

НИЗКОАДГЕЗИОННЫЕ ЭЦН

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

На протяжении 6 лет ООО «Ижнефтепласт» работает над темой низкоадгезионных ЭЦН. При этом совершенствуются как конструкция, так и технология применения ЭЦН данного типа, а также уточняется эффективная область их применения.

Накопленный опыт работы показывает, что низкоадгезионные ЭЦН обеспечивают большую эксплуатационную и экономическую эффективность по сравнению с насосами с металлическими рабочими органами при использовании их в среднедебитных и, особенно, в малодебитных фондах (до 50 м³/сут.) при наличии совокупности следующих осложняющих факторов: (1) высокая обводненность; (2) солеотложения, АСПО, эмульсии; (3) высокое содержание неабразивных мехпримесей; (4) высокое содержание свободного газа на приеме насоса до 60 % (без дополнительных устройств).



При эксплуатации ЭЦН на малодебитном фонде часто происходят отказы, связанные с перегревом насоса, клином и оплавлением изоляции кабеля, а также засорением рабочих органов насоса солями и мехпримесями. При эксплуатации ЭЦН в периодическом режиме наблюдаются отказы из-за заклинивания ступиц рабочих колес в парах трения от солеотложений.

Рост числа отказов обусловлен, как конструктивными особенностями существующих малопроизводительных ЭЦН, так и недостаточностью притока и нестабильностью динамического уровня малодебитных скважин.

Причины отказов в малодебитных фондах скважин

1. Снижение динамического уровня вызывает падение давления на приеме насоса, интенсивное разгазирование и уменьшение плотности перетекающей пластовой жидкости. Это, в свою очередь, приводит к нарушению перетока, срыву подачи, существенно повышению температуры и перегреву установки, а также к интенсивному износу трущихся поверхностей ЭЦН.
2. В свою очередь, снижение давления, интенсивное разгазирование и резкое повышение температуры пластовой жидкости приводят также к выпадению солей, в первую очередь, карбоната кальция в начале первой и в конце последней секций насоса. Применение газосепараторов, с одной стороны, решает проблему разгазирования, с другой, — приводит к уменьшению концентрации СО₂ в пластовой жидкости, что снижает растворимость карбонатов и также вызывает их отложение на рабочих органах ЭЦН. К тому же комплектация ЭЦН газосепаратором существенно увеличивает стоимость всей установки.
3. Отложение солей и мехпримесей в значительной степени способствуют также малое сечение, высокая адгезия и низкие коррозионные свойства про-

точных каналов металлических рабочих органов существующих малопроизводительных насосов.

Эксплуатационная эффективность

Предлагаемые ООО «Ижнефтепласт» конструктивные особенности низкоадгезионных ЭЦН позволяют в значительной мере решать перечисленные проблемы с меньшими затратами. В настоящее время ООО «Ижнефтепласт» производит ЭЦН 5-25, 5-30, 5-50, 5-60, 5-80, 5-125:

- обычного исполнения;
- абразивостойкого исполнения;
- обычного газостойкого исполнения;
- абразивогазостойкого исполнения.

ЭЦН обычного газостойкого и абразивогазостойкого исполнений имеют следующие конструктивные особенности: в начале первой секции расположены диспергирующие ступени с полимерными рабочими радиально-осевыми колесами открытого типа. Далее располагаются ступени с полимерными рабочими колесами и комбинированными направляющими аппаратами, проточная часть которых также выполнена из полимера. При применении в несолевых фондах допускается использование цельнометаллических направляющих аппаратов из порошка или нирезиста. Через определенные расстояния установлены промежуточные подшипники.

Данные конструктивные особенности обеспечивают следующие преимущества:

1. Высокая точность изготовления и малый вес полимерных рабочих колес (в 4–5 раз меньше металлических) в сочетании с промежуточными подшипниками обеспечивают высокую сбалансированность вращения вала, вал не входит в резонанс во всем диапазоне регулируемых частот двигателя, что дает:

1.1. Уменьшение износа радиальных пар трения за счет сохранения постоянного зазора между трущимися поверхностями.

1.2. Уменьшение вероятности падения оборудования в забой.

Данные свойства, а также применение твердосплавных подшипников в ЭЦН абразивостойкого исполнения с соответствующей установкой их по длине вала, обеспечивают стойкость радиальных пар трения при концентрации абразивных частиц до 500 мг/л с твердостью 7 баллов по Моосу.

2. Малый вес ротора — в 2,5 раза меньше, чем у металлических ЭЦН — обеспечивает уменьшение пусковых токов и плавный пуск двигателя.

3. Высокая чистота проточных каналов, низкая адгезия и высокая коррозионная стойкость материала рабочих органов обеспечивают потерю в КПД на реальной пластовой жидкости от каталожных характеристик, полученных на воде, на 1% вместо 5% на металлических аналогах, а также уменьшают температуру нагрева пластовой жидкости, что способствует уменьшению солеотложений.

4. Применение рабочих колес с удлиненной ступицей ввиду низкой адгезии полимерной поверхности к солям и АСПО значительно уменьшает вероятность заклинивания в области радиальных пар трения, особенно при периодическом режиме эксплуатации УЭЦН, а также снижает фрикционный износ радиальных пар трения в условиях высокой (более 80%) обводненности пластовой жидкости (опыт ОАО «Татнефть»).

5. Применение в насосах ЭЦН рабочих колес с импеллерами, а также предвключенных диспергирующих ступеней в начале первой секции обеспечивает устойчивую работоспособность ЭЦН газостойкого исполнения при содержании свободного газа на приеме насоса до 60%.

Это даёт возможность эксплуатации ЭЦН в скважинах с высоким газовым фактором, а также увеличивает надежность работы ЭЦН при изменениях динамического уровня, в том числе при выводах на режим и эксплуатации в периодическом режиме. Кроме того свободный газ не выводится в затрубное пространство, тем самым:

5.1. Исключается возможность корродирующего воздействия газа на корпус ЭЦН, НКТ и стенки колонны.

5.2. Повышается энергоэффективность УЭЦН за счёт совершения газом полезной работы (газлифта).

5.3. Не приводит к уменьшению концентрации CO_2 , что не способствует выпадению солей в осадок (в частности карбонатов).

5.4. Увеличивается надежность эксплуатации ЭЦН при одновременно раздельной эксплуатации скважин (ОРЭ) (опыт использования предвключенных диспергирующих ступеней имеется на Киянгопском месторождении ОАО «Удмуртнефть» ЭЦН-ЭЦН).

6. Низкая адгезия, высокая чистота и коррозионная стойкость проточных каналов, рабочих органов, как показал опыт, позволяют увеличить наработку на отказ низкоадгезионных ЭЦН, по сравнению с металлическими аналогами:

6.1. В фондах, осложненных высоким содержанием неабразивными мехпримесями (глины) — в среднем в 5 раз (опыт ОАО «Самаранефтегаз»).

6.2. В солевых фондах скважин (карбонаты) в среднем:

6.2.1. В 1,3 раза, без применения ингибитора, где ранее применялось ингибирование, (опыт ТПП «Когалымнефтегаз» — карбонаты);

6.2.2. В 2,5 раза, где ранее и сейчас ингибирование не применялось (опыт ТПП «Когалымнефтегаз»);

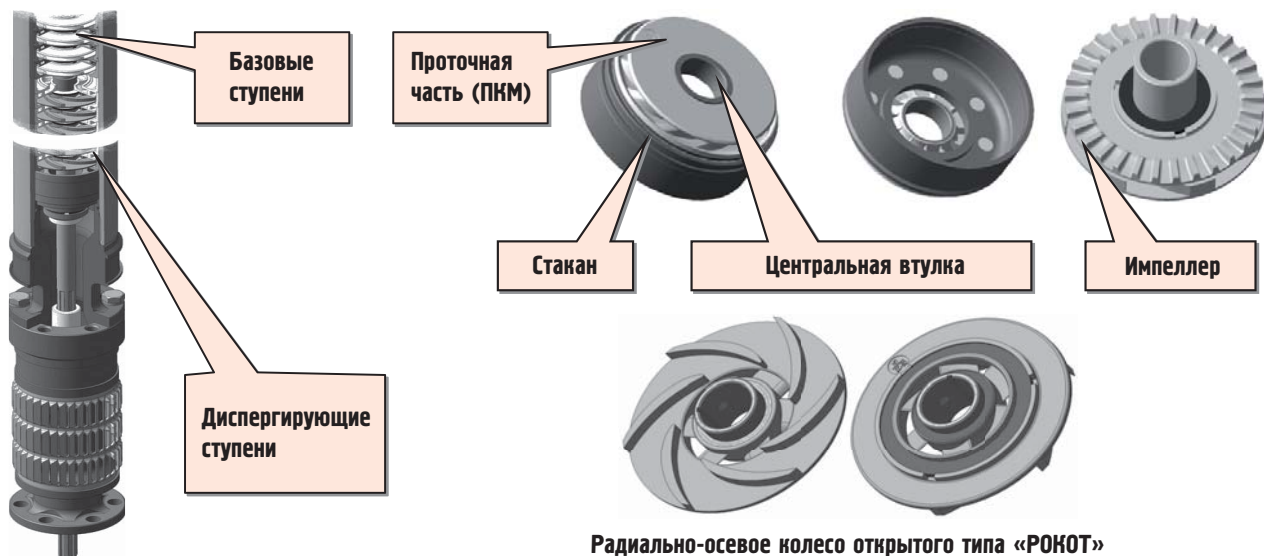
6.2.3. В 1,8 раза, где ранее и сейчас применялось ингибирование (опыт ТНК «Нягань»).

При этом в пунктах 6.2.1, 6.2.2 100% предыдущего оборудования имели отказы по солеотложениям, при применении низкоадгезионных ЭЦН отказы по солеотложениям составляли только 35%.

Отсюда следует, в скважинах со средней скоростью солеотложений, когда наработка на отказ обычного оборудования составляет до 200 суток, наработка на отказ низкоадгезионных ЭЦН в эти же скважинах без применения ингибитора будет составлять 500 суток, что позволяет производить эксплуатацию ЭЦН без ингибитора.

В скважинах ЧРФ с высокой интенсивностью солеотложений, когда наработка обычных ЭЦН составляет менее 100 суток, низкоадгезионные ЭЦН необходимо применять с подачей ингибитора.

В настоящее время отработана технология периодической подачи ингибитора. Периодическая подача



предусматривает сочетание периода подачи ингибитора с периодом отсутствия ингибитора, что приводит к снижению эксплуатационных затрат в 2–4 раза.

Данный метод проходит апробацию в лабораторных условиях в ООО «РН-УфаниПИнефть», а также на месторождениях ООО «Покачевнефтегаз».

Экономическая эффективность

1. Стоимость низкоадгезионных ЭЦН

Из сравнительного анализа цен ЭЦН ООО «Ижнефтепласт» и других производителей можно сделать следующие выводы:

- 1.1. Стоимость низкоадгезионных ЭЦН обычного исполнения в среднем на 20% ниже ЭЦН износостойкого исполнения из нирезиста.
- 1.2. Стоимость низкоадгезионных ЭЦН абразивостойкого исполнения примерно на 5–10 % ниже стоимости ЭЦН износостойкого исполнения из нирезиста.
- 1.3. Стоимость низкоадгезионных ЭЦН абразивогазостойкого исполнения примерно на 20 % ниже ЭЦН износостойкого исполнения с газосепаратором.

2. Эксплуатационные расходы

2.1. Сравнительный анализ по расходу электроэнергии:

2.1.1. Как было отмечено выше, КПД металлических ЭЦН на реальной пластовой жидкости на 5 % ниже каталожных характеристик, в то время, как низкоадгезионных ЭЦН — на 1 %, то есть при равных условиях потребляемая мощность низкоадгезионных ЭЦН на 1 куб добытой жидкости меньше, чем у ЭЦН с металлическими рабочими органами.

2.1.2. В процессе эксплуатации, по мере уменьшения сечения проточных каналов рабочих органов ЭЦН за счет отложения солей, АСПО, засорения неабразивными мехпримесями (глинами) происходит непрерывное уменьшение КПД. По нашим расчетам, увеличение наработки низкоадгезионных ЭЦН в 2 раза, по сравнению с обычными ЭЦН, за счет снижения скорости уменьшения сечения проточных каналов, дает экономию потребляемой мощности до 20 %.

2.1.3. По оценке РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, газлифт при 60 %-ом содержа-

нии свободного газа на приеме ЭЦН производительностью 30–50 м³/сут обеспечивает снижение потребляемой мощности на 15 %.

Таким образом, при применении низкоадгезионных ЭЦН в фондах, осложненных солями, АСПО, неабразивными мехпримесями и газом, можно достигнуть уменьшения потребляемой мощности до 35 % по отношению к обычным ЭЦН. По нашему мнению для оценки энергоэффективности ЭЦН более правильно рассматривать не КПД, а потребленную мощность на 1 тн добытой жидкости за определенный период времени.

2.2. Сравнительный анализ эксплуатационных затрат в фондах, осложненных солями.


2.2.1. Как уже было заявлено выше, в фондах со средней осложненностью низкоадгезионные ЭЦН можно использовать без применения ингибитора. В этом случае исключаются затраты на проведение ингибирования.

2.2.2. В фондах ЧРФ, можно применять периодическую обработку ингибитором, что дает снижение затрат на проведение ингибирования в 2–4 раза.

3. Затраты по ремонту ЭЦН

Стоимость ремонтов низкоадгезионных ЭЦН нужно напрямую связывать с ремонтпригодностью. Принято считать, что полимерные рабочие органы одноразовые. Наш опыт говорит, что это не так. Все зависит от организации процесса ремонта, а также от фондов, в которых эксплуатируются ЭЦН. Где процесс налажен, ремонтпригодность вписывается в нормативы компании.

Приведем пример стоимости ремонтов в компании, где процесс налажен. Сравнительный анализ стоимости ремонтов ЭЦН износостойкого исполнения со ступенями из нирезиста и низкоадгезионных ЭЦН абразивостойкого исполнения с комбинированными направляющими аппаратами и полимерными рабочими колесами показал следующее (см. таблицу):

- а) при условии замены при ремонте 30% рабочих органов из нирезиста, 30% комбинированных направляющих аппаратов и 100% полимерных рабочих колес — стоимость ремонта низкоадгезионного ЭЦН ниже на 8%;
- б) при условии замены при ремонте 30% рабочих органов из нирезиста, 30% комбинированных направляющих аппаратов и 30% полимерных рабочих колес — стоимость ремонта низкоадгезионного ЭЦН ниже на 20–25%. 

Затраты по ремонту ЭЦН

Сравнительный анализ стоимости ремонтов ЭЦН износостойкого исполнения со ступенями из нирезиста и низкоадгезионных ЭЦН абразивостойкого исполнения с комбинированными направляющими аппаратами и полимерными рабочими колесами (при среднем количестве ступеней в насосе 360шт.)

	Нирезист		Низкоадгезионный ЭЦН		Низкоадгезионный ЭЦН	
	РК	НА	РК	НА	РК	НА
Цена без НДС, руб.	240	320	100	270	100	270
%-т замены	30	30	100	30	30	30
Кол-во для замены на новые, шт.	360 x 30% = 108	108	360	108	108	108
Затраты на замену, руб.	240 x 108 = 25920	320 x 108 = 34560	100 x 360 = 36 000	270 x 108 = 29 160	100 x 108 = 10 800	270 x 108 = 29 160
Затраты на ремонт РК и НА*, руб.	38 x (360 — 108) = 9 576	39 x (360 — 108) = 9 828	—	39 x (360 — 108) = 9 828	38 x (360 — 108) = 9 576	39 x (360 — 108) = 9 828
Итого стоимость ремонта, руб.	79 884		74 988		59 364	

* - стоимость ремонта РК принята за 38 руб/шт., НА – 39 руб/шт.