

2. Введение в состав борлирующих обмазок, содержащих B_4C , $B_{аморфн.}$, активаторы NH_4Cl , CaF_2 плавленного флюса для индукционной наплавки П-0,66, позволяет перевести процесс борирования из твердой в квазжидкую фазу, увеличить его скорость и глубину превращения.

3. Показано, что в этих условиях образуются поверхностные слои упрочненного металла, состоящие из боридов FeB и Fe_2B , распределенных в матрице эвтектики $Fe-B$, с толщиной от 100 до 350 мкм, микротвердостью от 700 до 2300 НВ, износ которых при трении о незакрепленный абразив составляет от 100 до 600 мг на 10 000 м пути, в зависимости от природы борлирующего агента, состава обмазки, времени выдержки и вида стали.

4. Для получения износостойких покрытий для почвообрабатывающих органов с оптимальным соотношением цена/качество рекомендовано использовать борлирующие обмазки на основе карбида бора и флюса П-0,66.

Библиографический список

1. Шитов А.Н. Влияние различных факторов на изнашивание рабочих органов почвообрабатывающих машин / А.Н. Шитов, А.А. Веденеев // Ремонт, восста-

новление, модернизация. – 2002. – № 7. – С. 21-23.

2. Сидоров С.А. Технический уровень и ресурс рабочих органов сельхозмашин / С.А. Сидоров // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1998. – № 3. – С. 29-33.

3. Ткачев В.Н. Индукционная наплавка твердых сплавов / В.Н. Ткачев, Б.Ч. Фиштейн, Н.В. Казинцев, Д.А. Алдырев. – М.: Машиностроение, 1970.

4. Химико-термическая обработка металлов и сплавов: справочник / под ред. Л.С. Ляховича. – М.: Металлургия, 1981.

5. Ворошнин Л.Г. Борирование стали / Л.Г. Ворошнин, Л.С. Ляхович. – М.: Металлургия, 1978.

6. Белый А.В. Структура и методы формирования износостойких поверхностных слоев / А.В. Белый, Г.Д. Карпенко, К.Н. Мышкин. – М.: Машиностроение, 1991.

7. Гурьев А.М. Физические основы термоциклического борирования / А.М. Гурьев, Э.В. Козлов, Л.Н. Игнатенко, Н.А. Попова. – Барнаул: Изд-во АлГТУ, 2000.

8. Методы повышения долговечности деталей машин. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие для вузов / под ред. В.Н. Ткачева. – М.: Машиностроение, 1971.



УДК 621.313.3

**К.М. Усанов,
В.А. Каргин,
Т.А. Филимонова**

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В ИМУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МАШИНАХ

Ключевые слова: линейные электромагнитные двигатели, импульсные ма-

шины, тепловые режимы, теплопередача, удельные потери мощности.

Применение в АПК импульсных машин с линейными электромагнитными двигателями (ЛЭМД) в приводах с возвратно-поступательным движением рабочего органа, например, в технологиях погружения стержневых заземлителей в грунт при реконструкции сельских трансформаторных подстанций, наложения клипс и формования колбасных изделий и др., представляется эффективным ввиду относительно малого потребления и непосредственного преобразования электрической энергии в механическую работу и сравнительно высоких удельных показателей [1-3].

Тепловой режим ЛЭМД в значительной степени определяется как конструктивными (геометрией и сопротивлением обмотки, величиной охлаждающей поверхности статора), так и режимными (формой тока, количеством и длительностью импульсов) параметрами. При этом потери в меди составляют основную долю потерь энергии – до 45%, что приводит к повышению температуры обмотки $t_{об} > t_{об}^{дон}$, где $t_{об}^{дон}$ – предельно допустимая температура обмотки двигателя [4].

Для интенсификации процесса теплопередачи следует обеспечить плотный, без зазоров, контакт обмотки со статором ЛЭМД.

Другим важным фактором, влияющим на теплопередачу, является величина охлаждающей внешней поверхности корпуса двигателя.

В частности, оребрение поверхности корпуса ЛЭМД позволяет интенсифицировать процесс теплопередачи. К ребристым поверхностям корпуса двигателя предъявляются характерные требования:

минимизация размеров и веса, эффективное использование материалов и др. [5]. При этом в задачу расчета оребрения входит определение температуры по ребру, количества снимаемого тепла, веса и стоимости оребренной поверхности охлаждения. В полном объеме задачу предпочтительней решать на основе эксперимента.

Приведена оценка влияния оребрения корпуса на интенсификацию процесса теплопередачи в ЛЭМД импульсных машин.

Для количественной оценки ребристой поверхности будем использовать коэффициент оребрения k_F

$$k_F = \frac{F_{op}}{F_{gl}}, \quad (1)$$

где F_{op} и F_{gl} – соответственно, площадь оребренной и гладкой поверхностей.

Величина коэффициента k_F будет определяться удельными потерями в меди ЛЭМД, зависящими, в свою очередь, от параметров обмотки (сечения S обмоточного провода, количества n витков, размеров l, h), формы питающего импульса тока и поверхности охлаждения корпуса двигателя $F_{охл}$:

$$\Delta P_{yd} = \frac{\Delta P}{F_{охл}}, \quad (2)$$

где ΔP – потери мощности в обмотке.

$$\Delta P = I^2 R, \quad (3)$$

где I – ток в обмотке ЛЭМД;

R – сопротивление обмотки.

Для определения значений ΔP воспользуемся осциллограммами тока $i(t)$, напряжения $u(t)$ и перемещения $\delta(t)$ якоря за один рабочий ход (рис. 1).

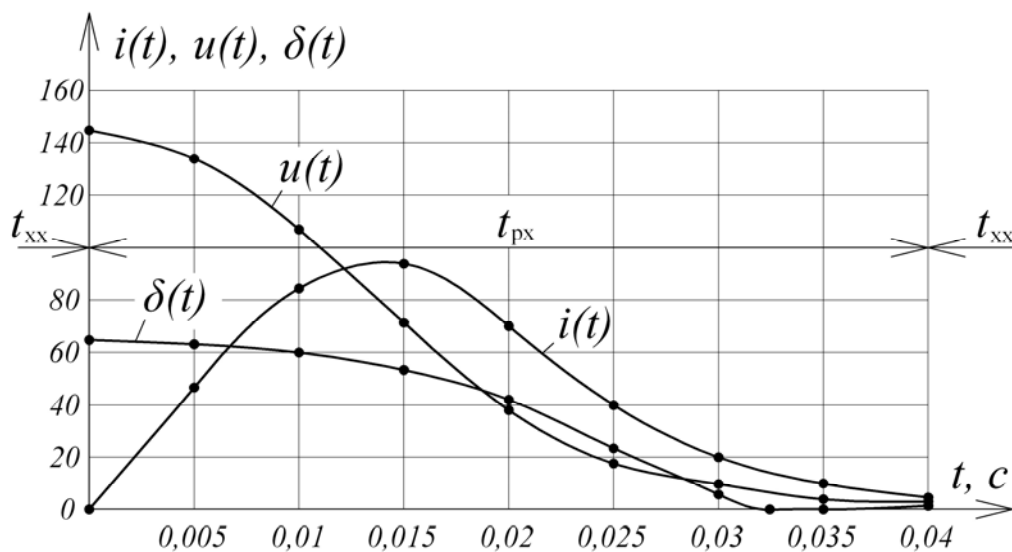


Рис. 1. Динамические характеристики ЛЭМД ударной машины

Эквивалентный ток $I_{\text{экв}}$ на интервале рабочего хода

$$I_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{1}{t_{\text{px}}} \int_0^{t_{\text{px}}} i^2(t) dt}, \quad (4)$$

где t_{px} – время рабочего хода.

С учетом (4) выражение (3) преобразуется к виду:

$$\Delta P = R \left(\sqrt{\frac{1}{t_{\text{px}}} \int_0^{t_{\text{px}}} i^2(t) dt} \right)^2. \quad (5)$$

Удельные потери $\Delta P_{\text{y}\delta}$ на рабочем ходе якоря ЛЭМД:

$$\Delta P_{\text{y}\delta} = \frac{R \left(\sqrt{\frac{1}{t_{\text{px}}} \int_0^{t_{\text{px}}} i^2(t) dt} \right)^2}{F_{\text{охл}}}. \quad (6)$$

При дискретном поступлении однополярных импульсов тока в обмотку ЛЭМД ее нагрев происходит только на интервале рабочего хода t_{px} . Поскольку интервал холостого хода t_{xx} якоря, когда ток двигателя $i = 0$, мал по сравнению с постоянной времени охлаждения T_0 обмотки, процесс нагрева ЛЭМД будем считать непрерывным.

Зависимость относительных удельных потерь в меди $P^* = (\Delta P_{\text{y}\delta} / \Delta P_{\text{y}\delta}^{\text{max}}) \cdot 100\%$, где $\Delta P_{\text{y}\delta}^{\text{max}}$ – удельные потери при $k_F = 1$

(без оребрения), от коэффициента оребрения k_F представлена в виде диаграммы $P^* = f(k_F)$ (рис. 2).

Для сравнения участков диаграммы воспользуемся средним значением коэффициента передачи k_{cp} на интервалах

$$\left. \begin{aligned} I - k_F &= 1,0 - 2,5; \\ II - k_F &= 2,5 - 4,0; \\ III - k_F &= 4,0 - 5,5, \end{aligned} \right\} k_{\text{cp}} = \frac{\sum k_i}{i}, \quad (7)$$

где k_i – коэффициент передачи i -го участка диаграммы $P^* = f(k_F)$.

$$\left. \begin{aligned} k_{\text{cp}}^I &= \frac{1}{3} \left(\frac{\Delta P_1^*}{\Delta k_F^1} + \frac{\Delta P_2^*}{\Delta k_F^2} + \frac{\Delta P_3^*}{\Delta k_F^3} \right); \\ k_{\text{cp}}^{II} &= \frac{1}{3} \left(\frac{\Delta P_4^*}{\Delta k_F^4} + \frac{\Delta P_5^*}{\Delta k_F^5} + \frac{\Delta P_6^*}{\Delta k_F^6} \right); \\ k_{\text{cp}}^{III} &= \frac{1}{3} \left(\frac{\Delta P_7^*}{\Delta k_F^7} + \frac{\Delta P_8^*}{\Delta k_F^8} + \frac{\Delta P_9^*}{\Delta k_F^9} \right), \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

где $k_{\text{cp}}^I, k_{\text{cp}}^{II}, k_{\text{cp}}^{III}$ – коэффициенты передачи, соответственно, I, II и III участков;

Δk_F – приращение коэффициента оребрения;

ΔP^* – приращение относительных удельных потерь.

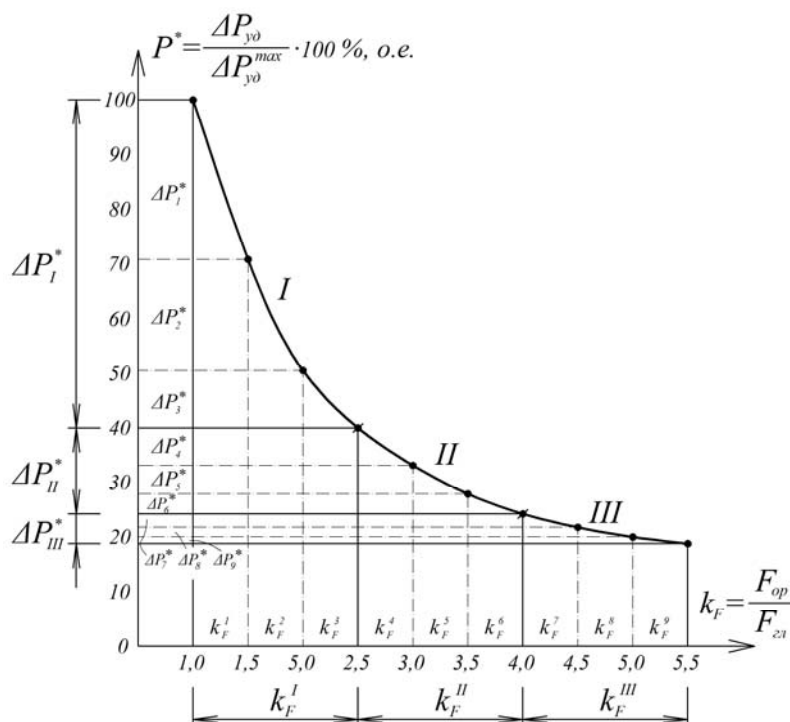


Рис. 2. Зависимость относительных удельных потерь P^* от величины коэффициента оребрения k_F

С учетом (8) имеем

$$k_{cp}^I \approx 3,64k_{cp}^{II} \approx 8k_{cp}^{III}. \quad (9)$$

Таким образом, при создании и совершенствовании импульсных электромагнитных машин с жесткими ограничениями массы, например, для переносных ударных машин, представляется эффективным увеличение охлаждающей поверхности ЛЭМД за счет оребрения двигателя, при этом значение k_F следует принимать $k_F = 2,5$.

Увеличение значений $k_F = 2,5-4,0$ приводит к снижению относительных удельных потерь не более чем на 15% и представляет интерес для стационарных импульсных электромагнитных машин.

Дальнейшее повышение $k_F = 4,0-5,5$ представляется нецелесообразным ввиду значительного увеличения металлоемкости всего электропривода.

Библиографический список

1. Усанов К.М. Силовая электромагнитная импульсная система для погружения стержневых элементов в грунт / К.М. Усанов, В.А. Каргин // Вестник Са-

ратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2005. – № 3. – С. 59-61.

2. Усанов К.М. Классификация и анализ устройств для принудительного наполнения фаршем колбасных оболочек / К.М. Усанов, В.А. Каргин, С.М. Зубарев // Технология здорового питания. – СГАУ им. Н.И. Вавилова. – Саратов: КУБиК, 2009. – С. 148-151.

3. Усанов К.М. Перспективы применения импульсных электромагнитных машин в приводе оборудования для вязки колбасных батонов / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.В. Ивченко // Технология здорового питания. – СГАУ им. Н.И. Вавилова. – Саратов: КУБиК, 2009. – С.152-155.

4. Ряшенцев Н.П. Электромагнитные прессы / Н.П. Ряшенцев, Г.Г. Угаров, А.В. Львицын. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. – 216 с.

5. Михеев М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева. – 2-е изд. стереотип. – М.: Энергия, 1977. – 344 с.



УДК 631.333.93(043.3)

Н.А. Чернецкая,
Ю.А. Шапошников

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СМЕСЕПРИГОТОВИТЕЛЬНОГО АППАРАТА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Ключевые слова: конструкция аппарата, лопасть, мешалка, смесь, минеральные удобрения, поливная вода, ресурсосберегающий режим, критерий, параметр, фактор.

Введение

Выращивание овощей в тепличных хозяйствах сибирских регионов связано со значительными затратами энергетических и трудовых ресурсов, что составляет большую часть себестоимости тепличной продукции. Ресурсосбережение, основанное на технических и технологических мероприятиях, позволит снизить себестоимость продукта.

Одним из технических решений в тепличных хозяйствах является механизация процессов подготовки смесей минеральных удобрений с поливной водой для овощей, возделываемых в защищённом грунте. Для обеспечения ресурсосберегающего режима работы необходимо определить параметры конструкции аппарата, при которых смеси можно приготавливать с минимальным расходом энергии, максимальной удельной производительностью и минимальной продолжительностью рабочего процесса [1]. При этом смеси требуется приготавливать в строгом соответствии с рецептом и дозированными порциями подавать растениям, не ухудшая качественных показателей овощей [2].