоимости изготовления – выше. В подходе к проектированию, при котором основным исходным требованием является более низкая величина стоимости жизнен-

N&O 4-5_2010.qxd 1/10/10 15:55 Page 24

ного цикла, такой переход оправдан.

Примером реализации такого подхода к проектированию стала разработка насоса ЭЦВ 10-120, который выпускается с центробежной ступенью. Прежде всего, такое решение продиктовано более простой технологией изготов-



ления рабочих органов.

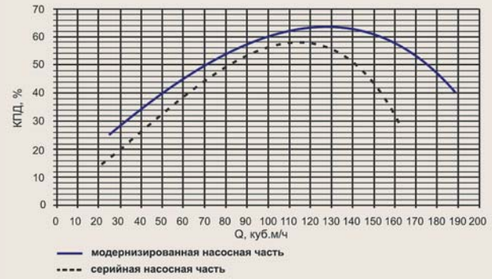
Рис. 5. Линии тока в РК насоса

ЭЦВ 10-120 (Q = 120 м³/ч)

Рис. 6. Линии тока в трех ступенях насоса ЭЦВ 10-120 (Q = 120 м³/ч)

На ***рис. 5, 6*** приведены результаты численного эксперимента, иллюстрирующие распределение скоростей в каналах рабочего колеса и трех ступеней насоса.

Сравнение характеристик насосов центробежного и диагонального типов наглядно демонстрирует, что насосы ЭЦВ 10-120 с диагональной проточной частью имеют больший рабочий диапазон с более высокими энергетическими показателями по КПД насосного



агрегата ***(рис. 7)***.

Рис. 7. Характеристики КПД электронасосных агрегатов ЭЦВ 10-120 с модернизированной и серийной насосными частями

Переход с центробежной ступени на диагональную для n_s = 200 позволил увеличить КПД ступени на 7 % .

Созданная насосная часть ЭЦВ 10-120 соответствует современному техническому уровню.

Выводы

1. Применение численных методов проектирования дало возможность значительно сократить время разработки, повысить качество проектирования проточных частей насосов.

2. В ходе работ по проектированию проточных частей отработана методика проведения численных экспериментов, позволяющая получать результаты, которые в высшей степени согласуются с результатами физического эксперимента.

3. Результатом работ является создание модернизированного ряда насосов ЭЦВ.

Литература

1. *Твердохлеб И., Князева Е.* Разработка сменных роторов насосов на основе результатов численного эксперимента, проведенного с помощью программного продукта ANSYS CFX 11.0 и ANSYS ICEM CFD 11.0 – «**Насосы&оборудование**», № 1 (48) - 2008. - с. 42 - 46.

2. *Ломакин А. А.* Центробежные и осевые насосы. – М - Л.: Машиностроение, 1966.

3. *Агеев Ш. Р., Григорян Е. Е., Макиенко Г. П.* Российские установки лопастных насосов для добычи нефти и их применение. Энциклопедический справочник – Пермь: ОАО Пресс-Мастер, 2007.

4. *Костюк А., Надточий А., Солодченков В.* Создание проточной части диагонального типа для электронасосных агрегатов ЭЦВ 10-120 - «**Насосы-**

ГМС ГРУППА

ЛИВНЫНАСОС

303850, Россия, Орловская обл.,
г. Ливны, ул. Орловская, 250
тел.: +7 (48677) 7-33-54, 7-30-15, 7-11-07
тел./факс: +7 (48677) 7-89-36
e-mail: info@livnasos.ru
www.livnasos.ru

ОАО «Группа ГМС»

- разрабатывает и производит насосное и блочно-модульное оборудование для различных отраслей промышленности. Как поставщик комплексных решений ОАО «Группа ГМС» оказывает инжиниринговые и строительные услуги по сооружению технологических объектов «под ключ».

ОАО «Ливнынасос»

- специализируется на производстве погружных центробежных насосов типа ЭЦВ, применяемых в городском, промышленном, сельскохозяйственном и бытовом водоснабжении, а также для орошения земель и понижения уровня грунтовых вод.