

ЛОПАСТНЫЕ НАСОСЫ: СОВРЕМЕННЫЙ УРОВЕНЬ КПД И НАПОРНОСТИ СТУПЕНЕЙ



ШАРИФЖАН АГЕЕВ

Почетный член Экспертного совета по механизированной добыче нефти, заместитель генерального директора по науке ОАО «ОКБ БН КОННАС» (По материалам 11-го Совещания Экспертного совета по механизированной добыче нефти)

Насосное оборудование одно из наиболее энергоемких. Экономия электроэнергии при добыче нефти электроцентробежными насосами очень актуальна как в связи с тем, что растет обводненность продукции, так и с тем, что постоянно повышаются энерготарифы. Уже неоднократно говорилось о том, что при мехдобыче нефти затрачивается до 60% электроэнергии. Несмотря на то, что исследования ведутся по многим направлениям (в частности, немаловажно снижение потерь в трубах, правильный выбор кабеля и т.д.), ясно, что главным образом электроэнергия при нефтедобыче теряется в насосах и двигателях.

Главным фактором, влияющим на энергоэффективность насосов, является коэффициент полезного действия. Кроме КПД, нужно обратить внимание

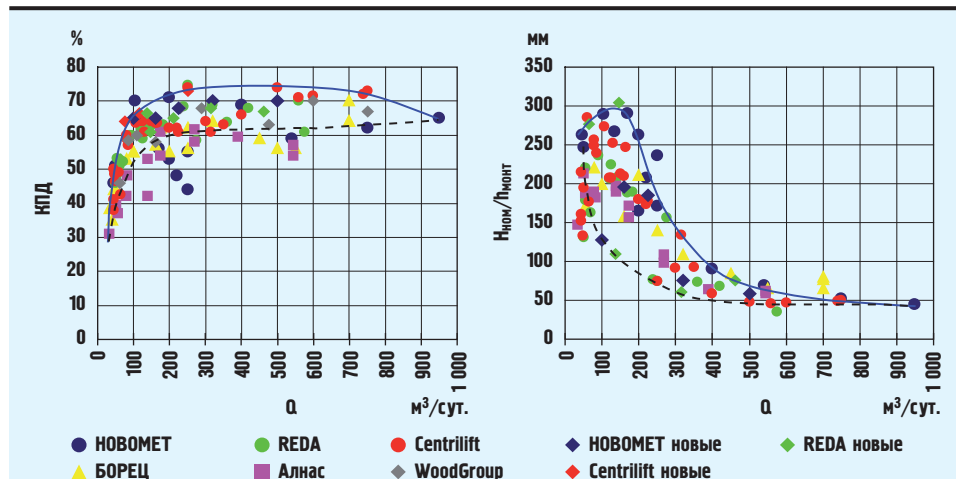
на второй важный параметр насосов и ступеней — напорность ступеней, то есть единицу напора на единицу монтажной высоты ступеней, от которой зависит длина на-

соса, а при кривизне скважин это влияет и на надежность установок.

В связи со значимостью изложенных факторов разработчики и изготовители ЭЦН ведут постоянные опытно-конструкторские и исследовательские работы по повышению КПД и напорности ступеней насосов.

Уровень КПД ступеней ЭЦН габарита 5А

Уровень напорности ступеней ЭЦН габарита 5А



Сравнительный анализ

Каждый докладчик, рассказывая про успехи в повышении КПД насосов, сравнивает достигнутый КПД с КПД своих же насосов, которые были до сих пор. Но хотелось бы посмотреть в целом: что же мы имеем на сегодня по всем изготовителям? Для этого мы попытались собрать данные из каталогов и публикаций всех ведущих фирм: REDA за 2005 год, Centrilift – 2007-й, WoodGroup –

2001-й, НОВОМЕТ – 2010-й, АЛНАС – 2010-й, «Борец» — 2010-й.

Во всех публикациях и каталогах приводятся повышенные энергетические характеристики ступеней. Представляется важным определить по всем имеющимся данным практически достижимый технический уровень КПД и напорности ЭЦН с тем, чтобы получаемые характеристики и параметры по новым ступеням можно было бы сравнить с уже имеющимся достигнутым уровнем.

Для анализа был выбран наиболее популярный в России габарит 5А. На графике приведены точки КПД практически всех ведущих фирм-разработчиков и изготовителей (см. «Уровень КПД ступеней ЭЦН габарита 5А»). По наивысшим точкам КПД проведена сплошная синяя кривая. На другом графике приводится напорность, то есть напорная единица монтажной высоты этих же ступеней (см. «Уровень напорности ступеней ЭЦН габарита 5А»).

Если проанализировать эти два графика, то видно, что ступени с

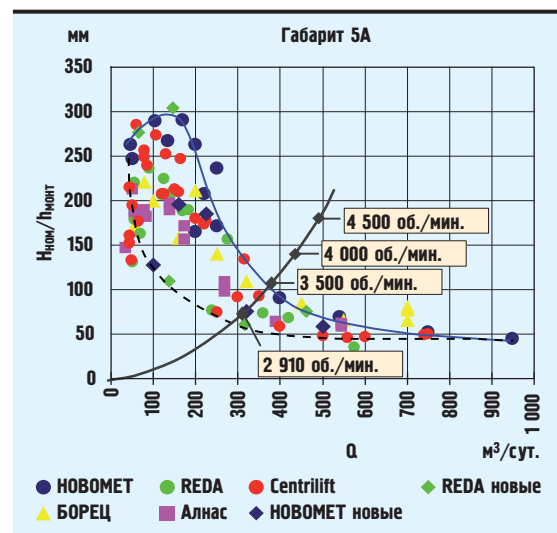
наивысшим КПД имеют относительно низкую напорность (пунктирная кривая на графике уровня напорности). Самый высокий КПД для габарита 5А — примерно 73–74%. Это очень высокий КПД.

Если взять, допустим, «новометовскую» ступень на 320 кубов, то видно, что она имеет очень высокий КПД, но маленькую напорность (см. «Изменение напорности от частоты вращения»). Но если эту ступень раскрутить, например, до 3500 оборотов, то она уже будет иметь наивысшую напорность, а если еще больше увеличивать частоту вращения, то напорность резко возрастает, потому что напор возрастает в квадрате от частоты вращения.

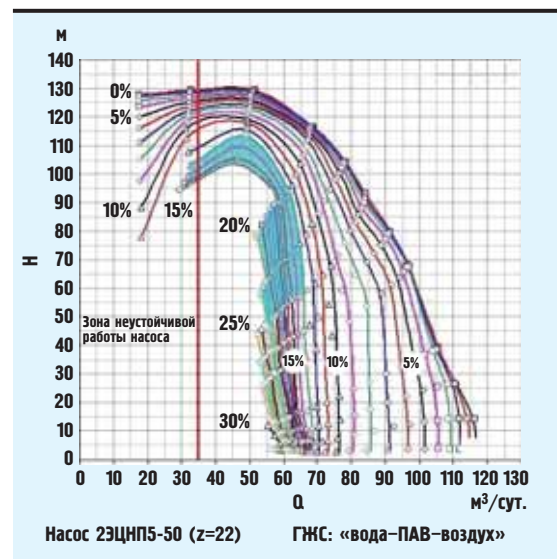
Завал характеристики и помпаж

Нужно отметить, что некоторые из имеющихся ступеней (кстати, не только отечественных производителей) имеют завал на левой границе характеристики, то есть их напорные характеристики

Изменение напорности от частоты вращения



Напорные характеристики ЭЦН при различном газосодержании



Вопросы из зала

Вопрос: Когда вы говорили раскрутить до 3200 оборотов, то не до конца провели анализ. Вы правильно сказали, что напор пропорционален квадрату оборотов, но расход пропорционален первой степени. И вместо 320 кубов у вас будет 400 кубов. Это уже другой насос.

И второе. Когда вы увеличите за счет оборотов напор, у вас упадет коэффициент быстроходности, и КПД может упасть. На сколько? Это надо для каждого насоса считать. Поэтому, если проводить анализ, то проводить надо полностью, поскольку и расход будет уже другой, и КПД надо смотреть...

Ш.А.: Во-первых, я не сказал, что подача увеличится пропорционально, поскольку рассчитывал, что вы это точно знаете. А во-вторых, КПД, к вашему сведению, с увеличением оборотов не меняется.

Вопрос: Графики, где вы анализировали современное состояние по напорности и КПД, для каких режимов — номинальных или оптимальных?

Ш.А.: Для оптимальных, конечно. Потому что номинальные режимы у некоторых изготовителей чуть ли не в два раза отличаются и не характеризуют ступень.

Вопрос: Так что вы посоветуете — какую ступень выбирать? Среднюю или с максимальным КПД? Или с максимальным напором?

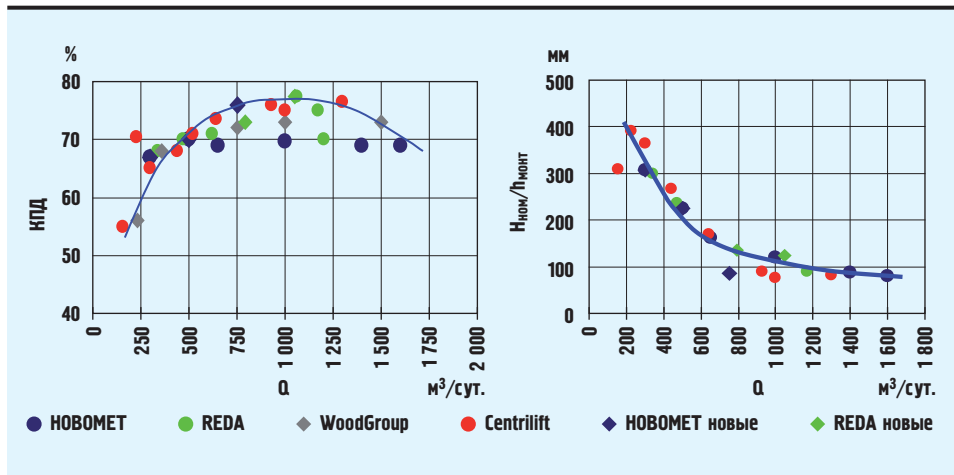
Ш.А.: Если вы хотите экономить электроэнергию, вы сами поймете, что вам брать. При этом напорность уменьшится. Но сейчас появились дополнительные возможности, связанные с частотниками, вентильными двигателями — пожалуйста, пользуйтесь ими, и это поможет резко уменьшить длину насоса.

не являются монотонно падающими. К чему это приводит?

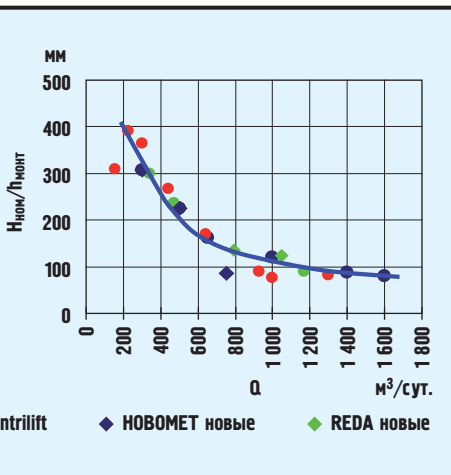
Если посмотреть на результаты исследований напорных характеристик ЭЦН при различном газосодержании (см. «Напорные характеристики ЭЦН при различном газосодержании»), то видно, что при нулевом газосодержании наблюдается маленький завал характеристики, а при увеличении газосодержания в откачиваемой жидкости завал на левой границе увеличивается. И даже при 10%-ном газосодержании завал очень большой.

Если мы вообразим, что характеристика сети этого насоса будет параболической, то она будет

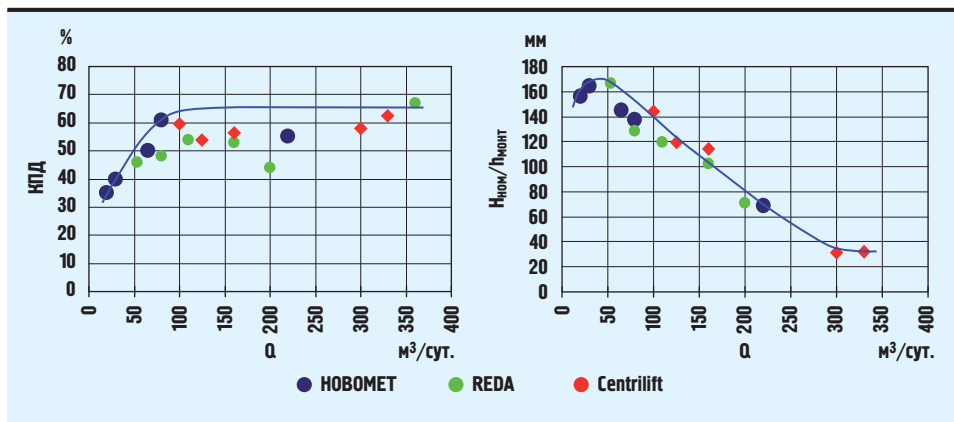
Уровень КПД ступеней ЭЦН габарита 7А



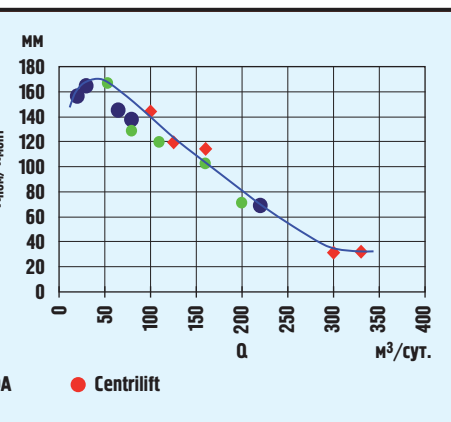
Уровень напорности ступеней ЭЦН габарита 7А



Уровень КПД ступеней ЭЦН габарита 4



Уровень напорности ступеней ЭЦН габарита 4



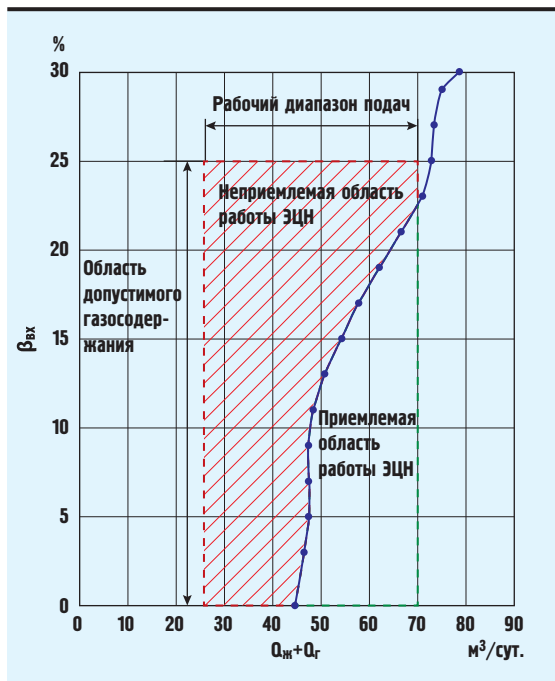
дважды пересекать напорную характеристику, а это и есть помпаж. То есть, насос будет работать и на одном, и на другом режиме. Режим будет все время меняться, что приведет к вибрации.

Часто можно встретить описание того факта, что при маленьких подачах начинается нестабильный режим работы. Если избегать режима помпажа, то область рабочего режима работы насоса резко уменьшается (см. «Влияние помпажа на рабочий диапазон насоса»).

Интересно посмотреть на форму характеристики насоса ЭЦН5-50 (см. «Напорно-энергетические характеристики ЭЦН5-50(59,60)»), где приведены также статистические данные А.В.Кузнецова, звучавшие ранее в одном из докладов. Видно, что наработки такого насоса очень сильно зависят от режима — на маленьких режимах наработки очень маленькие, а на больших увеличиваются раза в два-три.

Нужно еще отметить, и это касается всех вышеприведенных данных и характеристик, что некоторые ступени, особенно в импортных насосах, изготавливаются в компрессионном исполнении для использования именно в пакетных сборках, или, по зарубежной терминологии, в компрессионно-модульных насосах. [1]

Влияние помпажа на рабочий диапазон насоса



Напорно-энергетические характеристики ЭЦН5-50(59,60)

