

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 631.171:631.362

Д. Алиханов, А. Кулмахамбетова, Ж. Сарманшаева

Казахский национальный аграрный университет

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА МАШИНЫ ДЛЯ СОРТИРОВКИ КАРТОФЕЛЯ

Аннотация

В статье рассматривается обоснование параметров энергосберегающего электропривода для картофелесортировальной машины и построены механические характеристики электропривода и рабочей машины (РМ) на основании, которых обоснованы диапазон регулирования скорости электропривода и производительности рабочей машины.

Ключевые слова: MathCAD, схема замещения, подающий конвейер, секционный стол, транспортер, ситовой ковш.

Актуальность исследований

В программе индустриализации Республики Казахстан одним из основных направлений является энергосбережения. Энергосбережения обеспечивает снижения себестоимости продукции и повышает конкурентоспособность товаров отечественного производства. Наибольшее количество электроэнергии использует для преобразования электрической энергии в механическую энергию при помощи электропривода на базе асинхронных двигателей. Система «преобразователь частоты – асинхронный двигатель» (ПЧ-АД) позволяет оптимизировать режимы работы технологических комплексов и систем. За счет функции плавного пуска величина пускового тока может не превышать величины номинального тока двигателя, что снижает нагрузки на пускорегулирующую аппаратуру и электрическую сеть. Сортировочный состав для картофеля М-616 предназначен для сортировки клубней картофеля на 4 фракции: клубни мелкие - отбросы, семенные клубни 1, семенные клубни 2 и клубни крупные. Состав оснащен сортировочными ситами, позволяющими на изменение размеров сортируемой фракции каждые 5 мм. Использование энергосберегающего регулируемого асинхронного электропривода в линии для сортировки картофеля позволяет экономить до 30% электроэнергии и снизить эксплуатационные затраты, связанные с изменением производительности машины.

Методы исследования

Использование энергосберегающего регулируемого асинхронного электропривода является новым направлением, которое обеспечивает повышение эффективности функционирования технологического оборудования. Научная новизна работы заключается в обосновании и расчете параметров частотно-регулируемого электропривода для технологической линии сортировки картофеля и исследование технологических режимов функционирования машины с энергосберегающим регулируемым электроприводом.

Сортировочный состав состоит из следующих узлов:

Ходовой рамы (1) на двух резиновых колесах вместе с передними (2) и задними подпорами (3) и расцепного транспортера (4). К ходовой раме закреплена подвижная рама (5), на которой закреплен на пружинных элементах ситовой ковш (6). Позади ходовой рамы находится роликовый селекционный стол (7) вместе с мешконаполнителем (8) и кронштейном светильника (9). На двух упорных ушках ситового ковша опирается

подающий конвейер (10). Внешний вид картофелесортировальной машины М-616, установленной в лаборатории КазНАУ показан на рисунке 1.



1–ходовая рама; 2 – передняя подпорка; 3 – задняя подпорка; 4– транспортер для отходов;
5 – подвижная рама; 6 –ситовый ковш; 7– секционный стол;
8 – мешконакопитель; 9 – кронштейн светильника; 10 – подающий транспортер
Рисунок 1 – Внешний вид картофелесортировальной машины М-616

Подающий конвейер, секционный стол, транспортер для отходов и сортировальные сита приводятся в движение от одного электродвигателя. Скорость привода секционного стола регулируется путем выбора одного из двух возможных передач ременной передачи 0,1м/с или 0,16м/с. Скорость подачи картофеля регулируется путем выбора одного из трех возможных передач ременной передачи 0,16, 0,20 или 0,24м/с. Производительность регулируется в зависимости от подачи 3 или 5 т/час, соответственно машину обслуживают от 4 до 6 человек.

Целью исследования является обоснование параметров и исследование режимов работы машины от энергосберегающего регулируемого электропривода.

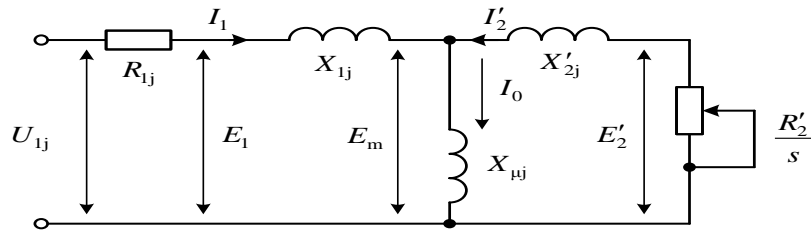
Устройства частотного регулирования позволяют управлять скоростью и моментом электродвигателя по заданным параметрам в соответствии с характером нагрузки, следовательно – реализовать наиболее экономичный режим работы технологической линии сортировки картофеля. На основании расчетов выбран электродвигатель марки 4А71В6У3, мощностью 0,55 кВт с номинальной скоростью вращения 920 об/мин [1]. Результаты расчетов технических характеристик картофелесортировальной машины М-616 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика машины М-616

Название РМ	Соотношения шкивов	Скорость вращения РМ об/мин	Угловая скорость РМ рад/сек	Линейная скорость РМ м/с	Моменты РМ
При 50 Гц					
Подающий транспортер	1,8	27	2,8	0,24	1,3
Селекционный стол	6	8	0,85	0,141	2,4
Транспортер для отхода	7,1	33,8	3,5	0,49	2,1
При 40 Гц					
Подающий транспортер	1,8	21,7	2,27	0,19	1,23
Селекционный стол	6	6,5	0,68	0,08	1,7
Транспортер для отхода	7,1	27	2,8	0,4	2,1
При 30 Гц					
Подающий транспортер	1,8	16,3	1,7	0,146	1,26
Селекционный стол	6	4,9	0,5	0,06	1,76
Транспортер для отхода	7,1	20,3	2,12	0,3	2,1
При 20 Гц					
Подающий транспортер	1,8	9,6	1,004	0,08	1,17
Селекционный стол	6	2,9	0,3	0,036	1,77
Транспортер для отхода	7,1	12	1,256	0,17	0,001

Результаты исследования

Для расчета режимов работы электродвигателя использовалась Т-образная схема замещения асинхронного двигателя [2]. Схема замещения представлена на рисунке 2.



U_{1j} – фазное напряжение обмотки статора; R_1 – активное сопротивление обмотки статора; $X_{1\sigma}$ – индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора; I_1 – ток обмотки статора; E_1 – ЭДС обмотки статора; R_2^1 – активное сопротивление обмотки ротора, приведенные к обмотке статора; $X_{2\sigma}^1$ – индуктивное сопротивление рассеяния обмотки ротора, приведенные к обмотке статора; s – скольжение;

Рисунок 2 – Схема замещения асинхронного двигателя

На основании выполненных расчетов составлена таблица параметров электродвигателя.

Таблица 2 – Расчетные параметры схемы замещения АД

R_1 Ом	X_1 Ом	X_μ Ом	R_2' Ом	X_2' Ом	$X_{кн}$ Ом
15,75	14,441	368,56	15,295	19,357	34,383

Для регулирования производительности машины М-616 применен частотно регулируемый электропривод, обеспечивающий плавный пуск асинхронного двигателя, который приводит к увеличению срока службы машины и уменьшает потребляемую электроэнергию, также приводит к снижению эксплуатационных затрат и обеспечивает повышение надежности работы оборудования.

С учетом того, что диапазон регулирования скорости транспортеров невелик, в качестве закона регулирования принят закон $\frac{U}{f} = const$. Семейство механических характеристик при выбранном законе регулирования по ниже приведенному уравнению, построенной в программной среде MathCAD приведен на рисунке 3 [3].

$$M(\omega) = \frac{3 \cdot U_1^2(f) \cdot R_2'}{\left(\omega_0 \cdot \frac{f_1}{f_n} \right) \cdot s \cdot \left[\left(X_{кн} \cdot \frac{f_1}{f_n} \right)^2 + \left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R_2'}{s \cdot X_\mu \cdot \frac{f_1}{f_n}} \right)^2 \right]} \quad (1)$$

где

$$U_1(f_1) = U_{1фн} \cdot \left(\frac{f_1}{f_{1н}} \right)^2$$

На рисунке 3 приведены механические характеристики электродвигателя под нагрузкой при изменении значения частоты в пределах от 50 до 10 герц.

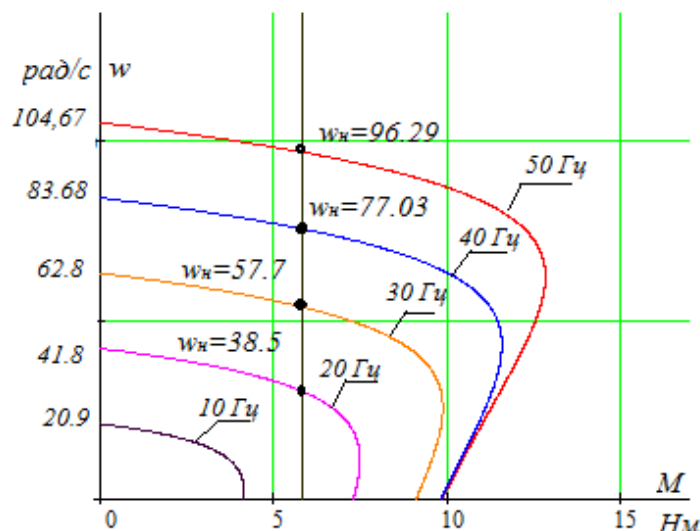


Рисунок 3 – Механические характеристики системы преобразователь частоты – двигатель при законе $\frac{U}{f} = const$

Заклучение

Полученные в программе MathCAD механические характеристики электропривода и рабочей машины показывают, что закон управления $\frac{U}{f} = const$ обеспечивает устойчивый диапазон регулирования скорости электропривода машины для сортировки картофеля в пределах от 370 до 920 об/мин. Следовательно, производительность картофелесортировальной машины можно плавно регулировать в пределах от 2,0 до 5,0 тонны/час, при этом позволяет снижать потребление электроэнергии до 25%.

Литература

1. Чернышев А.Ю., Дементьев Ю.Н., Чернышев И.А / Электропривод переменного тока: учебное пособие; Томский Политехнический Университет. – Томск: Издательство Томского Политехнического университета, 2011. – 203 с.
2. Алиев И.И. / Справочник по электротехнике и электрооборудованию: Учебное пособие для вузов; 3 – е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2002. – 255 с.
3. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. – Екатеринбург: УРО РАН, 2000. – 654 с.

Алиханов Д., Кулмахамбетова А., Сарманшаева Ж.

КАРТОПТЫ СҰРЫПТАУҒА АРНАЛҒАН МАШИНАНЫҢ ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕУШІ ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ДӘЛІЛДЕУ

Мақалада картопты сұрыптау машинасына арналған энергия үнемдеуші электр жетегінің параметрлерін дәлелдеу, электр жетегі мен жұмыс машинасының механикалық сипаттамаларын тұрғызу, осының негізінде электр жетегі мен жұмыс машинасының өнімділігі, жылдамдықты реттеу диапазоны қарастырылған.

Dz. Alikhanov, A. Kulmakhambetova, Zh. Sarmanshaeva

JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF POWER SAVING ELECTRIC DRIVE FOR SORTING MACHINE OF POTATO

The article considers justification of parameters of power saving electric drive for sorting machine of potato and constructed the mechanical characteristics of the electric drive and the working machine substantiated based on which regulation range. Speed and productivity of working machine.

ӘОЖ 636.085.532

¹Қалым Қ., ²Жортуылов Ө.Ж.

¹ҚазҰАУ, Алматы, ²ҚазАШМЭФЗИ, Алматы

ПШЕНДЕМЕ ОРАҒЫШ ҚҰРЫЛҒЫНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН НЕГІЗДЕУ

Аңдатпа

Пішендемені орамаға орағыш құрылғының құрылымы және оның тиімділігін жоғарылату жолдары қарастырылған. Ораманың бұрау механизмінің вертикалді осі бойынша айналуының динамикалық талдауы жасалып, орама орағыш құрылғы жетегінің қажетті қуатын анықтау ұсынылған.

Орама орағыш құрылғының құрылымын өңдеуге мүмкіндік беретін параметрлерін негіздеудің алғы шарты келтірілген.

Кілт сөздер: Үлдір, пішендеме, орау құрылғысы, орама.

Кіріспе

Орау құрылғысы – пішендемені ұзақ уақыт сақтауға және құнарлылығын азайтпай сақтау үшін пішендеме орамасын үлдірмен орауға арналған құрылғы. Пайдалануға ыңғайлы, тіркемелі және пішендемені орамаға тығыздап орайды. Үлдірдің кеңдігін 50 – 70 см аралығында болады, оның көмегімен пішендеме тез жиналады да ұзақ әрі жақсы сақталады. Пішендемені қаптамаға орайтын құрылғының параметрлерін негіздеу және пішендемедегі протеиннің құрамын жоғарылатумен технологиялық процесті сапалы, әрі қамтамасыз етілген түрде орындау. Энергия үнемдейтін техника және технологиялар арқылы сығымдалған ораманы пленкамен орайтын құрылғының көрсеткіштерін негіздеумен қоса қапталған пішендеме технологиясын жетілдірудің жолдарын қарастыру басты міндет болып табылады.

Ораманы үлдірмен қаптау үшін «Бобруйскагромаш» конструкциясындағы ОР1 орама орағышы қолданылды [1].

Ораманы орауыш аспадан 1, қаңқадан 2, бұру платформасынан 3, үлдірді керу механизмінен 4, келтіру білікшелерінен 5, орамдар мен орамаларды гидравликалық есептеуіш жетегінен 6, шектеу роликтерінен 7 тұрады. Қаңқа аспаға топсалы түрде бекітіледі және тіркеуішпен тіркеледі. Қаңқаға бұру платформасының өсі мен гидромотор бекітілген, соңғысы шынжырлы беріліс көмегімен бұру платформасының және білікшелердің айналуын қамтамасыз етеді. Бұру платформасы қаңқадағы өске центрленеді және сондағы жүгіру жолына төрт роликпен тіреледі. Платформада екі білікше, екі шектеу ролигі және үлдір кесуге арналған пышақ бекітілген. Платформа қаңқасында тербелу подшипниктерінде платформадан білікшелерге конустық тісті және шынжырлы берілістер арқылы айналыс беретін білік бекітілген.