

УДК 621.313.333.018

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО ЗАЩИТНО-ПЕРЕКЛЮЧАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПОГРУЖНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

САИДОВ Р.А.

Азербайджанский Технологический Университет

Представлен расчет экономической эффективности разработанного автором защитно-переключающего устройства для погружных электродвигателей. Защитно-переключающее устройство обеспечивает непрерывность технологического процесса при наиболее частых и опасных аварийных режимах- обрыве фаз, путем сохранения электродвигателя в работе. Эффект обеспечивается за счет исключения ущерба от перерыва в производственном процессе, причиненного аварией электродвигателя.

ВВЕДЕНИЕ

Для подачи воды из скважин широкое распространение нашли центробежные скважинные насосы с погружными электродвигателями. Установки с погружными электродвигателями обладают предельными преимуществами по сравнению с другими типами, у которых двигатель расположен на поверхности.

Опыт эксплуатации и результаты многочисленных исследований, в том числе автора [1, 2], показывают, что, несмотря на разработку и внедрение в производство ряда конкретных рекомендаций по повышению эксплуатационной надежности погружных электронасосных установок, их уровень надежности остается еще низким.

Исследования [3] позволили также выявить, что такая низкая эксплуатационная надежность погружных электронасосных установок, в основном, обусловлена частым выходом из строя погружных электродвигателей. Причиной этого являются частые аварийные режимы работы погружных электродвигателей, которые в основном связаны с неполадками в электрической сети, отсутствием надежной защиты от неполнофазных режимов работы и надлежащего ухода за установкой, а также специфичностью условий их эксплуатации. Особенно большой ущерб от неполнофазных режимов в сельском хозяйстве связан с работой погружных электронасосов, которые территориально разбросаны и отключение которых приводит к прекращению технологического процесса.

Проведенные исследования наметили пути дальнейшего развития и совершенствования защитных устройств погружных электродвигателей от неполнофазных режимов. Оказалось, что целесообразными являются не только отключения, но и обеспечение бесперебойной работы погружных электродвигателей в наиболее частых и опасных аварийных режимах в сельском хозяйстве- при обрыве фаз питающей сети.

Для осуществления этой цели нами разработан принципиально новый метод защиты электродвигателей от обрыва фаз и впервые доказана возможность применения защитно-переключающего устройства (ЗПУ), основанного на этом методе [4].

Практическая ценность разработанного устройства подтверждена экономической эффективностью от внедрения в производстве.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Для оценки экономической эффективности от внедрения защитно-переключающего устройства необходимо знать величину ущерба от перерыва, причиненного аварией электродвигателя.

При определении ущерба от отказов учитывается как ущерб, обусловленный простоем или невыполнением задачи, так и затраты на замену или ремонт отказавшего устройства.

Значительные трудности в определении ущерба объясняются его зависимостью от многих факторов, например, длительности и момента начала отключения двигателя, фазы производственного цикла, оперативности устранения аварии и т.п.

На основании статистических данных о потерях продукции, исследований в области физиологии животных и усредненных затрат на единицу продукции, Всесоюзным научно-исследовательским институтом электрификации сельского хозяйства разработаны методические рекомендации по определению ущерба сельскохозяйственному производству от перерывов в подаче электроэнергии [5]. Эти рекомендации могут быть при соответствующей корректировке применены и для определения ущерба при отказах электродвигателя.

Ущерб от отказа электродвигателя определяется по формуле:

$$Y = Y_1 + Y_2,$$

где Y_1 – основной (или технологический) ущерб, обусловленный простоем и невыполнением поставленной задачи, ман/отк.;

Y_2 – затраты на замену отказавшего электродвигателя, ман/отк.

Основной ущерб определяется в следующей последовательности. В результате многолетних исследований ВИЭСХ разработаны величины среднего удельного ущерба Y_o для каждого технологического процесса на одну производственную единицу в течение часа. Для водоснабжения фермы Y_o составляет 0,025 руб./голов·час [5], которая примерно приравнивается к 0,025 ман/голов·час.

Зная продолжительность перерыва, связанного с аварией погружного двигателя, можно вычислить величину основного ущерба, согласно следующему выражению

$$Y_1 = N \cdot Y_o \cdot t \cdot K_{совн.}$$

где N - количество производственных единиц, которое пострадало в результате аварии двигателя (количество коров, птиц и т.п.);

t - время простоя технологического оборудования или недоиспользование производственных единиц, вызванного аварией погружного двигателя (это время в среднем составляет 10 ч/отк);

$K_{совн.}$ - коэффициент, характеризующий совпадения времени технологического процесса с работой электродвигателя, принимаемый равным 0,8.

Таким образом, авария электродвигателя погружного насоса в системе водоснабжения фермерских хозяйств села из 200 дворов и в среднем по 4 условных коров в каждом [6], насчитывающих 800 голов крупного рогатого скота, приносит следующий технологический ущерб:

$$Y_1 = N Y_o t K_{совн.} = 800 \cdot 0,025 \cdot 10 \cdot 0,8 = 160 \text{ ман / отк.}$$

Аналогичным путем можно определить ущерб при аварии двигателя для других производственных процессов.

В отдельных случаях авария электродвигателя приносит значительный ущерб, например, если перерыв в водоснабжении достигает 24 ч, то технологический ущерб увеличивается экспоненциально и достигает 384 ман.

Затраты U_2 на замену отказавшего двигателя включают затраты на ремонт или цену нового двигателя, затраты на демонтаж старого двигателя и монтаж нового, транспортные затраты и т.п. Согласно данным УЭСАС Азербайджана, расходы, связанные с заменой двигателя насоса, погруженного на глубину до 110 м, составляют более 600 ман.

Таким образом, средний ущерб от отказа погружного электродвигателя в сельскохозяйственном водоснабжении

$$U = 160 + 600 = 760 \text{ ман / отк.}$$

Автоматический перевод электродвигателей погружных насосов в однофазный конденсаторный режим работы при обрыве фазы не только защищает их от наиболее частых и опасных аварийных режимов, но и сохраняет их в работе, не прерывая технологический процесс. При этом экономический эффект от применения предлагаемого устройства может быть получен за счет:

-обеспечения непрерывности технологических процессов при неполнофазном режиме работы электродвигателя;

-повышения эксплуатационной надежности погружных электронасосов вследствие сокращения числа внезапных отказов двигателей, а также эффективной защиты их от потери фазы;

-снижение ежегодных эксплуатационных затрат на содержание электронасосных установок вследствие сокращения технологических ущербов из-за отказов в работе.

Основными вопросами при расчете экономической эффективности от внедрения новой техники является правильный выбор исходной базы для составления технико-экономических показателей. В данной работе в качестве базового варианта была принята скважинная электронасосная установка, состоящая из наиболее распространенного в сельском хозяйстве погружного насоса с электродвигателем ПЭДВ-2,8-140, оснащенной станцией управления ШЭТ 5801. Эта установка наиболее современна и перспективна в сельскохозяйственном водоснабжении.

Годовой экономический эффект от внедрения защитно-переключающих устройств определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = (Z_1 - Z_2)N + U \frac{A \cdot N}{100},$$

где Z_1 и Z_2 - приведенные затраты на одну электронасосную установку соответственно в базовом и новом вариантах, ман/год;

N - количество электронасосных установок, работающих в сельскохозяйственном водоснабжении Азербайджана (7 тыс. шт)

A - средний процент аварийности погружных электродвигателей от неполнофазных режимов (в условиях Азербайджана 45% от общего числа в год).

Приведенные затраты

$$Z = I + E_n K,$$

где I - годовые эксплуатационные издержки, ман/год;

K - капитальные вложения (балансовая стоимость), ман;

E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, для электротехнического оборудования принимается равным 0,15.

Ежегодные издержки эксплуатации электронасосной установки состоят из амортизационных отчислений I_a , отчислений на текущий ремонт I_p и затрат на заработную плату обслуживающего персонала I_z .

Таким образом,

$$I = I_a + I_p + I_z.$$

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Балансовая стоимость погружной электронасосной установки (в среднем) до внедрения предлагаемого устройства, согласно данным УЭСАС Азербайджана

$$K_1 = 850 \text{ ман.}$$

При насыщении электронасосной установки защитно-переключающим устройством балансовая стоимость ее возрастает на 40 ман (приблизительная цена одного устройства при единичном изготовлении)

$$K_2 = 890 \text{ ман.}$$

Отчисления на амортизацию определяются в процентах от балансовой стоимости электронасосной установки по формуле

$$I_a = \frac{K \cdot a}{100},$$

где a – норма амортизационных отчислений, $a=17,5\%$.

$$\text{Тогда } I_{a1} = \frac{850 \cdot 17,5}{100} = 148,7 \text{ ман/год;}$$

$$I_{a2} = \frac{890 \cdot 17,5}{100} = 155,7 \text{ ман/год.}$$

Отчисления на текущий ремонт электронасосной установки

$$I_p = \frac{K \cdot a_m}{100},$$

где a_m – норма отчислений на текущий ремонт, $a=5\%$.

$$\text{Тогда } I_{p1} = \frac{850 \cdot 5}{100} = 42,5 \text{ ман/год;}$$

$$I_{p2} = \frac{890 \cdot 5}{100} = 44,5 \text{ ман/год.}$$

Годовые затраты труда на обслуживание электронасосной установки для системы сельскохозяйственного водоснабжения, составляет 210 чел.-ч.

Дополнительные затраты времени на одно обслуживание после внедрения предлагаемого устройства равны в среднем 10 мин. (хронометражные данные). При этом дополнительные затраты труда за год составляют 17,5 чел.-ч.

Следовательно, затраты на оплату труда обслуживающего персонала за год при часовой тарифной ставке электромонтера 4 разряда 0,53 ман/ч до и после внедрения предлагаемого устройства соответственно будут

$$I_{з1} = 210 \cdot 0,53 = 111,3 \text{ ман / год;}$$

$$I_{з2} = (210 + 17,5) \cdot 0,53 = 120,6 \text{ ман / год.}$$

Приведенные затраты на содержание и эксплуатацию электронасосной установки по обоим вариантам

$$З_1 = 148,7 + 42,5 + 111,3 + 0,15 \cdot 850 = 430 \text{ ман/год;}$$

$$З_2 = 155,7 + 44,5 + 120,6 + 0,15 \cdot 890 = 454,3 \text{ ман/год.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения предлагаемого устройства на одну электронасосную установку

$$\mathcal{E} = 430 - 454,3 + \frac{760 \cdot 45}{100} = 317,7 \text{ ман}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$T = \frac{K_1 - K_2}{\mathcal{E}} = \frac{40}{317,7} = 0,13 \text{ года} < T_n = 6,7 \text{ год.}$$

Предполагаемый годовой экономический эффект от внедрения предлагаемого устройства в условиях сельскохозяйственного водоснабжения Азербайджана будет

$$\mathcal{E}' = \mathcal{E}N = 317,7 \cdot 7000 = 2,22 \text{ млн. ман.}$$

Таким образом, годовой экономический эффект от внедрения предлагаемого устройства на одну электронасосную установку в среднем составляет 317,7 ман, а по республике более 2,22 млн. ман.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для определения технологического ущерба, причиненного одним отказом двигателя погружного электронасоса, можно использовать приведенные средние удельные величины ущерба для основных сельскохозяйственных производственных процессов. Техничко-экономическая оценка разработанного защитно-переключающего устройства показала, что в условиях сельскохозяйственного водоснабжения республики в среднем одна авария погружного двигателя приносит ущерб 760 ман., а годовой экономический эффект от ее внедрения на одну электронасосную установку составляет 317,7 ман, а по республике более 2,22 млн. ман.

1. Саидов Р.А. Повышение надежности погружных электронасосных установок // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2002, №7, с. 25-26

2. Саидов Р.А. Основные определения и задачи исследования надежности погружных электронасосных установок / Материалы первой международной конференции по техническим и физическим проблемам энергетики, Баку, 2002, с. 44-49

3. Саидов Р.А. Исследование вероятности безаварийной работы погружных электронасосных установок // Проблемы энергетики, Баку, 2001, №4, с. 32-36

4. Саидов Р.А. Экспериментальные исследования погружных электродвигателей в трехфазном и однофазном конденсаторном режимах // Проблемы энергетики, Баку, 2007, №12, с. 132-137

5. Методические рекомендации по определению ущерба сельскохозяйственному производству от перерывов в подаче электроэнергии, М.: ВИЭСХ, 1984, 26 с.

6. Fermerlərin (torpaq mülkiyyətçilərinin) fəaliyyət sahəsindəki problemlərini öyrənmək məqsədi ilə keçirilmiş sosioloji sorğunun nəticələri, Gəncə, 2003, 72 s.

DƏRİNLİK ELEKTRİK MÜHƏRRİKİNDƏ YENİ MÜHAFİZƏ-ÇEVİRİCİ TƏRTİBATIN TƏTBİQİNİN İQTİSADİ SƏMƏRƏLİLİYİ

SƏİDOV R.Ə.

Dərinlik elektrik mühərriki üçün müəllif tərəfindən işlənib hazırlanmış yeni mühafizə-çevirici tərtibatın tətbiqindən əldə edilən iqtisadi səmərənin hesabatı təqdim edilir. İqtisadi səmərə elektrik mühərrikinin qəza rejimində işini davam etdirməsi, texnoloji prosesdə fasilə baş verməməsi və bu səbəbdən baş verə biləcək ziyanın aradan götürülməsi hesabına yaranır.

ECONOMICAL EFFECT OF USING THE NEW PROTECT AND SWITCHING DEVICE FOR SUBMERSIBLE MOTOR

SAIDOV R.A.

Estimate of economical effect of protect and switching device for submersible motor is considered by author. The protect and switching device is provide with continuity of technological frequent and perilous damaging conditions when stage is broken by the road of saving motor in its work. Effect is guaranteed at the expense of exception of damage from break in the industrial process, caused by breakdown of electric motor.