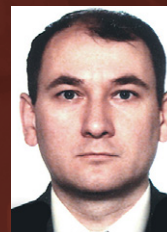




## РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ «БОРЕЦ» В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ УСТАНОВОК

**ПЕТРОВ Данил Анатольевич**

Ведущий инженер по эксплуатации НПО отдела по инженерной поддержке механизированных способов добычи ООО ПК «Борец»



**ГОНЧАР Александр Михайлович**

Ведущий специалист управления развития бизнеса и маркетинга ООО ПК «Борец»

**П**рограммы повышения энергоэффективности добычи нефти, реализуемые нефтяными компаниями, предусматривают различные меры по снижению электропотребления, в том числе за счет обеспечения более эффективной работы насосного оборудования. По мнению специалистов компании «Борец», одним из перспективных решений, обеспечивающих повышение энергоэффективности УЭЦН, является возможность применения насосов с высоким КПД в оптимальной точке их напорно-расходных характеристик (НРХ) в комплекте с вентильными электродвигателями, также имеющими высокий КПД. Использование энергоэффективных УЭЦН для эксплуатации высокодебитных и низкодебитных скважин позволяет обеспечить максимальный КПД погружного оборудования и снизить удельное потребление электроэнергии.

### ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВЫСОКОДЕБИТНЫХ СКВАЖИН

Рассмотрим три ступени установок «Борец-Weatherford» и одну ступень ПК «Борец». В данном случае мы говорим о диапазоне КПД ступеней насосов 68–71% при рекомендуемом диапазоне подач 159–864 м³/сут. (табл. 1).

**Рис. 1. Сравнительные характеристики насосов ESP 400-1750 (с вентильным ПЭД) и ЭЦНД5А-250 (с асинхронным ПЭД) с напором 2000 метров**

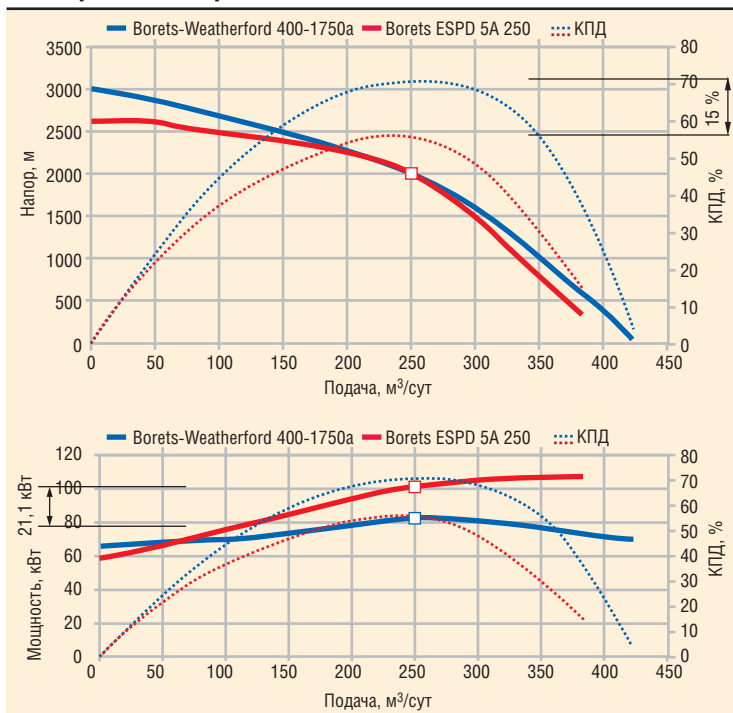


Таблица 1

### Энергоэффективные ступени ЭЦН

| Ступени      | Рекомендуемый диапазон подач, м³/сут | Максимальный КПД, % |
|--------------|--------------------------------------|---------------------|
| ESP 400-1750 | 159–334                              | 71                  |
| ESP 400-2200 | 199–421                              | 71                  |
| ESP 400-4500 | 397–858                              | 68                  |
| ЭЦНМИК5А-600 | 480–864                              | 68                  |

Таблица 2

### Сравнительный анализ энергоэффективной и серийно поставляемой УЭЦН

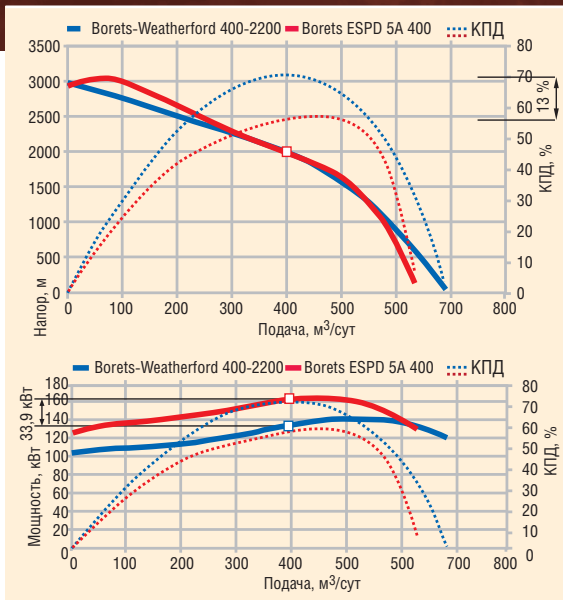
| Параметры  | ESP 400-1750 с вентильным ПЭД 1ВЭДБТ90-117/3 В5 | УЭЦНД5А-250-2000 с асинхронным ПЭД ЭДБТ110-117/3 В5 |
|--|---|---|
| Подача, м³/сут                                     | 250   | 250   |
| Напор, м   | 2000  | 2000  |
| Количество ступеней                                | 440   | 345   |
| Номинальная частота вращения, об/мин               | 3000  | 2917  |
| КПД насоса, %                                      | 71  | 56  |
| Номинальная потребляемая мощность насоса, кВт      | 80  | 101,1   |
| Загрузка двигателя, %                              | 88  | 92  |
| Ток, А   | 41,5  | 44  |
| КПД ЭД, %  | 92,5  | 84  |
| cos φ  | 0,96  | 0,82  |
| КПД СУ, %  | 96  | 96  |
| КПД трансформатора, %                              | 98  | 98  |
| Потери в кабеле, %                                 | 10  | 11  |
| Активная потребляемая мощность установки, кВт      | 102,5   | 146,5   |
| Удельное энергопотребление кВт/м³                  | 0,41  | 0,59  |
| Стоимость 1 кВт·ч, руб.                            | 2,67  | 2,67  |
| Затраты электроэнергии в год (активные), тыс. руб. | 2397  | 3426  |
| Экономия электроэнергии в год, тыс. руб.           | 1029  | -   |
| Экономия электроэнергии, %                         | 30,5  | -   |

Таблица 3

## Сравнительный анализ энергоэффективной и серийно поставляемой УЭЦН

| Параметры  | ESP 400-2200 с вентильным ПЭД 1ВЭДБТ110-117/3 | УЭЦНД5А-400-2000 с асинхронным ПЭД 1ЭДБСТ180-117/3 |
|--|---|--|
| Подача, м³/сут                                     | 400   | 400  |
| Напор, м   | 2000  | 2000   |
| Количество ступеней                                | 223   | 423  |
| Номинальная частота вращения, об/мин               | 3900  | 2910   |
| КПД (опт), %                                       | 71  | 58   |
| Номинальная потребляемая мощность насоса, кВт      | 128,3   | 162,2  |
| Загрузка двигателя, %                              | 90  | 90   |
| Ток, А   | 56  | 60   |
| КПД двигателя, %                                   | 93  | 83,5   |
| cos φ  | 0,96  | 0,83   |
| КПД СУ, %  | 96  | 96   |
| КПД трансформатора, %                              | 98  | 98   |
| Потери в кабеле, %                                 | 10  | 11   |
| Активная потребляемая мощность установки, кВт      | 163   | 231,7  |
| Удельное энергопотребление, кВт/м³                 | 0,4   | 0,58   |
| Стоимость 1 кВт-ч, руб.                            | 2,67  | 2,67   |
| Затраты электроэнергии в год (активные), тыс. руб. | 3812  | 5419   |
| Экономия электроэнергии в год, тыс. руб.           | 1607  | -  |
| Экономия электроэнергии, %                         | 31  | -  |

Рис. 2. Сравнительные характеристики насосов ESP 400-2200 (с вентильным ПЭД) и ЭЦНД5А-400 (с асинхронным ПЭД) с напором 2000 метров



Компанией «Борец» проведен сравнительный анализ энергоэффективности двух пар насосов. В первом случае мы сравнили характеристики энергоэффективной ступени 400-1750 "Борец-Weatherford с характеристиками серийно поставляемого насоса ЭЦНД5А-250 производства ПК «Борец» с напорами 2000 м при прочих равных условиях. Различия в энергоэффективности насосов хорошо видны на сравнительных диаграммах НРХ (рис. 1).

Таблица 4

## Энергоэффективные установки компании «Борец»

## УЭЦН 5 габарита

| Подача, м³/сут | УЭЦН    | Серийная УЭЦН   |            |                        |                        | Высокоэффективная УЭЦН |            |                        |                        | Экономия эл. энергии, за год (активн.) |    |
|----------------|---------|-----------------|------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------|------------------------|------------------------|--|----|
|                |         | асинхронный ПЭД | КПД насоса | N <sub>ном</sub> , кВт | N <sub>max</sub> , кВт | вентильный ПЭД         | КПД насоса | N <sub>ном</sub> , кВт | N <sub>max</sub> , кВт | тыс. руб.                              | %  |
| 15             | 15-2100 | ЭДБ20-117В5     | 24,1       | 16                     | 18                     | 1ВЭДБТ26-117/3         | 37,0       | 10                     | 13                     | 189                                    | 35 |
| 20             | 20-2000 | ЭДБ22-117В5     | 30,7       | 15                     | 19                     | 1ВЭДБТ26-117/3         | 44,1       | 11                     | 14                     | 132                                    | 26 |
| 25             | 25-1950 | ЭДБ28-117В5     | 29,7       | 19                     | 26                     | 1ВЭДБТ26-117/3         | 45,4       | 13                     | 17                     | 191                                    | 31 |
| 30             | 30-2050 | ЭДБ32-117В5     | 31,9       | 23                     | 27                     | 1ВЭДБТ36-117/3         | 51,3       | 14                     | 19                     | 266                                    | 37 |
| 35             | 35-1950 | ЭДБ28-117В5     | 44,7       | 18                     | 24                     | 1ВЭДБТ26-117/3         | 51,3       | 16                     | 21                     | 67                                     | 11 |
| 45             | 45-2100 | ЭДБ32-117В5     | 42,3       | 26                     | 28                     | 1ВЭДБТ36-117/3         | 54,0       | 21                     | 26                     | 184                                    | 23 |

## УЭЦН 5А габарита

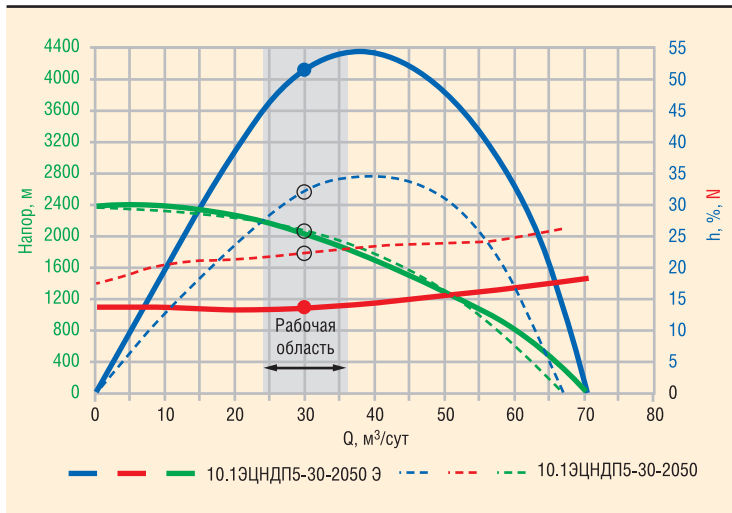
| Подача, м³/сут | УЭЦН    | Серийная УЭЦН   |            |                        |                        | Высокоэффективная УЭЦН |            |                        |                        | Экономия эл. энергии, за год (активн.) |    |
|----------------|---------|-----------------|------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------|------------------------|------------------------|--|----|
|                |         | асинхронный ПЭД | КПД насоса | N <sub>ном</sub> , кВт | N <sub>max</sub> , кВт | вентильный ПЭД         | КПД насоса | N <sub>ном</sub> , кВт | N <sub>max</sub> , кВт | тыс. руб.                              | %  |
| 35             | 35-2050 | ЭДБ32-117В5     | 35,1       | 24                     | 25                     | 1ВЭДБТ36-117/3         | 44,0       | 19                     | 22                     | 167                                    | 22 |

Таблица 5

**Расчетные параметры работы насосов 10.13ЦНД5-30-2050 и 10.13ЦНДП5-30-2050 Э**

| Параметры   | 10.13ЦНД5-30-2050 с асинхронным ПЭД ЭДБ32-117В5 | 10.13ЦНДП5-30-2050 Э с вентильным ПЭД1ВЭДБТ36-117/3 |
|---|---|---|
| КПД насоса, %                                       | 31,9  | 51,3  |
| Номинальная потребляемая мощность насоса, кВт       | 23  | 14  |
| Максимальная потребляемая мощность насоса, кВт      | 27  | 19  |
| Ток, А  | 23  | 17,0  |
| КПД двигателя, %                                    | 84,5  | 89,5  |
| cos φ   | 0,8   | 0,96  |
| Потребляемая мощность ПЭД в номинальном режиме, кВт | 36,2  | 18,0  |
| Потери мощности в кабеле 3*16, кВт                  | 3,7   | 2,0   |
| Потери мощности в трансформаторе, кВт               | 0,8   | 0,5   |
| Потери мощности на станции управления, кВт          | 0,0   | 0,5   |
| Активная потребляемая мощность установки, кВт       | 32,6  | 20,3  |
| Стоимость 1 кВт-ч, руб.                             | 2,46  | 2,46  |
| Затраты электроэнергии в год (активные), тыс. руб.  | 703   | 437   |
| Экономия электроэнергии в год (активная), тыс. руб. | -   | 266   |
| Экономия электроэнергии (активная), %               | -   | 37  |

**Рис. 3. Сравнение характеристик насосов 10.13ЦНД5-30-2050 и 10.13ЦНДП5-30-2050Э**



Разница в значениях КПД для сравниваемых насосов при подаче 250 м³/сут составляет 15%. Как показывают расчеты, общая энергоэффективность установки ESP 400-1750 с вентильным электродвигателем превышает показатели серийно поставляемой УЭЦН того же диапазона подач на 30,5%, что обеспечивает экономию расходов на электроэнергию более миллиона рублей в год (табл. 2).

Во втором случае анализ проведен для насосов с подачей 400 м³/сут. При сравнении характеристик насоса ESP 400-2200 с вентильным электродвигателем и насоса ЭЦНД5А-400 с асинхронным ПЭД с напорами 2000 м (рис. 2) преимущество энергоэффективной установки ESP 400-2200 с ВЭД обеспечивает экономию расходов на электроэнергию на 31% (табл. 3).

Подобного эффекта можно добиться и при использовании высокодебитных насосов с КПД 68%, в частности, насосов «Борец-Weatherford» на 4500 барр./сут и серийно поставляемых насосов ЭЦНМИК5А-600.

Компания ТНК-ВР в ближайшее время планирует проведение опытно-промышленных испытаний около 50 энергоэффективных установок компании «Борец» для высокодебитных скважин.

Таким образом, сравнительный анализ энергоэффективности представленных насосов показывает, что применение энергоэффективных УЭЦН производства ООО «ПК «Борец» позволит снизить затраты на электроэнергию в среднем на 30%.

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ НИЗКОДЕБИТНЫХ СКВАЖИН**

Энергоэффективные УЭЦН могут стать лучшим решением для использования на малodeбитном фонде скважин. Компания «Борец» производит ряд энергоэффективных УЭЦН для эксплуатации низкодебитных скважин, сбалансированных по потреблению энергии, конструктивной надежности и эксплуатационным затратам.

Предлагаемые установки этого ряда включают в себя энергоэффективный насос с вентильным двигателем. Экономия электроэнергии при использовании энергоэффективных установок по сравнению с серийными аналогами составляет до 37% (табл. 4).

В табл. 4 представлены параметры серийных и энергоэффективных насосов в габаритах 5 и 5А с номинальными подачами 15-45 м³/сут. Сравнительный анализ насосов для подачи 30 м³/сут показывает преимущество энергоэффективной установки на 37%, а в среднем по диапазону подач 15-45 м³/сут эффективность погружных установок составляет 27% (табл. 5, рис. 3). ♦