

Литература

1. Ильинский Н.Ф., Рожакровский Ю.В., Горнов А.О. Энергосбережение в электроприводе. – М.: Высш. шк., 1989. – 180 с.
2. Сарбатов Р.С., Богаченко Д.Д. Экстремальный регулятор для электроприводов переменного тока с непрерывными обратными связями // Сб. науч.тр. МЭИ. – 1986. – №152.



УДК 621.313.333.004

В.В. Боннет, А.Ю. Логинов, В.В. Потапов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

В статье рассматривается методика определения оптимального уровня технического состояния асинхронного двигателя и применение ее на практике для снижения убытков от простоев технологического процесса, а также для уменьшения нерациональных вложений средств в его повышение.

Ключевые слова: *уровень технического состояния, асинхронный двигатель, надежность, технологический процесс.*

V.V. Bonnet, A.Yu. Loginov, V.V. Potapov

DETERMINATION OF THE ASYNCHRONOUS ENGINE TECHNICAL STATE OPTIMUM LEVEL

The technique for determining the asynchronous engine technical state optimum level and application of it in practice in order to decrease the losses from the technological process idle times, and to reduce the irrational investments into its increase is considered in the article.

Key words: *technical state level, asynchronous engine, reliability, technological process.*

В настоящее время в электроприводе большинства технологических процессов, как в промышленности, так и в сельском хозяйстве, используются асинхронные двигатели. Надежность и эффективность работы асинхронного двигателя непосредственно влияет на весь технологический процесс. Однако, как показывает опыт, надежность электрических машин низка.

Одним из эффективных путей решения этой проблемы является разработка новых методов и средств диагностики неисправностей и контроля текущего состояния в условиях работы.

Нами предложена методика оценки технического состояния асинхронного двигателя по комплексному показателю [1]. Работоспособность асинхронного электродвигателя во многом зависит как от состояния его сборочных единиц, так и их взаимодействия в целом.

Известно, что убытки от простоя технологического процесса ($C_{y,пр}$) во многом зависят от надежности функционирования агрегатов, используемых в нем. В свою очередь, надежность каждого отдельного агрегата, непосредственно зависит от его технического состояния. Количественной характеристикой технического состояния асинхронного двигателя предлагается принять комплексный показатель "уровень технического состояния" (Y_{mc}) [1]. Тогда можно записать $C_{y,пр} = f_1(Y_{mc})$. Из условия того, что при определенном уровне технического состояния агрегат неработоспособен, убытки от простоя технологического процесса будут максимальными и соответствовать стоимости всего недовыпуска продукции. Соответственно при $Y_{mc} \Rightarrow max$ убытки от простоя технологического процесса будут стремиться к минимуму (рис.1, а).

В другом случае затраты $C_{з,ymc} = f_2(Y_{mc})$ на увеличение уровня технического состояния агрегата будут возрастать (рис.1, б). Анализ, полученный в ходе экспериментов, показал, что $C_{y,пр}$ и $C_{з,ymc}$ изменяются по степенным зависимостям вида $f(x) = a \cdot x^b$, в нашем случае ($a_1 \cdot Y_{mc}^{-b_1}$) и ($a_2 \cdot Y_{mc}^{b_2}$) соответственно.

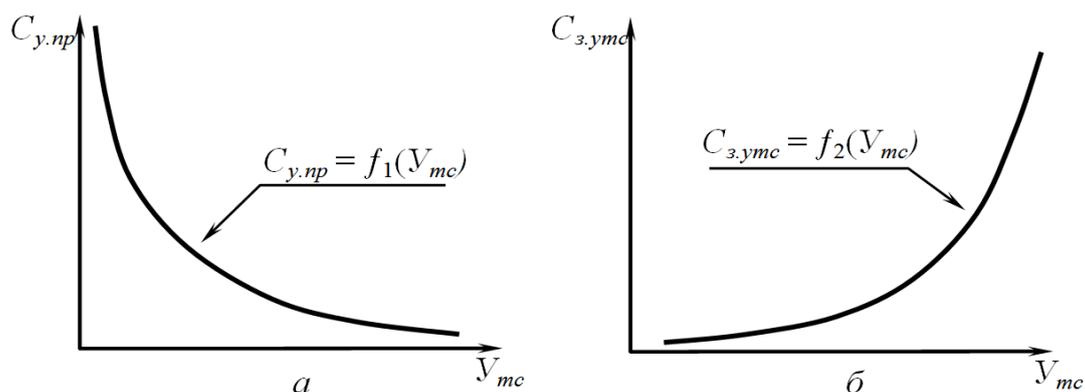


Рис. 1. Характер изменения функциональных зависимостей от уровня технического состояния агрегата: а – убытков от простоев технологического процесса; б – затрат на повышение технического состояния агрегата

Уровень технического состояния будет оптимальным, если дополнительные вложения средств в его повышение в период подготовки асинхронного двигателя к работе не будут превышать экономический эффект, полученный за счет снижения простоев в рабочий период. В этом случае при равенстве указанных затрат производные функции будут между собой равны. То есть значение уровня технического состояния будет оптимальным, если производные функций будут между собой равны.

$$(C_{y,np})' = (C_{з,ymc})' \text{ или } (a_1 \cdot Y_{mc}^{-b_1})' = (a_2 \cdot Y_{mc}^{b_2})', \quad (1)$$

дифференцируя (1), получаем

$$b_1 a_1 \cdot Y_{mc}^{-b_1-1} = b_2 a_2 \cdot Y_{mc}^{b_2-1}, \quad (2)$$

выразим из этого выражения оптимальный уровень Y_{mc}

$$\frac{Y_{mc}^{b_2-1}}{Y_{mc}^{-b_1-1}} = \frac{b_1 a_1}{b_2 a_2} \Rightarrow Y_{mc} = \sqrt[b_1+b_2]{\frac{b_1 a_1}{b_2 a_2}}. \quad (3)$$

Таким образом получен уровень технического состояния асинхронного двигателя, при котором дальнейшее его повышение приведет к тому, что удельные затраты будут иметь больше экономии за счет снижения убытков от простоев технологического процесса.

Характер зависимости Y_{mc} подтверждается достаточным условием, проверкой второй производной $C'' > 0$.

$$C'' = a_1 b_1 (b_1 + 1) \cdot Y_{mc}^{-b_1-2} + a_2 b_2 (b_2 - 1) \cdot Y_{mc}^{b_2-2}, \quad (4)$$

$$C'' \left(\sqrt[b_1+b_2]{\frac{b_1 a_1}{b_2 a_2}} \right) = a_1 b_1 (b_1 + 1) \cdot \left(\frac{b_1 a_1}{b_2 a_2} \right)^{\frac{-b_1-2}{b_1+b_2}} + a_2 b_2 (b_2 - 1) \left(\frac{b_1 a_1}{b_2 a_2} \right)^{\frac{b_2-2}{b_1+b_2}} > 0. \quad (5)$$

Отсюда следует, что при значении уровня технического состояния $Y_{mc} = \sqrt[b_1+b_2]{\frac{b_1 a_1}{b_2 a_2}}$ убытки от простоя технологического процесса, как и затраты на подготовку агрегата будут равны между собой.

При анализе технологического процесса было определено, что убытки главным образом будут вызваны простоями асинхронного двигателя в технологическом процессе, зарплатой рабочих, обслуживающих эти машины. В свою очередь, затраты на повышение уровня технического состояния складываются из стоимости замененных запасных частей, амортизации вспомогательного оборудования и зарплаты электрослесарей. При практических расчетах затрат использовались данные, полученные при увеличении уровня технического состояния асинхронных двигателей, находящихся под наблюдением, на 10%. Для построения функции за максимальное значение принято 25% от стоимости асинхронного двигателя (при повышении U_{mc} от 0,3 до 1).

Экспериментальные данные подтвердили, что убытки от простоя асинхронного двигателя, а также затраты на повышение U_{mc} в зависимости от уровня его технического состояния изменяются по степенным зависимостям:

$$C_{y.pr} = 8,2 \cdot U_{mc}^{-2,5346} \quad (r=0,821); \quad (6)$$

$$C_{z.ytc} = 48,08 \cdot U_{mc}^{2,335} \quad (r=0,763). \quad (7)$$

На рисунке 2 показан характер изменения затрат в зависимости от U_{mc} .

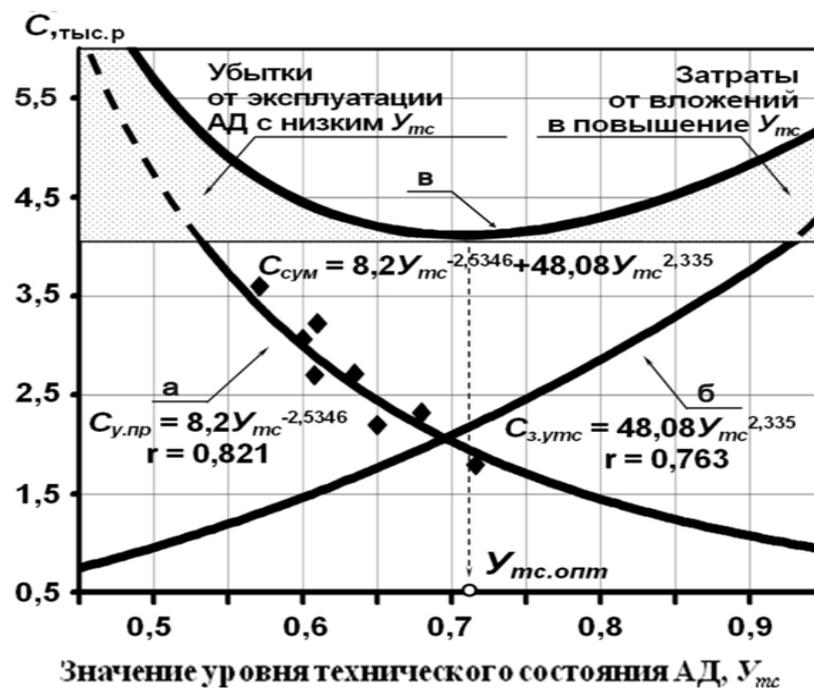


Рис. 2. Функциональные зависимости: а – убытков от простоев технологического процесса; б – затрат на повышение технического состояния; в – изменение суммарных затраты от оптимального значения уровня технического состояния комбайна

Из рисунка 2 видно, что при $U_{mc} \leq 0,5$ убытки от простоя асинхронного двигателя резко возрастают. В случае, когда $U_{mc} \Rightarrow \max$, убытки от простоя асинхронного двигателя принимают постоянное значение, которое зависит от затрат времени на ежемесячное техническое обслуживание и сложившихся условий эксплуатации асинхронного двигателя в данном хозяйстве.

Чем выше U_{mc} , тем больше затраты. В свою очередь, чем хуже техническое состояние асинхронного двигателя, тем выше отдача от вкладываемых средств на его восстановление в установленных пределах работоспособного состояния. Об этом свидетельствует зависимость б (рис.2).

При графическом определении оптимального уровня технического состояния следует построить суммарную функцию (в). Проецируя точку, соответствующую минимуму суммарных затрат на ось U_{mc} , получим искомую величину. В нашем случае $U_{mc,opt} \approx 0,71$.

Расчетным путем оптимальный уровень технического состояния асинхронного двигателя находим согласно полученному выражению (3)

$$Y_{mc.onm} = 2,5346 + 2,335 \sqrt{\frac{2,5346 \cdot 0,041}{2,335 \cdot 0,2404}} = 0,707 \quad (8)$$

Полученное значение уровня технического состояния целесообразно поддерживать на протяжении всего периода использования. Увеличение или снижение оптимального значения Y_{mc} возможно при изменении определенных начальных условий. Например, снижение стоимости запасных частей или увеличение убытков от простоя асинхронного двигателя будет способствовать увеличению оптимального значения Y_{mc} .

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что полученный оптимальный уровень технического состояния асинхронного двигателя позволяет уменьшить нерациональное вложение средств в его повышение, а также снизить убытки от простоя технологического процесса.

Литература

1. Боннет В.В., Синельников А.М., Логинов А.Ю. Оценка состояния асинхронного двигателя по комплексному показателю // Engineering problems in agriculture and industry: сб. докл. междунар. конф. (Ulaanbaatar, Mongolia July 2–4, 2010). – 2010. – С. 101–105.



УДК 621.314

Л.А. Астраханцев, Н.М. Астраханцева, Н.П. Асташков

РАЗРАБОТКА РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В статье изложено обоснование основных направлений по организации и разработке технических решений, которые обеспечивают сбережение энергетических, материальных и трудовых ресурсов в материальном производстве, в сфере обслуживания населения и безопасность природно-технических систем общества.

Ключевые слова: электрическая энергия, полупроводниковые приборы, эффективность, мощность.

L.A. Astrakhantsev, N.M. Astrakhantseva, N.P. Astashkov

RESOURCE-SAVING ELECTRIFIED TECHNOLOGICAL PROCESS DEVELOPMENT

Substantiation of the main directions on organization and development of the technical solutions that provide saving of the energy, material and labor resources in the material production, in the sphere of population service and safety of the natural and technical systems, society is developed in article.

Key words: electric energy, semi-conductors, efficiency, power.

Ресурсосберегающие технологии в материальном производстве, в сфере обслуживания населения и в общественной надстройке необходимы для обеспечения высокого качества жизни человека и гармоничного взаимодействия общества с окружающей средой. Основой для развития ресурсосберегающих технологических процессов являются научные разработки, закономерности, практический опыт и технические решения. Энергетической основой методов совершенствования технологических процессов является электричество, а преобразовательная техника применяется для изменения параметров электрической энергии и управления.

Зарубежными и российскими производителями изготавливаются полупроводниковые преобразователи напряжения, которые управляют технологическими процессами за счет снижения действующего напряжения у приемников электрической энергии. Недостатками данного оборудования являются: снижение эффективности использования электрической энергии до нуля с увеличением глубины регулирования мощности технологических установок; нелинейные искажения тока в системе электроснабжения и генерирование электромагнитных помех в