

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.

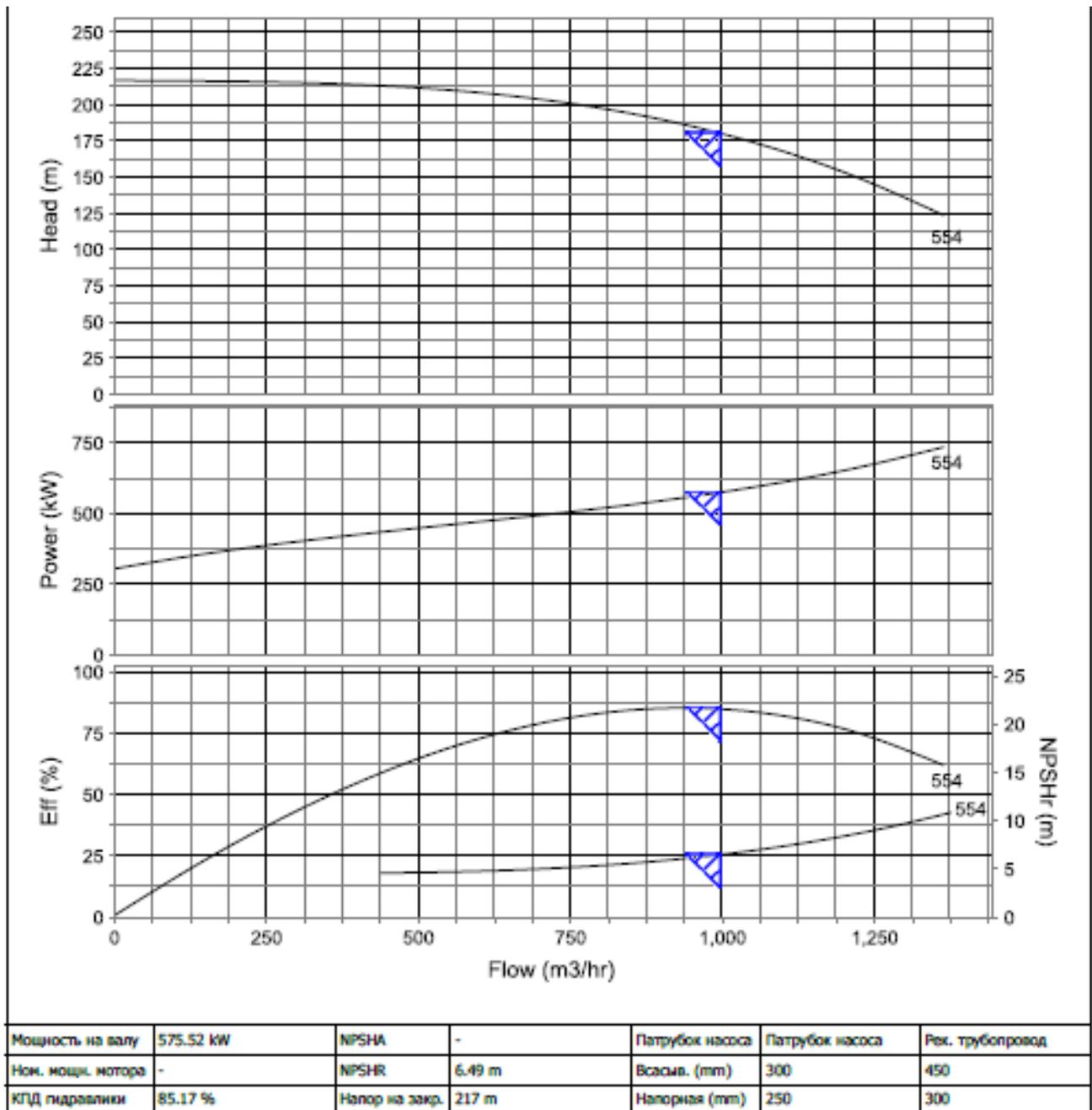


Рисунок 1 – Технические характеристики насоса 250-300-GST

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.