

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 621.314.26 + 637.116

А.А. Герасенков, доктор техн. наук

Д.Н. Зайцев

Н.Е. Кабдин, канд. техн. наук

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

ОЦЕНКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА МОЛОЧНОГО НАСОСА НМУ-6

Возрастающие технологические требования к качеству производственных процессов, необходимость внедрения высоких технологий и повсеместная тенденция энергосбережения обуславливают устойчивую тенденцию внедрения в различные отрасли промышленного и сельскохозяйственного производства регулируемых электроприводов.

Развитие математической теории машин переменного тока, создание усовершенствованных силовых полупроводниковых приборов и преобразователей на их основе, использование современных средств управления, включая микропроцессорные, позволили создать высококачественные и надежные системы регулируемых асинхронных электроприводов, которые становятся основным видом регулируемого электропривода [1].

В связи с возрастанием цен на энергоносители, в частности на электроэнергию и ограниченными возможностями увеличения мощности энергогенерирующих установок проблема снижения электропотребления в сельскохозяйственном производстве приобретает особую актуальность.

В связи с тем, что среди регулируемых электроприводов доминирующее положение занимают частотно-регулируемые асинхронные электроприводы, их массовое применение в сельском хозяйстве позволяет решить не только технологические задачи, но и проблему энергосбережения.

Применительно к доильным установкам несомненный интерес представляет применение частотно-регулируемого электропривода для молочных насосов, например, типа НМУ-6.

Так как величина потока молока, поступающего из молокопровода в молокоприемник, зависит от множества факторов, в частности, от типа и производительности доильной установки, числа одновременно работающих доильных аппаратов, места их подключения, конструктивных размеров и особенностей молочных коммуникаций, продуктивности и индивидуальных характеристик молокоотдачи коров, организации труда на доильной установке и т. д. [2]. По этим причинам принято считать поток молока в молокопроводе случайным [3].

Поток молока на входе молокоприемника может меняться в широких пределах, что существенно влияет на выбор мощности молочного насоса и электродвигателя.

При режиме промывки расход моющего раствора в 2...3 раза больше, чем при режиме доения, поэтому номинальная производительность молочного насоса выбирается из условий обеспечения промывки молокопровода. С позиций энергосбережения перспективным является использование регулируемого электропривода для молочного насоса. На рис. 1 представлена технологическая схема линии первичной обработки молока с частотно-регулируемым электроприводом молочного насоса.

По паспортным данным молочного насоса НМУ-6 [4] были проведены расчеты и получены соотношения требуемых мощностей электродвигателя при дойке и промывке. Было установлено, что при дойке частота питающей сети электродвигателя от преобразователя частоты должна лежать в пределах 25...35 Гц. Но величина потока молока, поступающего из молокопровода в молокоприемник, зависит от множества независимых факторов, поэтому диапазон изменения частоты требуется выбирать индивидуально для конкретного режима работы доильной установки на ферме.

На основании расчетных и экспериментальных данных (ФГБОУ ВПО МГАУ имени В.П. Горячкина и ООО НПП «Фемакс») была произведена оценка потребления активной мощности частотно-регулируемым электроприводом молочного насоса НМУ-6.

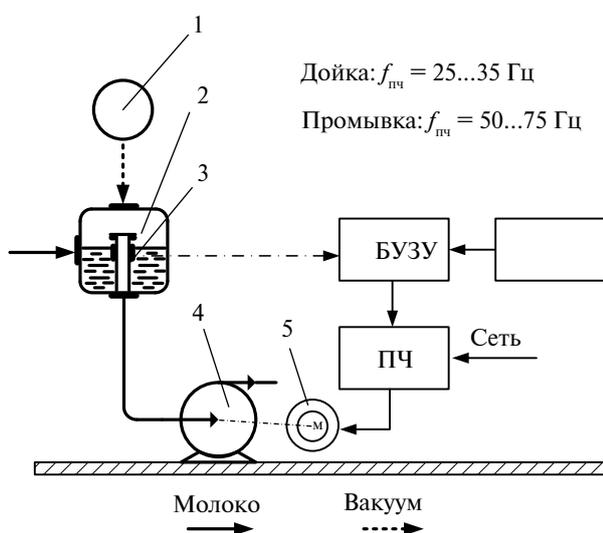


Рис. 1. Технологическая схема линии первичной обработки молока с применением частотно-регулируемого электропривода молочного насоса:

- 1 — вакуумный насос; 2 — релизер (накопительно-регулирующая емкость); 3 — датчики уровня;
- 4 — универсальный молочный насос;
- 5 — электродвигатель; ПЧ — преобразователь частоты; БУ — блок управления; ЗУ — задающее устройство

Регулирование величины подачи насосного агрегата изменением частоты его вращения позволяет сохранить подобие характеристик насоса и снизить потребление электрической энергии. При этом выполняются следующие соотношения:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}; \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3, \quad (1)$$

где n_1, n_2 — частота вращения рабочего колеса, об/мин; Q_1, Q_2 — подача насоса, м³/с; H_1, H_2 — напор насоса, м; P_1, P_2 — мощности насоса, Вт [5].

Для оценки энергетических показателей требуется задаться и определить параметры потока молока на входе в молокоприемник. Так как подача молока Q_k , л/мин, в молокоприемнике меняется в широких пределах, то для оценки авторы задались диапазоном (1; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2) от среднего значения подачи молока.

Рабочий объем молокоприемника $V_{раб}$ взяли стандартный для многих ферм — 20 л, при его номинальном объеме — 36...40 л.

По принятым данным рассчитывается время заполнения молокоприемника:

$$t_{зап} = V_{раб} / Q_k, \text{ мин.} \quad (2)$$

По паспортным данным молочного насоса [4] определяется подача насоса Q_1 , при частотном регулировании пользуясь соотношениями (1) и задавая частоту вращения вала молочного насоса от номинальной в диапазоне (1; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,5; 0,4).

$$t_{опр} = \left[\frac{V_{раб} + \frac{V_{раб}}{Q_1} Q_k}{Q_1} + t_{пускпч} + t_{тормпч} \right], \quad (3)$$

где $t_{пускпч}, t_{тормпч}$ — время пуска и торможения молочного насоса при работе от преобразователя частоты.

По полученным данным определяется время цикла работы молочного насоса:

$$t_{цк} = t_{зап} + t_{опр} \quad (4)$$

и число включений молочного насоса за 1 ч работы:

$$h = 60 / t_{цк}, \quad (5)$$

Потребляемая двигателем молочного насоса электроэнергия за 1 год работы такова:

$$W = P t_{раб} h t_{опр} / 60, \text{ кВт}\cdot\text{ч}, \quad (6)$$

где $t_{раб}$ — время работы молочного насоса за год, ч; P — потребляемая мощность из сети электродвигателем молочного насоса, кВт (определяем из соотношения (1)).

По полученным расчетным данным была построена зависимость потребляемой электроэнергии двигателя молочного насоса при частотном регулировании и изменении потока молока на входе в молокоприемник (рис. 2).

Проанализировав полученные экспериментальные [6–8] и расчетные данные, можно отметить, что при использовании частотно-регулируемого электропривода молочного насоса достигается большой диапазон регулирования, высокая экономичность, сохраняется стабильность характеристик, возможность регулирования скорости как вниз, так и вверх от номинального значения [5]. Экономия электроэнергии при использовании регулируемого электропривода для насосов в диапазоне 20...50 Гц в среднем составляет 50...75 % от мощности при нерегулируемом режиме работы.

Список литературы

1. Браславский, И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков. — М.: Академия, 2004. — 256 с.
2. Цой, Ю.А. Процессы и оборудование доильно-молочных отраслей животноводческих ферм / Ю.А. Цой. — М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. — 424 с.
3. Марьяхин, Ф.Г. Исследование и разработка автоматизированного электропривода поточной линии первичной обработки молока на фермах и комплексах: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Ф.Г. Марьяхин. — М.: ГНУ ВИЭСХ, 1979.
4. Насос молочный универсальный НМУ-6: руководство по эксплуатации. — Курган: Кургансельмаш, 1971. — 24 с.
5. Герасенков, А.А. Электропривод. Низковольтные преобразователи частоты: учебное пособие / А.А. Герасенков, Н.Е. Кабдин, Д.Н. Зайцев. — М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2011. — 104 с.
6. Зайцев, Д.Н. Частотно-регулируемый энергосберегающий электропривод молочных насосов / Д.Н. Зай-

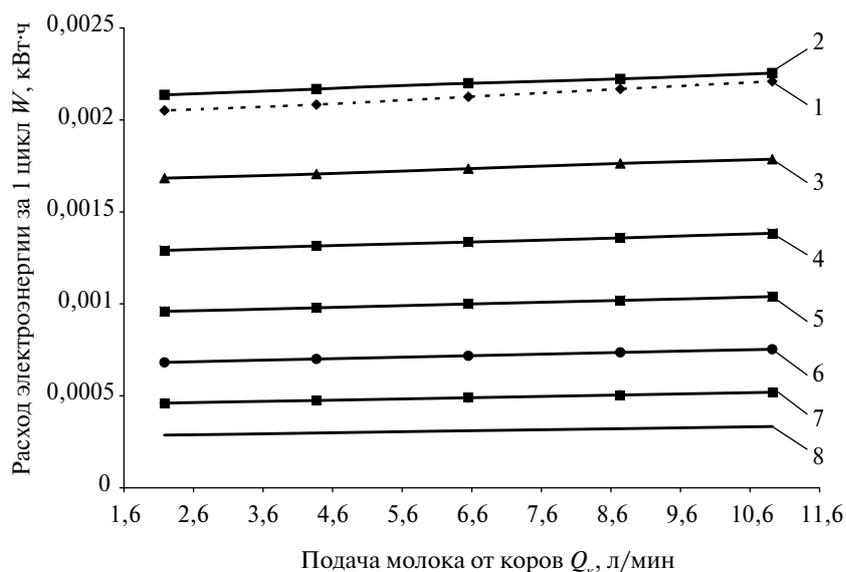


Рис. 2. Зависимость потребляемой электроэнергии от подачи молока на вход молокоприемника:

1 — работа от сети 50 Гц; 2 — работа от ПЧ 50 Гц; 3 — работа от ПЧ 45 Гц; 4 — работа от ПЧ 40 Гц; 5 — работа от ПЧ 35 Гц; 6 — работа от ПЧ 30 Гц; 7 — работа от ПЧ 25 Гц; 8 — работа от ПЧ 20 Гц

цев // Тр. 7-й Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве». (18–19 мая 2010 года Москва, ГНУ ВИЭСХ): в 5-ти частях. — Ч. 3. Энергосберегающие технологии в животноводстве и стационарной энергетике. — М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. — С. 175–180.

7. Зайцев Д.Н. Частотно-регулируемый электропривод молочного насоса НМУ-6 / Д.Н. Зайцев // Труды Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы развития аграрного образования и науки» (21 октября 2010 года Балашиха, ФГОУ ВПО РГАЗУ). Секция 2. Инженерное обеспечение инновационного развития агросферы. — Балашиха: ФГОУ ВПО РГАЗУ. — С. 133–138.

8. Зайцев, Д.Н. Исследование энергосберегающего частотно-регулируемого электропривода молочного насоса / Д.Н. Зайцев // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. — 2011. — № 2(47). — С. 15–17.

УДК 620:631.365.22

А.Н. Васильев, доктор техн. наук
Д.А. Будников, канд. техн. наук

Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии

ПРИМЕНЕНИЕ КРИТЕРИЯ ЭЛЕКТРОАКТИВАЦИИ ПРИ ОПИСАНИИ ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ

Снижение энергоемкости и увеличение производительности сушки зерна является важной производственной проблемой. Одним из вариантов ее решения является использование электро-

технологий. Достаточно хорошо отработана технология сушки зерна с использованием озона [1]. В данной технологии концентрация озона, как правило, выходит за нормы ПДК, что накладывает со-