



РАЗРАБОТКА И ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАЛОДЕБИТНЫХ ЭЦН С РАСШИРЕННЫМИ ПРОТОЧНЫМИ КАНАЛАМИ СТУПЕНЕЙ



ВЛАДИМИР ТУЗОВ

Начальник группы
разработки ступеней
НТЦ ЗАО «УК Рунако»

ВАСИЛИЙ МИСЮРКО

Зам. директора
по направлению «насосное
оборудование»
НТЦ ЗАО «УК Рунако»

В последнее время довольно остро стоит вопрос эксплуатации скважин с высоким содержанием механических примесей, а также солеотложений и засорений механическими

Для уменьшения засорения нами было принято решение увеличивать проходные сечения каналов ступеней

примесями. Отложения солей в проточных каналах ступеней насосов являются, пожалуй, одним из главных факторов отказов УЭЦН (см. «Проблемы эксплуатации ЭЦН»).

Основная доля неисправностей связана именно с засорением рабочих органов.

Существуют, конечно, различные способы борьбы с механическими примесями. На наш взгляд, одним из лучших является все-таки вынос механических примесей из скважины на поверхность. И особенно остро проблема засорения стоит для насосов с дебитом до 30 м³ в сутки, так как ступени этих насосов имеют самые узкие проточные каналы и, как следствие, они засоряются быстрее всего.

И логично было бы предположить — чтобы уменьшить вероятность засорения, нужно расширить эти узкие места, то есть расширить проточные каналы, уменьшить вероятность засорения. Исходя из этого, специалистами нашего НТЦ было принято решение о разработке нового оборудования, специально предназначенного для эксплуатации в

скважинах с повышенным содержанием механических примесей.

При проектировании ступеней с расширенными проточными каналами мы столкнулись с рядом трудностей. В первую очередь, это связано с тем, что, используя традиционные методики проектирования, мы получили, что точка максимума КПД сместилась в область больших подач от номинальной, и что не удовлетворяло требованию нефтяных компаний по положению оптимальной подачи относительно номинальной, что для нас было неприемлемо. В таком случае мы приняли решение о разработке новой методики проектирования подобных ступеней.

Основные положения, которые были заложены в данную методику. Для уменьшения засорения было принято решение увеличивать проходные сечения каналов ступеней. Были увеличены, в первую очередь, высота лопаток направляющего аппарата и рабочего ко-

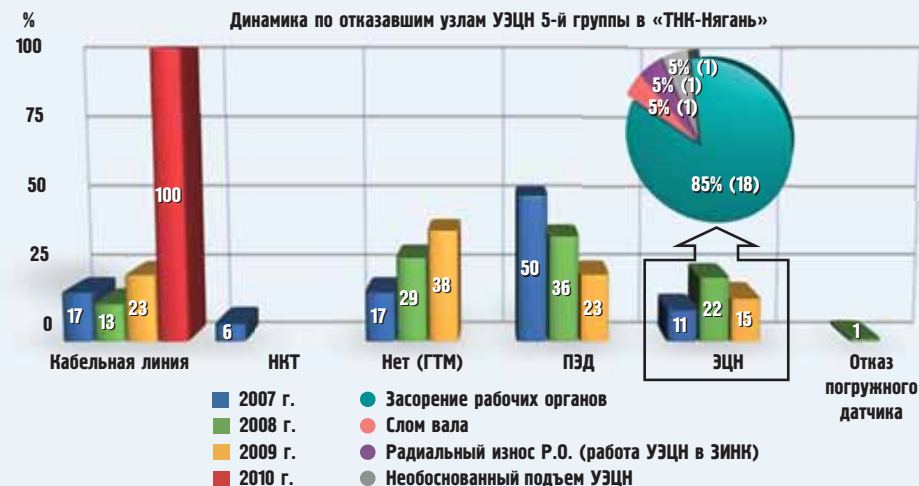


леса до величин 4,5–5 мм. На аналогичных ступенях на такие же подачи эта величина достигает порядка 3,5 мм. Также было уменьшено количество лопастей в рабочем колесе, например, до трех, что позволило также увеличить проходные сечения рабочего колеса в 1,5–2 раза.

Но в таком случае максимум КПД смещался вправо, в область больших подач. И нами было принято решение о существенном уменьшении угла установки лопастей на выходе из рабочего колеса до значений 10–20 градусов и увеличения угла охвата, то есть длины лопатки для того, чтобы увеличить густоту решетки и повысить потребный напор ступени. В результате получено совпадение режима максимума КПД на номинальной подаче, как за счет параметров направляющего аппарата, так и за счет параметров рабочего колеса.

На данную конструкцию получено два патента РФ: как на саму конструкцию, так и на способ проектирования. Новый насос обладает рядом преимуществ, которые заключаются в том, что, во-первых, проходные сечения существенно больше. То есть площади проходных сечений каналов ступени увеличены в 1,5–2 раза, что сопоставимо со ступенями на подачи 50–80 м³/сут, которые не так сильно подвержены засорению.

Проблемы эксплуатации ЭЦН



Изменение конфигурации ступени также не привело к какому-то существенному снижению КПД, и показатель данной ступени находится в на уровне существующих ступеней погружных насосов. За счет новой конфигурации проточной части также существенно снижена вероятность засорения проточных каналов. И как следствие, у данных насосов выше ресурс и наработка на отказ.

Исходя из вышеперечисленных принципов нашей новой методики, была разработана целая линейка новых насосов на подачи 20, 25 и 30 м³ в сутки: КПД находится на уровне существующих

современных аналогов. В качестве примера представлена характеристика ступени 5-30ИМ2 с расширенными проточными каналами, у этой ступени КПД — 35%,

Попутно пришлось существенно уменьшать угол установки лопастей на выходе из рабочего колеса до значений 10–20 градусов и увеличивать угол охвата

напор — 4,4 метра (см. «Характеристики ступени 5-30ИМ2»).

На наш взгляд, это приемлемые значения, так как изначально ставилась задача именно успешно работать в условиях повышен-

Новый насос обладает рядом преимуществ: ступени, в частности, засоряются гораздо реже

ного содержания механических примесей, пусть даже с незначительными ухудшениями энергетических параметров. Но видно, что

Разработана целая линейка новых насосов на подачи 20, 25 и 30 м³ в сутки: КПД находится на уровне существующих современных аналогов

точка максимума КПД не сместилась от номинальной подачи,



значение КПД не снизилось, а произошло всего лишь незначительное снижение напора.

Опытная партия проходит подконтрольную эксплуатацию в «Сургутнефтегазе»: общая наработка за истекший период — более 1000 суток

Разработанные насосы с расширенными проточными каналами ступеней уже запущены в серийное производство. И в количестве 10 штук проходят подконтрольную эксплуатацию нефтяной компанией «Сургутнефтегаз». Результаты подконтрольной эксплуатации представлены в таблице (см. «Опыт эксплуатации насосов...»).

Используя различные методики проектирования, компания способна на настоящий момент разрабатывать насосы от 10 м³ в сутки и выше

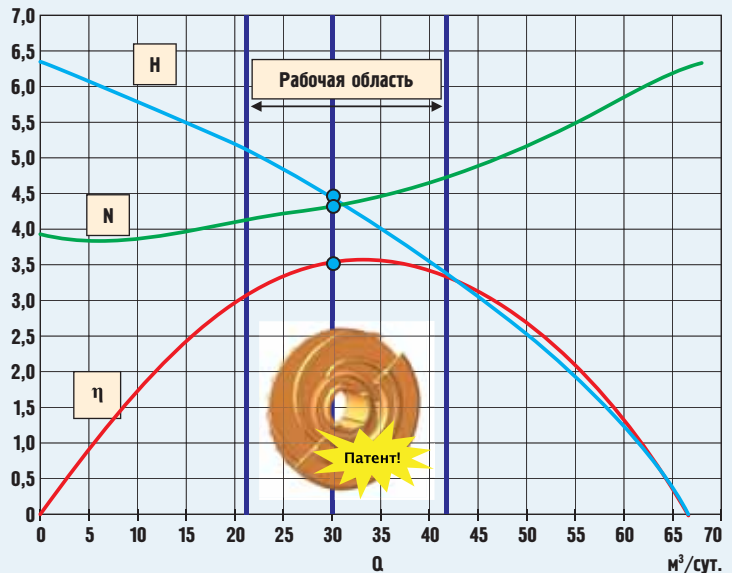
Видно, что все насосы находятся на настоящий момент в работе. Также они работают в широком диапазоне подач от 12 до 43 м³ в сутки и с различным содержанием механических примесей в скважине — от 64 до 883 миллиграмм на литр (см. «Подконтрольная эксплуатация»).

В ходе работы над ступенями 20, 25, 30 м³ в сутки с расширен-

Характеристики ступени 5-30ИМ2

Ступень 5-30ИМ2 с расширенными проточными каналами для работы в скважинах с повышенным содержанием мехпримесей

Н, м; N/10, Вт; η/10%



Рабочая область	Расход, м ³ /сут.	Напор, м	Потребляемая мощность, Вт	КПД, %
21-42	30,0	4,4	42,8	35,0

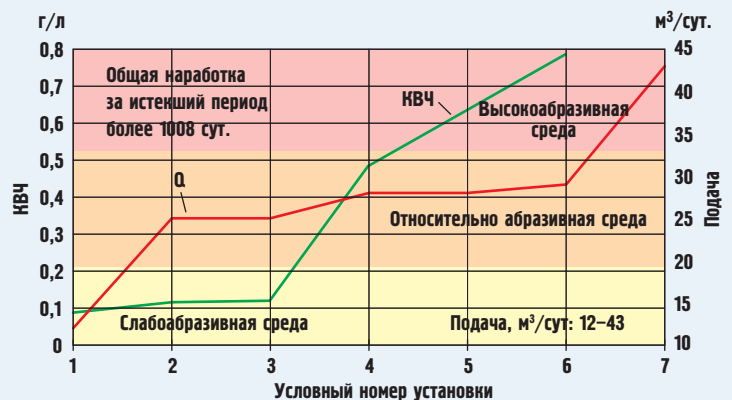
ными проточными каналами нами также было решено разрабатывать ступени на меньшие подачи, так как нефтяным компаниям интересна работа с малым дебитом и на расходы 15 и даже 10 м³/сут. Но получилось так, что данная методика не удовлетворяла нас в полной мере, в том смысле, что максимум КПД был далеко от но-

минальной подачи. Поэтому нами было решено использование новой конструкции рабочего колеса.

Мы применили так называемое «парциальное» рабочее колесо и в настоящее время работаем над созданием ступени 5-10. Данная ступень уже спроектирована, находится на стадии испытаний, доводки опытных образцов. Ее ха-



Подконтрольная эксплуатация



Оборудование БЭНЗ эксплуатируется в широком диапазоне подач и содержания мехпримесей

* — 02153ЦНБ5-25ИМ2 (Р0 с расширенными межлопастными каналами)

рактические: порядка 19,5% — КПД, напор — 4,5 метра.

Хотел бы подчеркнуть, что максимум КПД находится рядом с номинальной подачей. И все это было достигнуто во многом благодаря использованию новой конструкции рабочего колеса, а также проектированию с использованием математического моделирования, которое позволяет повысить качество проектирования, достаточно быстро и точно строить интегральные характеристики ступени, такие как напор и КПД, изменять параметры ступени с целью достижения наилучших характеристик.


Также не последнюю роль в этом играет и то, что у нас есть специалисты, которые могут проектировать и моделировать про-

Опыт эксплуатации насосов ЭЦНБ5-25ИМ2

№ п/п	Скв.	ЭЦНБ	Qж, м³/сут	КВЧ, мг/л	Наработка, сут	состояние
1	2006	5-25-1900	25	112	113	В работе
2	11999	5-25-2300	28	84	119	В работе
3	3258	5-25-1900	43	481	115	В работе
4	4115	5-25-1900	29	783	116	В работе
5	1145	5-25-1900	28	116	112	В работе
6	345	5-25-2300	12	-	105	В работе
7	12676	5-25-2300	25	-	79	В работе
8	7009	5-25-2300	17	73	95	В работе
9	2167	5-25-2300	30	142	67	В работе
10	3541Пн	5-25-1900	20	119	87	В работе

Конструкция насоса ЭЦНБ5-25ИМ2 аналогична конструкции насоса ЭЦНБ5-30ИМ2

цессы в насосных ступенях. И хотелось также добавить, что по данной разработке подана заявка на полезную модель, которая сейчас находится на рассмотрении.

И в заключение я бы хотел сказать, что используя различные методики проектирования, мы способны разрабатывать насосы от 10 м³ в сутки и выше. 

ДИСКУССИИ

А.Рабинович (Новомет-Пермь): Доклад еще раз показал слабость нашей патентной системы. Вот все, что здесь сказано — все хорошо известно. И видно, что наше патентное ведомство выдает неизвестно что, какие патенты. И как мы будем в ВТО жить, если к нам будут какие-то претензии. Ну, может быть, Baker Hughes скажет? Они столько подают заявок на новые ступени? Я же знаю, что они не подают ступени ни на никакие патенты, потому что их невозможно защитить. А наши — как штампуют, как блинчики пекут.

Г.Мухамадеев (Почетный член ЭС по МД): Я — в защиту выступающего, потому что это мы заказывали насосы. Значит, уважаемый Александр Исаакович, не будем патентов касаться. Когда «Сургутнефтегаз» обратился ко всем производителям сделать такую ступень — для чего я объясняю — значит, месторождения все уходят дальше от населенных пунктов. У нас есть НГДУ «Нижнесортымнефть», там вводится сейчас 8 удаленных месторождений. Персонала, живущего на месторождении, фактически нет. Поэтому все работают вахтовым методом.

Эта ступень заказывалась для чего? После бурения бригадами освоения, бывают такие моменты, некачественно подготавливается скважина для эксплуатации. Практика всех нефтяных компаний — применять называемые в простонародье «утопленники», то есть откачать всякую там грязь, а потом спустить хороший насос. Мы посчитали, что это лишние затраты и пошли на изготовление вот этой ступени, что сейчас проходит испытания.

А критику — дали патент, не дали патент — этот вопрос не нашей конференции.

Р.Рагулин (Baker Hughes): Вот вы расширяете канал рабочих органов. Все хорошо. Но в свое время Сергей Пещеренко из «Новомета» уже не единожды говорил, что мехпримеси сами по себе не откладываются никогда на рабочих органах. Это всегда комплексный подход. То есть сначала возникают у нас соли, далее возникают осадения мехпримесей на эти соли.

Так что вы сделали с КПД? Ваш КПД — это у вас кипятильник, а не насос получается. Соответственно вы ускоряете выпадение солей и налипание тех самых мехпримесей, которые вы выносите, заявляя, что у вас износостойкость повышенная.

И второй вопрос. Вы когда патентный поиск проводили, смотрели аналоги за рубежом? Нет ли чего-то такого, похожего?

В.Т.: Что касается первого вопроса, то уровень КПД на подачах на 20, 25 и 30 м³/сут соответствует ряду насосов, которые предлагаются другими компаниями, для ступени на 30 м³/сут КПД достигает 35%. Дело в том, что имея такое значение КПД, для данных ступеней с увеличенными проходными сечениями вероятность засорения будет меньше.

Даже если будут откладываться соли, то этот процесс займет больше времени. У нас между дисками, например, расстояние 5 мм, в других компаниях — 3,5 мм. И даже если этот насос выйдет из строя, т.к. нет вечного оборудования, то это произойдет позже, вот и все.

По поводу патентного поиска зарубежных компаний — то патенты зарубежных аналогов так подробно не рассматривались. Во всяком случае, не было найдено таких аналогов.

Р.Р.: Парциальная ступень — что это значит?

В.Т.: Это значит, что рабочее колесо уже не лопаточного типа, как обычно, а фактически уже канального. То есть, там лопатки вырождаются, и поток идет по малой части всего сечения рабочего колеса. Дело в том, что на такие расходы, как 10 кубов, все наши ступени являются, скажем так, перерасширенными. Появляются отрывные зоны в течении потока, вихреобразование. И мы решили, что их нужно убрать. То есть фактически заполнили металлом, сделали более узкие каналы в рабочем колесе. Но данная ступень, напомню, находится в разработке и, может быть, на следующий год мы более подробно представим доклад, и расскажем о результатах.