



# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ИНФРАСТРУКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО БИЗНЕСА НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ КОМПАНИЙ

**АЛИЕВ Эльдар Мамедович**

Начальник департамента развития и эксплуатации нефтепромыслового оборудования ООО «ПК «Борец»

+7 (495) 660-21-90 (доб. 53-16)

+7 (916) 197 40 09

aliev\_em@borets.ru

**Д**ля работы в нефтяных скважинах после бурения и гидравлического разрыва пласта (ГРП) в наклонно-направленных и осложненных скважинах ООО «ПК «Борец» предлагает износостойкие электроцентробежные насосы (ЭЦН) WR2 с широким диапазоном регулирования.

Данное оборудование хорошо зарекомендовало себя в процессе работы в условиях высокого содержания свободного газа на приеме насоса, повышенной концентрации механических примесей и нестабильного притока. Кроме того, ООО «ПК «Борец» представляет вниманию заказчиков новую разработку – УЭЦН 5У уменьшенного габарита для работы в эксплуатационных колоннах (ЭК) с наружным диаметром 127 мм. Данная насосная установка может стать хорошей альтернативой УЭЦН габаритной группы 3 и 4(У), поскольку обладает преимуществами по КПД и напору.

ООО «ПК «Борец» – один из мировых лидеров по производству установок электроцентробежных насосов (УЭЦН). В год компания производит 12 тыс. ЭЦН и занимает третье место в мире по продажам этого оборудования. Сегодня «Борец» обслуживает 11,5 тыс. скважин, предоставляя свою продукцию и услуги более 300 заказчикам по всему миру. В структуру компании входят 23 сервисных центра, расположенных в крупнейших нефтедобывающих регионах в 11 странах.

## ЭЦН WR2

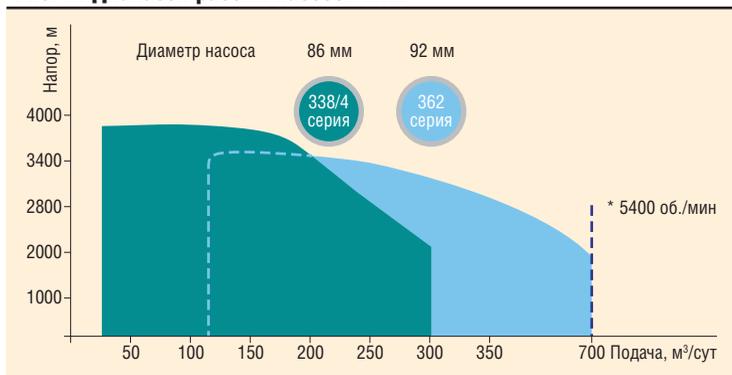
Электроцентробежный насос WR2 – износостойкий насос пакетной сборки с радиально-осевыми подшипниками из карбида вольфрама. Основу конструкции ЭЦН WR2 составляют ступени диагонально-осевого типа, изготовленные по инновационной MIM-технологии (Metal Injection Molding – литье порошковых металлов и сплавов под давлением). Применение данной технологии обеспечивает неограниченные возможности по материалам, что позволило специалистам компании «Борец» разработать для нефтедобывающей отрасли два типа сплавов. Например, для новых скважин, вводимых из бурения (ВНС), и для скважин после ГРП рекомендован насос, изготовленный из абразивостойкого сплава MIM-085 с твердостью 57 HRC и пределом прочности до 2100 МПа. Для скважин с повышенным уровнем  $H_2S$  и  $CO_2$  рекомендованы насосы из абразиво- и коррозионно-стойкого сплава MIM-500, имеющего большую коррозионную стойкость по сравнению с материалом Нирезист типа 4. Также РО из данного сплава более устойчивы при работе при уровнях pH = 0, что позволяет проводить солянокислотную обработку (СКО) оборудования.

Рабочие органы (РО) насоса WR2 отличаются низкой шероховатостью (до Ra 0,63 мкм), что защищает их от отложения солей. Оптимальный профиль проточных частей РО и сниженная осевая нагрузка обеспечивают высокий КПД, возможность эксплуатации при частотах до 6000 об./мин, широкий диапазон подач (рис. 1, табл. 1). ЭЦН WR2 в составе установки с высокооборотным энергоэффективным вентильным двигателем «Борец» позволяет экономить до 20% электроэнергии.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОПИ И ПОДКОНТРОЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Опытно-промысловые испытания (ОПИ) на Приобском месторождении (ХМАО) подтвердили эффективность насосов WR2, которые были спущены здесь в три скважины. В процессе эксплуатации наблюдалось снижение дебита из-за падения потенциала каждой из скважин, что связано с неустановившимся

**Рис. 1. Диапазон работы насосов WR2**



**Рис. 2. Снижение дебита в процессе эксплуатации (данные на 01.08.2021), м³/сут**

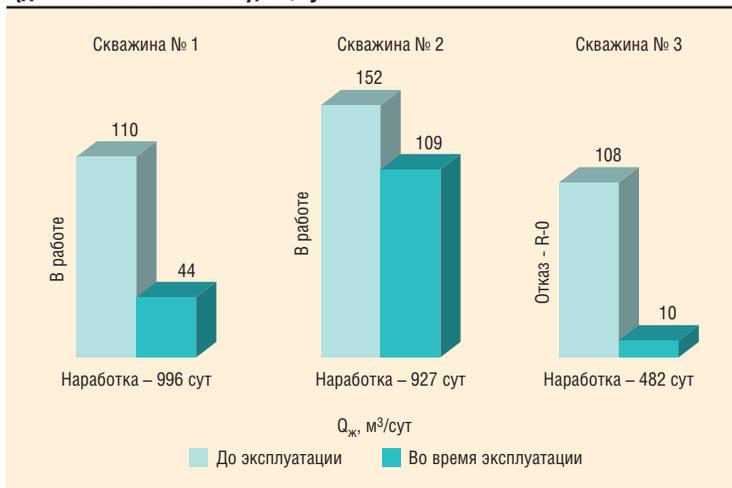


Таблица 1

| <b>Мощность и КПД насосов WR2 в различных диапазонах подачи</b>                |                       |                     |                        |
|--|-----------------------|---------------------|------------------------|
| <b>Параметры</b>   | <b>WR2-338-30/160</b> | <b>WR2-4-90/300</b> | <b>WR2-362-140/700</b> |
| Диапазон подачи, м <sup>3</sup> /сут   | 30-160                | 90-300              | 140-700*               |
| Напор одной ступени в точке оптимального КПД при 100 Гц, м                     | 9,17                  | 10,93               | 10,9*                  |
| Мощность, потребляемая одной ступенью в точке оптимального КПД при 100 Гц, кВт | 0,248                 | 0,437               | 0,939*                 |
| КПД, %   | 60                    | 63                  | 66                     |

\* параметры получены при максимально допустимой частоте вращения 5400 об./мин (90 Гц)

режимом после бурения (рис. 2). Однако в период испытаний снижения подачи насосов не отмечалось, профилактических промывок и солянокислотных обработок (СКО) не проводилось. На сегодняшний день добыча в одной из скважин остановлена, в двух других – установки ЭЦН WR2 уже показали наработку 996 и 927 сут соответственно (данные на 01.08.2021).

Установки «Борец» с износостойкими насосами WR2 были поставлены на подконтрольную эксплуатацию на других месторождениях ХМАО в скважинах, которые характеризовались падением дебита, высоким уровнем солеотложений и другими осложняющими факторами.

Рассмотрим результаты испытаний на двух объектах.

В первом случае в скважине было отмечено высокое содержание свободного газа на приеме насоса (53,3%), высокая концентрация механических примесей (КВЧ, 241-327 мг/л), отложение солей – преимущественно силикатов (66,8%) и продуктов коррозии (10,5%). Температура пласта составляла 100°С, рабочая температура двигателя – 120°С.

До начала ОПИ скважина эксплуатировалась установкой ЭЦН-80, которая отработала 87 сут и была остановлена по причине отсутствия подачи. Разбор установки выявил полное забивание части РО солями и продуктами коррозии (рис. 3), сильное коррозионное разрушение корпусных деталей, отложение солей на корпусах узлов установки, а также износ рабочих органов до их полного разрушения.

После остановки стандартной УЭЦН-80 в скважину была спущена УЭЦН WR2-338-30/160-2500 с высокооборотным вентильным двигателем, максимальная скорость вращения которого составила 5640 об./мин. Установка отработала 727 суток. Таким образом, средняя наработка на отказ (СНО) увеличилась в 8,4 раза.

Разбор установки выявил разрушение кронштейна подшипника по причине коррозии, а также минимальный износ РО, уплотнений, втулок, подшипников, валов (до 1,4%) (рис. 4).

После разбора кронштейн осевого подшипника был модернизирован. Все остальные комплектующие после переборки пригодны к повторному спуску.

**Рис. 3. Разбор ЭЦН-80, работавшего в скважине до установки насоса WR2**



**Рис. 4. Детали ЭЦН WR2 после подъема установки (пример 1)**

На втором объекте насосные установки WR2 были спущены в пять скважин после бурения и ГРП. Осложнения в скважинах включали:

- газовый фактор: 105 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;
- КВЧ: 261-732 мг/л, при выводе на режим (ВНР) – до 1570 мг/л;
- солеотложения;
- сильное падение дебита в период работы (от 155 до 37 м<sup>3</sup>/сут).

СНО применявшихся в скважинах серийных УЭЦН составила 84 сут, а после внедрения УЭЦН WR2 338-30/160-2500 с высокооборотным вентильным двигателем – 289,5 суток, то есть увеличилась в 3,4 раза.

Все отказы произошли по причинам, не связанным с работоспособностью насосов, а сами ЭЦН WR2 после ревизии показали пригодность для повторных спусков (рис. 5).

#### УЭЦН УМЕНЬШЕННОГО ГАБАРИТА

УЭЦН 5У с максимальным поперечным габаритом 105,2 мм предназначены для работы в ЭК с условным наружным диаметром 127 мм и внутренним диаметром от 112 мм (рис. 6).

Из конструктивных особенностей УЭЦН 5У следует отметить применение в установке модернизированного протектора габаритной группы 86 мм, который вме-

**Рис. 5. Рабочие органы ЭЦН WR2 после подъема установки (пример 2)**

Таблица 2

**Сравнение УЭЦН 5 и УЭЦН 5У по габаритам**

| Состав установки          | УЭЦН 5                           | УЭЦН 5У                        |
|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| ЭЦН                       | Габарит 5 (с фланцем 103 мм)     | Габарит 5У (92 мм)             |
| Газосепаратор             | Габарит 5 (с фланцем 103 мм)     | Габарит 5 (92 мм)              |
| Погружной ЭД              | ЭДБ-117 (габарит корпуса 117 мм) | ЭДБ-95 (габарит корпуса 95 мм) |
| Гидрозащита               | ПБ92 (габарит корпуса 92 мм)     | ПБ86 (габарит корпуса 86 мм)   |
| Кабельный удлинитель      | УБ-13 (13x35 мм)                 | 6УБ-10 (10x25 мм)              |
| Протектолайзеры           | ПНГ                              |                                |
| Погружной блок телеметрии | СПТ-4                            |                                |

Таблица 3

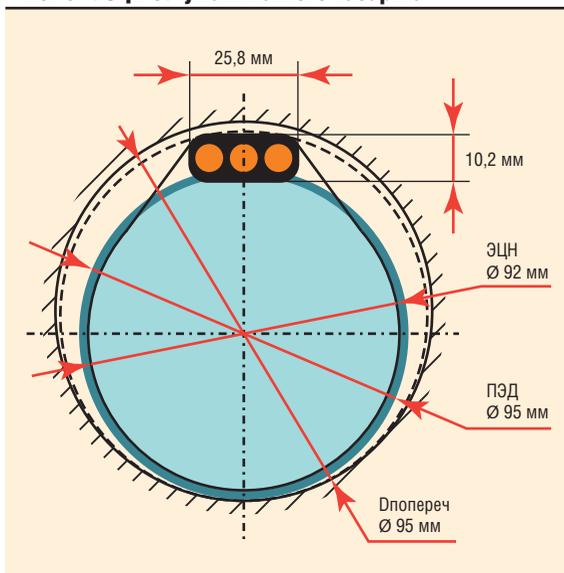
**Сравнение УЭЦН 4 и УЭЦН 5 по напору и КПД**

| Типоразмер насоса       | 80 |     | 100 |      | 150 |     | 200 |     |
|-------------------------|----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Габаритная группа       | 4  | 5У  | 4   | 5У   | 4   | 5У  | 4   | 5У  |
| Напорность 1 ступени, м | 3  | 5,7 | 3,1 | 4,45 | 3,2 | 5,4 | 2   | 4,9 |
| КПД, %                  | 48 | 55  | 51  | 51,5 | 50  | 58  | 43  | 63  |

сте с кабельным удлинителем не выступает за габариты 95-мм двигателя. КУ изготовлен из кабеля ЭПОП 3x10 с изоляцией EPDM с бронепокровом из ленты MONEL уменьшенного габарита.

Размеры концевых деталей ЭЦН также уменьшены для сокращения общего осевого размера установки.

Поскольку габарит УЭЦН 5У меньше поперечного габарита погружного агрегата ЭЦН 5 (табл. 2), при капитальном строительстве скважины глубиной 2500 – 3000 м экономия материальных ресурсов может соста-

**Рис. 6. УЭЦН 5У уменьшенного габарита**

вить до 9 млн рублей. Это эквивалентно 1914 сут проката УЭЦН 5У (без наземного электрооборудования) при средней ставке проката ~ 4700 руб./сут без НДС.

Стоит также отметить, что УЭЦН 5У имеет преимущества по КПД и напору по сравнению с установкой ЭЦН 4 при их эксплуатации в скважинах с аналогичным диаметром ЭК (табл. 3).

В начале текущего года установка ЭЦН 5У 125М-2500 успешно прошла подконтрольную эксплуатацию на месторождении ООО «Газпромнефть-Хантос».

В компании «Борец» налажен серийный выпуск компонентов УЭЦН 5У для номинальной подачи 125 м³/сут и 200 м³/сут, идет подготовка к серийному производству еще пяти типоразмеров.

В настоящее время в работе находится 12 установок габаритной группы 5У, при этом максимальная наработка на 01.08.2021 составила 171 сутки. До конца года запланирован спуск УЭЦН 5У «Борец» в 32 скважины, на 2022 – еще в 65 скважин.

### НОВЫЙ СЕРВИСНЫЙ ОБЪЕКТ ООО «ПК «БОРЕЦ» В ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Компания «Борец» первой среди специализированных предприятий запустила в эксплуатацию сервисный центр (СЦ) полного цикла в Восточной Сибири. Заказчиком объекта выступила «Иркутская нефтяная компания» («ИНК»), сотрудничество с которой «Борец» ведет с 2009 года.

Сервисный центр компании был открыт в 2019 году в городе Усть-Куте и до сегодняшнего дня остается единственным в регионе предприятием по ремонту всех компонентов УЭЦН (рис. 7-10).

Рис. 7. Сервисный центр ООО «ПК «Борец» в Усть-Куте



**ВЫДЕРЖКИ ИЗ ОБСУЖДЕНИЯ**

**Вопрос:** Эльдар Мамедович, сколько сотрудников сейчас работает в сервисном центре в Усть-Куте?

**Эльдар Алиев:** 23 человека.

**Вопрос:** Местные?

**Э.А.:** Да. Они прошли специальное обучение в нашем учебном центре «Борец» в Нижневартовске.

**Вопрос:** Правильно ли я понимаю, что сервисный центр в Усть-Куте будет обслуживать только «Иркутскую нефтяную компанию»?

**Э.А.:** Нет, неверно. Центр готов сотрудничать со всеми нефтедобывающими предприятиями региона. Мощности позволяют.

**Вопрос:** То есть указанная цифра 300 ремонтов в месяц – это реально?

**Э.А.:** Да, центр рассчитан на эти мощности, потому что мы видим потенциал в данном регионе.

Расположение СЦ оптимально с точки зрения транспортной доступности: железная дорога связывает Усть-Кут с производственными площадками «Борца», автозимник и река Лена (летом) позволяют доставлять оборудование даже на самые удаленные месторождения «ИНК».

В настоящее время специалисты сервисного центра обслуживают 330 скважин и производят ремонт 25 комплектов оборудования ежемесячно, при этом техническая оснащенность и возможности СЦ в Усть-Куте позволяют ремонтировать до 300 комплектов УЭЦН в месяц. Это открывает для компании «Борец» перспективы по развитию бизнеса в Восточной Сибири и увеличению числа заказчиков, для которых важно получить качественные и оптимальные по временным затратам услуги по обслуживанию и прокату погружных насосных установок. ♠

Рис. 8. Участок ремонта ЭЦН

