

детализацией на потери в погружном кабеле, не будет корректной.

Технология повышения напряжения двигателя за счет увеличения числа витков в обмотке уже давно себя зарекомендовала, и многочисленные испытания доказали, что при этом снижения характеристик двигателя по КПД, скольжению, коэффициенту мощности не происходит. Поэтому оценка энергоэффективности по значениям рабочего тока, напряжению отпайки в ТМПН и формуле расчета потерь мощности в проводнике будет иметь очень небольшую погрешность. В таблице 1. представлены параметры эксплуатации УЭЦН после вывода на режим на скважине 711 и по другим семи скважинам, где используется аналогичные УЭЦН400-1800, только с обычными ПЭД180-117.

Так по НПЭД рабочий ток составил 29,8 А, а по семи установкам с ПЭД диапазон рабочего тока от 45,1 до 51,9 А, средний рабочий ток 48,7 А. Таким образом, зафиксировано снижение рабочего тока на 39% при применении НПЭД, что и планировалась в теории при разработке подконтрольного оборудования. Стоит отметить, что ранее проведенные исследования НПЭД с мощностью до 110 кВт, также давали снижения токовых нагрузок от 35 до 40%.

Таблица 1.

Скв.	ДО	Насос	ПЭД	Крбк	Нсп,м	Uтмпн,В	Ipаб,А	cosφ	Qж	Nуэцн,кВт	Nкрбк,кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
711	ВНГ	400-1800	НПЭД 180-117	3x16	2540	4827	29,8	0,70	330	174,2	9,6
143	ВНГ	400-1800	180-117	3x25	1790	2400	47,2	0,69	280	135,2	11,5
324	ВНГ	400-1800	180-117	3x25	1950	2365	51,9	0,67	420	142,3	15,3
524	ВНГ	400-1800	180-117	3x25	2131	2773	47,4	0,66	380	150,1	13,8
625	ВНГ	400-1800	180-117	3x25	2100	2680	48,3	0,74	385	165,7	14,1
37440	СНГ	400-1800	180-117	3x25	1565	2600	51,9	0,77	430	179,8	12,4
10917	СНГ	400-1800	180-117	3x16	1741	2467	45,1	0,86	455	165,5	15,9
51239	СНГ	400-1800	180-117	3x25	1848	2591	49,3	0,79	418	174,6	13,0

Для расчета потерь в кабеле (табл.1 столбец 12) была использована формула (1):

$$\Delta P \text{ кабеля} = 3 * I_p * R_1$$

где:

I_p – рабочий ток ПЭД

R_1 – сопротивление жилы кабеля при температуре окружающей среды в скважине рассчитывается по формуле:

$$R_1 = R_0 * (1 + k_1 * (T_p - 20^{\circ}\text{C}))$$

где:

k_1 – температурный коэффициент сопротивления для меди ($k_1 = 0,0043 \text{ 1/}^{\circ}\text{C}$)

T_p – рабочая температура жилы кабеля, зависит от температуры окружающей среды и силы тока, рассчитывается по формуле:

$$T_p = I_p * k_2 + T_2$$

где:

I_p – рабочий ток ПЭД

k_2 – коэффициент нагрева проводника от тока ($k_2 = 0,79 \text{ }^{\circ}\text{C/A}$)

T_2 – температура окружающей среды в скважине

R_0 – сопротивление жилы кабеля при температуре 20°C рассчитывается по формуле:

$$R_0 = \rho * L / S$$

где:

ρ – удельное электрическое сопротивление меди в соответствии с ГОСТ 22483-77 ($\rho = 0,018175 \text{ Ом*мм}^2/\text{м}$)

L – длина кабельной линии (м)

S – площадь поперечного сечения жилы кабеля (мм^2).

В результате расчетов потерь в кабеле по каждой скважине видно что, несмотря на самую большую глубину спуска по скв.711(относительно рассмотренных в таблице 1 примеров) и тот факт, что в комплекте с НПЭД использовался кабель с меньшим сечением, чем по большинству аналогичных установок, потери в кабеле получены минимальные.

Для точной оценки эффекта сделан расчет потерь в кабеле по скважине 711 в трех вариантах:

Первый - если бы использовали обычную комплектацию ЭЦН400-1800/ПЭД 180-117/с КПБП 3х25.

Второй - расчет по применению ЭЦН400-1800/НПЭД 180-117 с КПБП 3х16.

Третий - расчет по применению ЭЦН400-1800/НПЭД 180-117 с КПБП 3х25.

По выше описанной статистике с минимальной погрешностью принимаем в расчете значение рабочего тока на 39% выше текущего значения 29,8 А, получаем 48,8 А. Подставляем это значение в формулу (1). Получаем значение потерь в кабеле 17,4 кВт при обычной комплектации и 6,2 кВт при применении НПЭД с КПБП с сечением 25 мм^2 . Результаты расчетов представлены в табл.2.

Табл.2.

	ПЭД180-117/КПБП 3х25	НПЭД180-117/КПБП3х16	НПЭД180-117/КПБП 3х25
Потери в кабеле, кВт	17,4	9,6	6,2

Экономическая оценка.

Стоимость НПЭД выше стоимости ПЭД на 20%. При стоимости ПЭД 180-117 360 тыс. руб., НПЭД дороже на 72 тыс. руб. Рассчитаем экономический эффект по 2 вариантам комплектации НПЭД с кабелем сечения 16 мм^2 и 25 мм^2 .

1. Стоимость КПБП с сечением 25 мм^2 с напряжением на 3,3 кВ, который применяется при стандартной комплектации, составляет 290 тыс. руб. за 1000м. Стоимость КПБП с

сечением 16 мм² с напряжением на 5 кВ, который применяется с НПЭД, составляет 240 тыс. руб. за 1000м. То есть, при комплектовании НПЭД с кабелем 16мм² на скважине 711 с глубиной спуска 2540 м, мы получили снижение в стоимости кабеля на $(290-240)*2.54=127$ тыс. руб. Теперь вычтем дополнительные затраты на НПЭД 72 тыс.руб. и ТМПН с напряжением на 6 кВ- 30 тыс.руб.

Снижение энергопотребления за 1000 суток эксплуатации (критерий списания ПЭД по моторесурсу) при комплектации НПЭД180-117 с кабелем 16 мм² составит $= (17.4-9.6)*2.1(\text{тариф электроэнергии})*24*1000 \text{ суток}=393$ тыс.руб.

Суммарный экономический эффект (за 1000 суток) $= (127-72-30)+393=418$ тыс.руб.

2. Стоимость КПБП с сечением 25 мм² с напряжением на 5 кВ, который мы можем применять с НПЭД180-117, составляет 340 тыс. руб. за 1000м. Т.е. если бы на скважине 711 применили этот тип кабеля, то получили бы удорожание по кабелю на $(340-290)*2.54=127$ тыс.руб. Прибавим доп.затраты на НПЭД 72 тыс.руб. и затраты на ТМПН 30 тыс.руб. Итого 229 тыс. руб.

Снижение энергопотребления за 1000 суток эксплуатации при комплектации НПЭД180-117 с кабелем 25мм² составит $= (17.4-6.2)*2.1(\text{тариф электроэнергии})*24*1000 \text{ суток}=564$ тыс.руб.

Суммарный экономический эффект (за 1000 суток) $= 564-229=335$ тыс.руб.

В итоге получена технология, позволяющая снижать капитальные затраты и при этом снижать операционные затраты связанные с энергопотреблением.

Выводы:

- Результаты проведения ОПИ признать успешными.
- Рекомендовать использовать погружные электродвигатели повышенного напряжения мощностью 180 кВт (НПЭД180-117) производства ООО «Алмаз» на месторождениях ОГ «Варьеганнефтегаз».
- На основании проведенного расчета экономического эффекта более предпочтительным вариантом использования НПЭД180-117 является комплектация с кабелем на 5кВ и сечением 16 мм².

Отчет согласован:

Директор ПД

Фирсов А.П.

Начальник ТО ПД

Трушляков Р.А.

Начальник АО ПД

Кокошев С.Н.