

УДК 621.65.03

**ОБОСНОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ НОВОГО
НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Мартыненко А.М.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сапун Н.Н.

В настоящее время для откачки воды из карьера установлено 12 насосов типа ЦН-1000-180-3. Согласно характеристик насоса мощность на валу для перекачки воды составляет 566 кВт·ч/тыс.м³, а теоретическая норма расхода электроэнергии с учетом КПД двигателя составляет 590 кВт·ч/тыс.м³. Средний фактический удельный расход электроэнергии на перекачку воды за 2019 год составил 733 кВт·ч/тыс.м³.

Различие между расчетной нормой и фактическим удельным расходом объясняется двумя факторами: отсутствие автоматизированного регулирования производительности насосов; физический износ.

Предлагается заменить существующие насосы на энергоэффективные. За аналог энергоэффективного оборудования принимаются насосы компании Wilo. Технические характеристики приведены на рисунке 1. Оборудование для замены подбирается и рассчитывается под существующие показатели работы. При закупке нового насосного оборудования следует учитывать фактор увеличения требуемого напора, связанный с углублением разработки карьера. Автоматизация работы насосов потребует значительных капитальных затрат по причине использования высоковольтного двигателя. Низковольтный двигатель использовать невозможно по причине большой мощности.

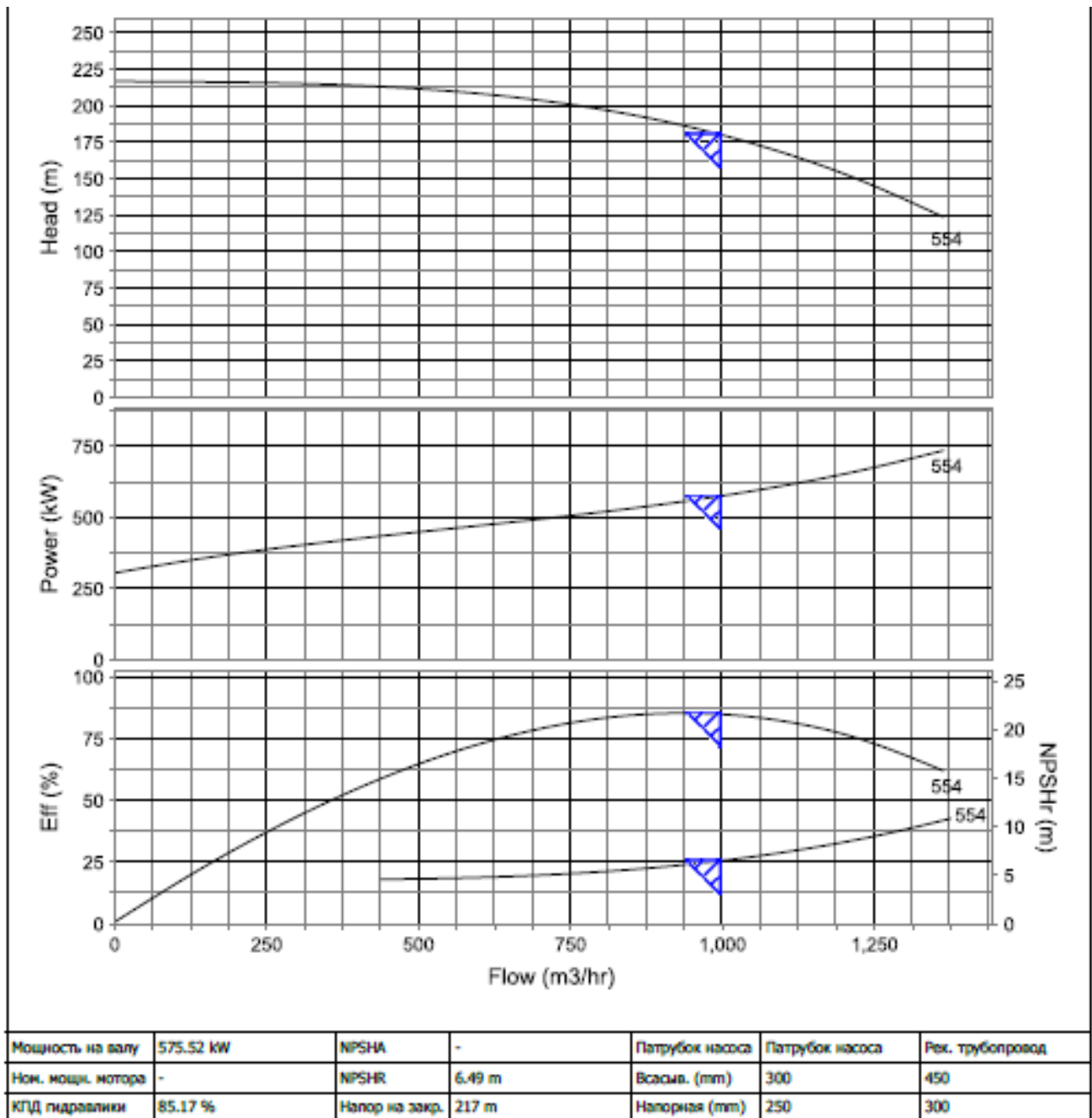


Рисунок 1 – Технические характеристики насоса 250-300-GST

Норма расхода электроэнергии определяется по кривой, описывающей потребляемую на валу мощность (рисунок 6.3 – 575,52 кВт/тыс. м³) исходя из производительности 1000 м³/ч и напора 200 м вод. ст. (рабочая точка). КПД электродвигателя составляет 94,7 % исходя из паспортных данных электродвигателя, приведенных на рисунке 2

№	Параметры асинхронного двигателя	Данные
1	Тип двигателя:	ДА304-450Х-4МВ1
2	Номинальная мощность, кВт:	630
3	Частота сети, Гц:	50
4	Синхронная скорость вращения, об/мин:	1500
5	Диапазон регулирования, об/мин:	
6	Номинальное напряжение, В:	6000
7	Номинальный ток, А:	74
8	Кратность пускового тока, $I_k/I_{ном}$:	7
9	Кратность максимального момента $M_{max}/M_{ном}$:	2,5
10	КПД, %:	94,7
11	Фактор мощности:	0,87
12	Климатическое исполнение:	У1 (-45; +40)
13	Режим работы:	S1
14	Класс изоляции:	F (В)
15	Степень защиты двигателя, IP:	IP54
16	Способ охлаждения:	IC01A61
17	Монтажное исполнение:	IM1001
18	Соединение с механизмом:	Муфта
19	Тип подшипников:	Качения, ZVL или ZKL
Комплектация		
1	Исполнение на напряжение 380, 660, 690 В:	Опционально
2	Датчик контроля температуры подш. узлов:	TSM50M
3	Датчик контроля температуры обмотки статора:	TSM50M
4	Места для установки датчиков вибрации:	Опционально
5	Подшипники SKF:	Опционально
6	Отдельная коробка КИП для датчиков:	Опционально
7	Вертикальное исполнение 3011:	Опционально
8	Исполнение с медным ротором - М:	Опционально
9	Антиконденсатный обогрев:	Опционально

Рисунок 2 – Паспортные данные электродвигателя насоса 250-300-GST

Экономия электроэнергии за счет применения нового насосного оборудования составит:

$$\Delta W = (733 - (575,52 \cdot 94,7\% \cdot 10^2)) \cdot 29,4 \cdot 10^3 = 3684 \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч.}$$

Экономия топлива при отпуске электроэнергии, при работе более энергоэкономичных насосов, B , т у.т., определяется по формуле:

$$B = \Delta W \cdot (1 + k_{ном}/100) \cdot b_{ээ} \cdot 10^{-3} \tag{1}$$

где $k_{ном}$ – коэффициент, учитывающий потери в электрических сетях, %;
 $b_{ээ}$ – удельный расход топлива на отпуск электрической энергии, принимается равным фактическому расходу топлива на замыкающей станции в энергосистеме (Лукомльской ГРЭС), кг у.т./тыс. кВт·ч.

$$B = 3684 \cdot (1 + 7,69/100) \cdot 287,1 \cdot 10^{-3} = 1139 \text{ т у.т.}$$

Срок окупаемости мероприятия, $Ср_{ок}$, лет, определяем по формуле:

$$Ср_{ок} = K / (\Delta B \cdot Ц_{топл} \cdot Ц_{\$}), \tag{2}$$

где K – капиталовложения в мероприятие, руб.;
 ΔB – экономия топлива от внедрения мероприятия, т у.т.;
 $Ц_{т}$ – расчётная стоимость 1 т у.т, долл. США;

Ц\$ – курс белорусского рубля по отношению к доллару США, руб./долл. США.

Капиталовложения, K , тыс. руб., определяются по формуле

$$K = C_{об} + C_{пр} + C_{смр} + C_{пн} \quad (3)$$

где $C_{об}$ – стоимость оборудования, тыс.руб.,

$C_{пр}$ – стоимость проектных работ, тыс.руб., определяется по формуле

$$C_{пр} = 0,1 \cdot C_{смр} \quad (4)$$

где $C_{смр}$ – стоимость строительно-монтажных работ, тыс.руб., определяется по формуле:

$$C_{смр} = (0,25 - 0,3) \cdot C_{об} \quad (5)$$

где $C_{пн}$ – стоимость пуско-наладочных работ, тыс.руб., определяется по формуле

$$C_{пн} = (0,03 - 0,05) \cdot C_{об}. \quad (6)$$

где $C_{об}$ – стоимость оборудования, тыс.руб.

Исходя из следующих данных: меняем 6 насосов стоимостью по 60 тыс. евро, получаем срок окупаемости:

$$Срок = (6 \cdot 60 \cdot 10^3 \cdot 2,9) / (1139 \cdot 210 \cdot 2,6) = 1,7 \text{ года}$$

Литература

1. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий. Департамент по энергоэффективности Госстандарта Республики Беларусь. Минск, 2017.