

истиранию (распылению) почвы, а также оставлению следов, что в свою очередь ведет к отрицательным эффектам, таким как снижение урожайности, разрушение структуры почвы, ветровой и водной эрозии и увеличению затрат на обработку. Поэтому курсовая устойчивость МТА при реализации агротехнических процессов в регионах с преобладающим склоном земледелия остается основным критерием уровня технологичности и потребительской ценности МЭС.

Библиографический список

1. Гашенко А.А. Повышение эффективности использования культиваторного агрегата улучшением устойчивости движения дисками-двизителями: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Пенза, 2010. – 20 с.
2. Сорокин А.А. Повышение эффективности работы универсально-пропашных тракторов в растениеводстве: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01: защищена 28.12.09. – Оренбург, 2009. – 221 с.
3. Кутьков Г.М. Трактора и автомобили. Теория и технические свойства. – М.: Колос, 2004.
4. Мусин Р.М., Гашенко А.А. Мощной баланс культиваторного агрегата с дисками-двизителями // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. науч. тр. – Самара, 2010. – С. 122-129.
5. Мингалимов Р.Р., Мусин Р.М., Гашенко А.А. Результаты лабораторно-полевых исследований культиваторного агрегата с движителями-рыхлителями // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – Самара, 2008. – № 3. – С. 24-29.
6. Войтиков А.В. Исследование курсовой устойчивости колесного трактора класса 14 кН на склоне: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03. – Минск, 1979. – 188 с.

7. Реймер В.В. Обоснование методики повышения эффективности эксплуатации колесных тракторов класса 1,4 при работе на наклонной опорной поверхности: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Оренбург, 2011. – 21 с.

References

1. Gashenko A.A. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya kul'tivatornogo agregata uluchsheniem ustoichivosti dvizheniya diskami-dvizhitelyami: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01. – Penza, 2010. – 20 s.
2. Sorokin A.A. Povyshenie effektivnosti raboty universal'no-propashnykh traktorov v rastenievodstve: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01: zashchishchena 28.12.09. – Orenburg, 2009. – 221 s.
3. Kut'kov G.M. Traktora i avtomobili. Teoriya i tekhnicheskie svoystva. – M.: Kolos, 2004.
4. Musin R.M., Gashenko A.A. Moshchnostnoi balans kul'tivatornogo agregata s diskami-dvizhitelyami // Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaistvu: sbornik nauchnykh trudov. – Samara, 2010. – S. 122-129.
5. Mingalimov R.R., Musin R.M., Gashenko A.A. Rezul'taty laboratorno-polevykh issledovaniy kul'tivatornogo agregata s dvizhitelyami-rykhlitelyami // Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. – 2008. – № 3. – S. 24-29.
6. Voitikov A.V. Issledovanie kursovoi ustoichivosti kolesnogo traktora klassa 14 kN na sklone: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.05.03. – Minsk, 1979. – 188 s.
7. Reimer V.V. Obosnovanie metodiki povysheniya effektivnosti ekspluatatsii kolesnykh traktorov klassa 1,4 pri rabote na naklonnoi opornoj poverkhnosti: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01. – Orenburg, 2011. – 21 s.



УДК 621.9Т

А.А. Багаев, Р.С. Чернусь
A.A. Bagayev, R.S. Chernus

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ МОМЕНТА И МОЩНОСТИ ПРИВОДНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО РАСХОДОМЕРА СЫПУЧИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

MATHEMATICAL MODEL OF THE FUNCTIONAL DEPENDENCE OF TORQUE AND POWER OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE MOTOR OF CENTRIFUGAL FLOWMETER OF LOOSE AGRICULTURAL MATERIALS

Ключевые слова: центробежный расходомер сыпучих материалов, угловая скорость, токи ротора и статора, схема замещения, расход.

Keywords: centrifugal flowmeter of loose materials, angular velocity, rotor and stator currents, equivalent circuit, flow.

В предыдущих работах установлено, что расход зерновых продуктов в центробежном расходомере прямо пропорционален моменту. В данной работе получены зависимости тока статора и угловой скорости крыльчатки от нагрузки. Анализ осциллограмм свидетельствует о большей информативности осциллограмм изменения тока с целью определения расхода сыпучих материалов. Получено выражение для тока статора асинхронного двигателя с использованием параметров схемы замещения двигателя. Показано, что для определения момента двигателя этого недостаточно, поскольку эти показатели находятся в функциональной зависимости от тока ротора. Установлено, что для определения расхода сыпучего материала момент двигателя как датчика целесообразно выразить ток ротора через ток статора. Получены выражения для определения момента двигателя через ток статора, устанавливающие функциональную связь между током статора, моментом двигателя и, следовательно, расходом сыпучего материала. Момент двигателя датчика и, следовательно, расход сыпучего продукта находятся в нелинейной зависимости от тока статора двигателя при заданной частоте питающего напряжения. Исследование и получение зависимости коэффициента нелинейности от угловой скорости, от уменьшения угловой скорости крыльчатки по отношению к скорости холостого хода, от превышения тока статора по отношению к току холостого хода при наложении нагрузки и

расхода материала целесообразно проводить экспериментальными методами.

The previous studies found that the flow of grain material in a centrifugal flowmeter is directly proportional to the torque. In this study the dependences of the stator current and the impeller angular velocity on the load have been found. The study of oscillograph records indicates a greater informational content of current change oscillograms in terms of loose material flow determination. An expression for the asynchronous motor stator current by using the parameters of motor equivalent circuit has been obtained. It is shown that is not enough to determine motor torque since these figures are in functional dependence with the rotor current. It is found that to determine the flow of loose material through the motor torque it is expedient to express the rotor current through the stator current. The expressions for motor torque determination through the stator current are obtained; they establish the functional relationship between the stator current, motor torque and, therefore, the flow of loose material. The torque of motor-sensor and, therefore, the flow of loose material are in nonlinear dependence on the stator current at a set frequency of the supply voltage. It is expedient to conduct experiments research and obtaining the dependence of nonlinearity factor on the angular velocity, on the decrease of impeller angular velocity relating to the idling speed, and on exceeding the stator current relative to the idling current when a load and material flow are applied.

Багаев Андрей Алексеевич, д.т.н., проф., зав. каф. электрификации и автоматизации сельского хозяйства, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: багаев710@mail.ru.

Чернусь Роман Сергеевич, ст. преп., каф. электрификации и автоматизации сельского хозяйства, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: Chernus.Roman@mail.ru.

Bagayev Andrey Alekseyevich, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Electrification and Automation of Agriculture, Altai State Agricultural University. E-mail: багаев710@mail.ru.

Chernus Roman Sergeevich, Asst. Prof., Chair of Electrification and Automation of Agriculture, Altai State Agricultural University. E-mail: Chernus.Roman@mail.ru.

Введение

Конструкция и основы теории центробежного расходомера представлены в работах [1-7]. Установлено, что расход зерновых продуктов прямо пропорционален моменту [8-10].

Известно выражение [10], связывающее расход сыпучего материала Q (кг/с) с мощностью приводного электродвигателя P (Вт), угловой скоростью ω (1/с) и геометрическими параметрами крыльчатки:

$$Q = \frac{P}{K\omega^2 R^2}, \quad (1)$$

где K – коэффициент, учитывающий расход воздуха на перемещение воздуха, $K = 1,2 \dots 1,25$;

R – радиус крыльчатки, м.

Из выражения (1) следует, что при $P=const$ и $R=const$ изменение диапазона измеряемого расхода возможно путем уменьшения или увеличения угловой скорости.

С другой стороны, в работе [11] на основе виртуального моделирования установлено, что способ измерения расхода сыпучих сельскохозяйственных продуктов путем измерения тока статора [12] обладает большей эффективностью по сравнению со способом, основанным на измерении угловой скорости крыльчатки [13], о чем свидетельствует характер изменения тока статора и скорости, представленный осциллограммами на рисунке 1. Осциллограммы сняты с использованием цифрового многоканального осциллографа ZetLab.

С помощью осциллограмм на рисунке 1 можно определить расход следующим образом:

$$Q = K_1 \int_{t_1}^{t_2} \Delta i dt, \quad (2)$$

где Δi – превышение тока статора по отношению к току холостого хода при наложении нагрузки;

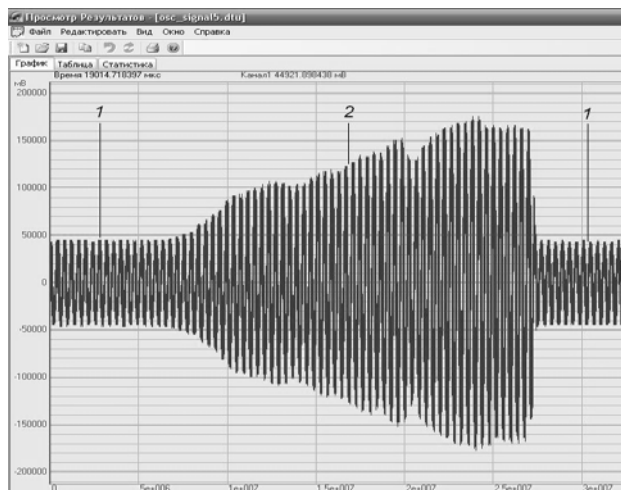
K_1 – коэффициент пропорциональности

или

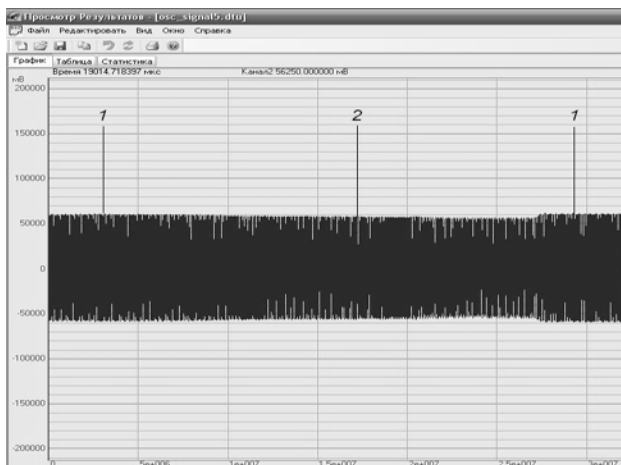
$$Q = K_2 \int_{t_1}^{t_2} \Delta \omega dt, \quad (3)$$

где $\Delta \omega$ – уменьшение угловой скорости крыльчатки по отношению к скорости холостого хода при наложении нагрузки;

K_2 – коэффициент пропорциональности, $K_1 \neq K_2$.



а



б

Рис. 1. Осциллограммы тока статора: а – и угловой скорости; б – асинхронного двигателя в зависимости от нагрузки: 1 – холостой ход; 2 – под нагрузкой

Анализ осциллограмм свидетельствует о большей информативности осциллограмм изменения тока с целью определения расхода сыпучих материалов.

В связи с этим именно ток статора асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором представляет особый интерес.

Целью работы является получение зависимости момента приводного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя центробежного расходомера сыпучих сельскохозяйственных материалов в функции тока статора при частотном регулировании.

Результаты математического моделирования

На рисунке 2 представлена известная Т-образная схема замещения одной фазы трехфазного асинхронного двигателя при частотном регулировании скорости двигателя [14].

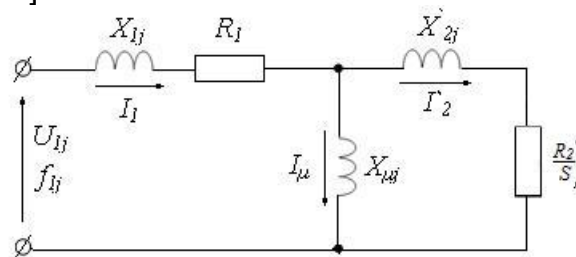


Рис. 2. Схема замещения асинхронного двигателя:

- U_{1j}, f_{1j} – комплекс действующего значения регулируемого напряжения и регулируемой частоты напряжения соответственно;
- I_1 – комплекс действующего значения тока статора; I_μ – комплекс действующего значения тока намагничивания; I_2 – комплекс действующего значения приведенного тока ротора;
- R_1 – активное сопротивление статора;
- X_{1j} – индуктивное сопротивление статора, зависящее от частоты напряжения;
- X'_{2j} – приведенное индуктивное сопротивление ротора, зависящее от частоты напряжения;
- R'_2 – приведенное активное сопротивление ротора; s_j – относительное скольжение, зависящее от частоты напряжения;
- X_{mj} – индуктивное сопротивление контура намагничивания, зависящее от частоты напряжения

Система уравнений для этой схемы замещения, составленная с использованием законов Кирхгофа и уточненного авторами выражения для определения тока I_2 [14], имеет вид:

$$U_1 = I_1(R_1 + jX_{1j}) + jX_{\mu} I_\mu; \quad (4)$$

$$I_1 = I_\mu + I_2; \quad (5)$$

$$I_2 = \frac{U_{1j}}{\sqrt{X_K^2 f^2 + \left(R_1 + \frac{R'_2}{s_j}\right)^2 + \left(\frac{R_1 R'_2}{s_j X_{mj}}\right)^2}} e^{-j\varphi_1}, \quad (6)$$

где X_K – индуктивное сопротивление короткого замыкания, $X_K = X_1 + X'_2$;

f – относительная частота напряжения, $f = f_{1j}/f_n$, где $f_n = 50$ Гц – номинальная частота напряжения;

$$\varphi_1 = \arctg \frac{f X_K \frac{R'_2 R_1}{s_j X_{mj}}}{R_1 + \frac{R'_2}{s_j}}$$

Решение системы уравнений (4)-(6) относительно тока статора I_1 в результате ряда преобразований принимает следующий вид:

$$I_1 = U_1 \frac{C}{B} e^{j(\varphi_2 - \varphi_1)} \quad (7)$$

$$B = \sqrt{R_1^2 + (X_1 f + X_{\mu} f)^2};$$

где

$$C = \sqrt{(1 + A \cos(90 - \varphi_1))^2 + (A \sin(90 - \varphi_1))^2};$$

$$A = \frac{X_{\mu} f}{\sqrt{X_K^2 f^2 + \left(R_1 + \frac{R_2'}{s_j}\right)^2 + \left(\frac{R_1 R_2'}{s_j X_{\mu} f}\right)^2}};$$

$$\varphi_2 = \arctg \frac{X_1 f + X_{\mu} f}{R_1};$$

$$\varphi_3 = \arctg \frac{A \sin(90 - \varphi_1)}{(1 + A \cos(90 - \varphi_1))}.$$

Используя выражение (7), ток статора I_1 может быть определен аналитически в том случае, если известны параметры схемы замещения асинхронного двигателя [15], представленной на рисунке 2.

Вместе с тем ток статора I_1 непосредственно не может быть использован для определения момента M исполнительного двигателя, поскольку момент полностью определяются током ротора I_2 [14]:

$$M = \frac{3 I_2^2 R_2'}{\omega_{0j} s_j}, \quad (8)$$

где ω_{0j} – угловая скорость вращения магнитного поля (синхронная угловая скорость), зависящая от частоты напряжения f_{1j} .

В процессе реализации программы экспериментальных исследований ток ротора I_2 асинхронных короткозамкнутых двигателей измерить не представляется возможным. Измерять можно только ток статора I_1 .

Для достижения поставленной цели целесообразно из системы уравнений (4)-(6) выразить ток ротора I_2 через ток статора I_1 .

Результатом выполненного решения при учете известных допущений ($X_1/X_{\mu} \ll 1$ и $X_2/X_{\mu} \ll 1$ [14]) является

$$I_2 = I_1 \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{R_2'}{s_j X_{\mu} f}\right)^2}} e^{j\varphi_4}, \quad (9)$$

$$\varphi_4 = \arctg \frac{R_2'}{s_j X_{\mu} f},$$

где

Тогда момент M исполнительного двигателя-датчика в соответствии с выражениями (8), (9) принимает вид:

$$M = \frac{3 I_1^2 R_2'}{\left(1 + \left(\frac{R_2'}{s_j X_{\mu} f}\right)^2\right) \omega_{0j} s_j}, \quad (10)$$

Выражение (10) представляет собой уравнение электромеханической характеристики и позволяет установить функциональную связь между током статора I_1 , A , и моментом

двигателя M , H , m , и, следовательно, расходом сыпучего материала Q , кг/с.

Выводы

Получены отличающиеся от известных зависимости (9)-(10), устанавливающие связь между имеющим возможность измерения техническими средствами током статора, частотой питающего напряжения и моментом двигателя-датчика и, следовательно, расходом сыпучего материала, что соответствует цели и задачам разработки центробежного расходомера и необходимостью обеспечения его информационной подвижности.

Анализ полученных выражений (9)-(10) свидетельствует о том, что момент двигателя-датчика и, следовательно, расход сыпучего продукта находятся в нелинейной зависимости от тока статора двигателя при заданной частоте питающего напряжения. Этот факт вносит некоторую трудность при определении коэффициента K_1 выражения (2). Вместе с тем современные аналогово-цифровые средства измерения и измерительно-информационные системы вполне позволяют преодолеть указанное затруднение при пульсирующем потоке сыпучего материала.

В связи с этим исследование и получение зависимости коэффициента K_1 от угловой скорости, от уменьшения угловой скорости крыльчатки по отношению к скорости холостого хода, от превышения тока статора по отношению к току холостого хода при наложении нагрузки и расхода материала являются актуальными. В этом случае, видимо, следует отдать предпочтение экспериментальным методам исследования.

Библиографический список

1. Багаев А.А., Лукьянов В.Г., Чернущь Р.С. Использование момента кориолисовых сил для измерения массового расхода потока зерна и продуктов его размола // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 4 (42). – С. 47-49.
2. Багаев А.А., Лукьянов В.Г., Чернущь Р.С. Двигатель постоянного тока как первичный преобразователь крутящего момента центробежных расходомеров сыпучих сельскохозяйственных продуктов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 6 (44). – С. 62-65.
3. Багаев А.А., Лукьянов В.Г., Чернущь Р.С. Передаточная функция центробежного расходомера сыпучих сельскохозяйственных продуктов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 1 (63). – С. 71-75.
4. Багаев А.А., Чернущь Р.С. Передаточная функция момента сопротивления центро-

бежного расходомера сыпучих сельскохозяйственных материалов при осевой загрузке // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 10 (84). – С. 86-89.

5. Багаев А.А., Чернущь Р.С. Требования к временным характеристикам и обоснование области расположения полюсов передаточной функции центробежного расходомера сыпучих сельскохозяйственных материалов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 10 (108). – С. 115-118.

6. Багаев А.А., Чернущь Р.С. Требования к информационной «подвижности» центробежного расходомера сыпучих сельскохозяйственных материалов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. – № 8 (118). – С. 105-110.

7. Багаев А.А., Чернущь Р.С. Статистические характеристики мощности электрического двигателя центробежного расходомера сыпучих сельскохозяйственных материалов в случайном режиме // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 10 (120). – С. 108-113.

8. Багаев А.А., Лукьянов В.Г., Чернущь Р.С. Результаты математического моделирования крутящего момента центробежного расходомера зерна и продуктов его размола // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 6 (56). – С. 54-57.

9. Багаев А.А., Чернущь Р.С. Уравнение регрессии момента сопротивления центробежного расходомера сыпучих сельскохозяйственных материалов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 6 (68). – С. 83-87.

10. Луткин Н.И. Расходомеры для зерна и сыпучих материалов. – М.: Колос, 1969. – 184 с.

11. Багаев А.А., Чернущь Р.С. Обоснование критерия выбора электродвигателя центробежного расходомера сыпучих сельскохозяйственных продуктов // Ползуновский вестник. – 2011. – № 2/1. – С. 188-193.

12. Пат. 2532595 Российская Федерация, МПК G 01F 1/56 (2006.01) Способ непрерывного контроля расхода и дозирования сыпучих материалов / А.А. Багаев, Р.С. Чернущь, А.Ф. Костюков. Патентообладатель ФГБОУ ВПО АГАУ. – Заявка: 2013122014/28, 13.05.2013; опубликовано: 10.11.2014, Бюл. № 31. – 7 с.: ил.

13. Пат. 2532596 Российская Федерация, МПК G 01F 1/56 (2006.01) Способ непрерывного контроля расхода и дозирования сыпучих материалов / А.А. Багаев, Р.С. Чернущь, А.Ф. Костюков. Патентообладатель ФГБОУ ВПО АГАУ. – Заявка: 2013122013/28, 13.05.2013; опубликовано: 10.11.2014, Бюл. № 31. – 7 с.: ил.

14. Онищенко Г.Б. Электрический привод. – М.: Академия, 2006. – 288 с.

15. Асинхронные электродвигатели общего назначения серии 4А [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://portal.tpu.ru/SHARED/u/UDUT/Tab2/induction_motors_4A.pdf.

References

1. Bagaev A.A., Luk'yanov V.G., Chernus' R.S. Ispol'zovanie momenta koriolisovykh sil dlya izmereniya massovogo raskhoda potoka zerna i produktov ego razmola // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2008. – № 4 (42). – С. 47-49.

2. Bagaev A.A., Luk'yanov V.G., Chernus' R.S. Dvigatel' postoyannogo toka kak pervichnyi preobrazovatel' krutyashchego momenta tsentrobezhnykh raskhodomerov sypuchikh sel'skokhozyaistvennykh produktov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2008. – № 6 (44). – С. 62-65.

3. Bagaev A.A., Luk'yanov V.G., Chernus' R.S. Peredatochnaya funktsiya tsentrobezhnogo raskhodomera sypuchikh sel'skokhozyaistvennykh produktov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – № 1 (63). – С. 71-75.

4. Bagaev A.A., Chernus' R.S. Peredatochnaya funktsiya momenta soprotivleniya tsentrobezhnogo raskhodomera sypuchikh sel'skokhozyaistvennykh materialov pri osevoi zagruzke // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – № 10 (84). – С. 86-89.

5. Bagaev A.A., Chernus' R.S. Trebovaniya k vremennym kharakteristikam i obosnovanie oblasti raspolozheniya polyusov peredatochnoi funktsii tsentrobezhnogo raskhodomera sypuchikh sel'skokhozyaistvennykh materialov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 10 (108). – С. 115-118.

6. Bagaev A.A., Chernus' R.S. Trebovaniya k informatsionnoi «podvizhnosti» tsentrobezhnogo raskhodomera sypuchikh sel'skokhozyaistvennykh materialov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 8 (118). – С. 105-110.

7. Bagaev A.A., Chernus' R.S. Statisticheskie kharakteristiki moshchnosti elektricheskogo dvigatelya tsentrobezhnogo raskhodomera sypuchikh sel'skokhozyaistvennykh materialov v sluchainom rezhime // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 10 (120). – С. 108-113.

8. Bagaev A.A., Luk'yanov V.G., Chernus' R.S. Rezul'taty matematicheskogo modelirovaniya krutyashchego momenta tsentrobezhnogo rskhodomera zerna i produktov ego razmola // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – № 6 (56). – С. 54-57.

9. Bagaev A.A., Chernus' R.S. Uravnenie regressii momenta soprotivleniya tsentrobezhnogo raskhodomera sypuchikh sel'skokhozyaistvennykh materialov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – № 6 (68). – S. 83-87.

10. Lutkin N.I. Raskhodomery dlya zerna i sypuchikh materialov. – M.: Kolos, 1969. – 184 s.

11. Bagaev A.A., Chernus' R.S. Obosnovanie kriteriya vybora elektrodvigatelya tsentrobezhnogo raskhodomera sypuchikh sel'skokhozyaistvennykh produktov // Polzunovskii vestnik. – 2011. – № 2/1. – S. 188-193.

12. Pat. 2532595 Rossiiskaya Federatsiya, MPK G 01F 1/56 (2006.01) Sposob nepreryvnogo kontrolya raskhoda i dozirovaniya sypuchikh materialov / A.A. Bagaev,

R.S. Chernus', A.F. Kostyukov. Patentobladatel' FGBOU VPO AGAU. – Zayavka: 2013122014/28, 13.05.2013; opublikovano: 10.11.2014. Byul. № 31. – 7 s.: il.

13. Pat. 2532596 Rossiiskaya Federatsiya, MPK G 01F 1/56 (2006.01) Sposob nepreryvnogo kontrolya raskhoda i dozirovaniya sypuchikh materialov / A.A. Bagaev, R.S. Chernus', A.F. Kostyukov. Patentobladatel' FGBOU VPO AGAU. – Zayavka: 2013122013/28, 13.05.2013; opublikovano: 10.11.2014. Byul. № 31. – 7 s.: il.

14. Onishchenko G.B. Elektricheskii privod. – M.: Akademiya, 2006. – 288 s.

15. Asinkhronnye elektrodvigateli obshchego naznacheniya serii 4A [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: http://portal.tpu.ru/SHARED/u/UDUT/Tab2/induction_motors_4A.pdf.



УДК 631.3.004.67

А.В. Шистеев, М.К. Бураев, С.Ю. Луговнин
A.V. Shisteyev, M.K. Burayev, S.Yu. Lugovnin

К РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ИМПОРТНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ

REPAIRABILITY OF IMPORTED AGRICULTURAL TRACTORS

Ключевые слова: импортный трактор, ремонтпригодность, работоспособность, качество, трудоемкость, ремонт, сменно-обменные элементы, ремонтная технологичность.

В связи с резким сокращением предприятий тракторного и сельхозмашиностроения задача увеличения имеющегося парка машин в 5-6 раз и достижения тем самым уровня обеспеченности сельского хозяйства машинами и оборудованием в соответствии с нормативами без кардинальных изменений в производстве новой, доступной техники в обозримом будущем невыполнима. В настоящее время рынок агробизнеса наводнили машины иностранного производства, уже зарекомендовавшие себя с лучшей стороны, как с технической, так и технологической точек зрения. Вместе с этим возникла проблема восстановления работоспособности этой техники, а если учесть что большая часть ее парка пришла на российские поля в качестве «сэконд хэнда», то повторное использование элементов могло бы дать дополнительный эффект. Комплексный показатель, который непосредственно оценивает ремонтную технологичность тракторов иностранного производства и органически связан с характеристикой качества ремонта должен расти при увеличении числа повторно используемых деталей, при росте межремонтного ресурса и уменьшаться при росте затрат на ремонт [1, 2]. Показатели ремонтпригодности тракторов иностранного производства рассматриваются также с позиции импортозамещения и возможности применения совре-

менных технологий восстановления работоспособности. Рассмотрены условия и возможности оценки ремонтпригодности сельскохозяйственных тракторов иностранного производства с применением сменно-обменных элементов при техническом сервисе.

Keywords: imported tractor, operational capability, quality, labor intensity, repair, change parts, repairability.

The task of 5 or 6 time increase of the existing agricultural machinery fleet is unrealistic without major changes in the manufacture of new affordable machinery. At present the market is saturated with imported machinery that showed itself to the best advantage. Most foreign machinery comes to the Russian fields as second-hand, so restoration of operational capability and repeated use of the parts may give an additional effect. The integrated index which directly estimates the repairability of imported tractors and is associated with the repair quality should increase with increased number of repeatedly used parts and with longer overhaul period. This index should decrease with increased repair costs. The indices of foreign tractor repairability are also regarded in terms of import substitution and possible application of the advanced technologies of operational capability restoration. The conditions and the possibility of foreign agricultural tractor repairability evaluation and the use of change parts in maintenance are studied.