



УДК 621.873.01

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ НАСОСОВ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Таранов Д.М. к.т.н.,

Каун О.Ю., аспирант*

ФГБОУ ВПО Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия, г. Зерноград (Российская Федерация)

Тел.: (86359) 41-3-65

Аннотация – в статье рассмотрены преимущества регулируемого электропривода, анализ потерь системы водоснабжения и сформулирована оптимизационная задача.

Ключевые слова - регулируемый электропривод, системы водоснабжения, насос, оптимизация, эффективность.

Постановка проблемы. Потребители энергии делятся так: электроприводы – 62%, электрический транспорт – 9%, электротермия и электротехнология – 8%, освещение и прочие потребители – 21%.

Нынешний уровень развития электроники, нанотехнологий микропроцессорных средств управления и регулирования дает возможность максимально использовать достижения науки для экономии электроэнергии.

Существуют новейшие способы по оптимизации технологических процессов, которые совместно с возможностями автоматизации позволяют существенно сократить энергетические ресурсы предприятия и увеличить надежность устройств.

Одним из путей сокращения потребления энергетических ресурсов в системах водоснабжения животноводческих комплексов является применение регулируемого электропривода насосов.

Анализ последних исследований. Преимущества применения преобразователей частоты совместно с электроприводом насосов:

1. Плавность регулирования скорости вращения электропривода позволяет отказаться от регулирующей аппаратуры, что упро-

© Д.М. Таранов, к.т.н.; О.Ю. Каун, аспирант

* Научный руководитель – Таранов Д.М. к.т.н., доцент

щает механическую систему. повышает надежность и снижает эксплуатационные расходы, исключает вредное воздействие переходных процессов в напорных трубопроводах и технологическом оборудовании.

2. Частотный пуск двигателя позволяет произвести плавный запуск, снижает пусковые токи и механические удары, тем самым увеличивая долговечность электродвигателя.
3. Встроенный микропроцессорный ПИД-регулятор позволяет реализовать систему регулирования скорости управляемого электродвигателя.
4. Применение обратной связи обеспечивает качественное поддержание скорости электродвигателя и дает возможность дальнейшей оптимизации параметров, направленных на снижение энергопотребления насосной установки.
5. Применение регулируемого частотного электропривода позволяет сберечь электроэнергию устранением неоправданных ее затрат, которые имеют место при альтернативных методах регулирования с технологических потоков дросселированием, с помощью гидромуфт и других механических регулирующих устройств.

Применение преобразователей частоты направлено на оптимизацию процесса водоснабжения. Наибольшее распространение получили преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного тока (рис.1).

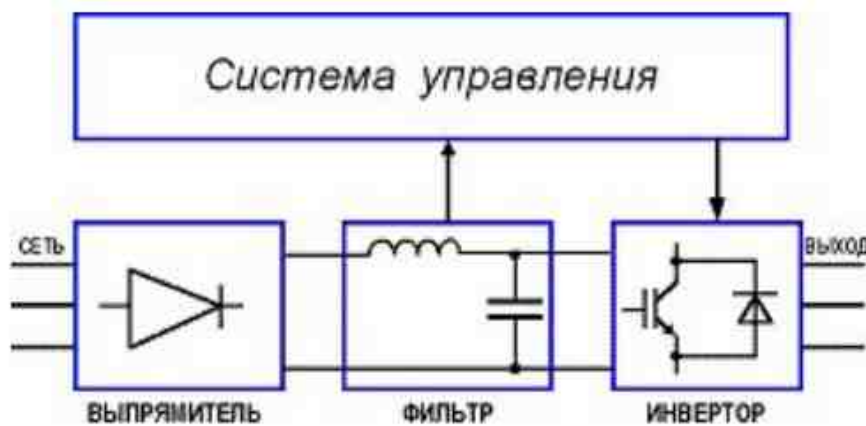


Рис. 1. Преобразователь частоты с промежуточным звеном постоянного тока.

В современных преобразователях частоты заложены следующие законы управления: линейный, квадратичный, кубический, в степени 1,5, в степени 1,7 и программируемый пользователем. При таком мно-

гообразии законов возникает вопрос об обосновании оптимальности закона для управления насосами системы водоснабжения. Алгоритмы управления преобразователями частоты не адаптированы к реальным системам водоснабжения. В результате чего требуемая подача либо не обеспечивается, либо завышается потребление электроэнергии для водоснабжения.

Формулирование цели статьи. Обзор алгоритмов управления преобразователями частоты в контексте выполняемых задач, с целью их оптимизации, что приведет к экономии электроэнергии, увеличению КПД, уменьшению потерь и обеспечит непрерывную подачу воды в систему поения животных.

Основная часть.

Системы водоснабжения.

В настоящее время в животноводстве распространены системы башенного, резервуарного и прямоточного водоснабжения.

Наиболее оптимальной является система прямоточного водоснабжения, так как давление в трубопроводе создается только насосом и контролируется датчиками давления, которые при помощи обратной связи соединены с преобразователем частоты. Емкость (водонапорная башня или резервуар) служит только для пожарных целей, а вода из источника подается напрямую потребителю. Благодаря введению обратной связи по давлению (рис. 2) двигатель будет работать только с той скоростью вращения, которая необходима для создания соответствующего напора.

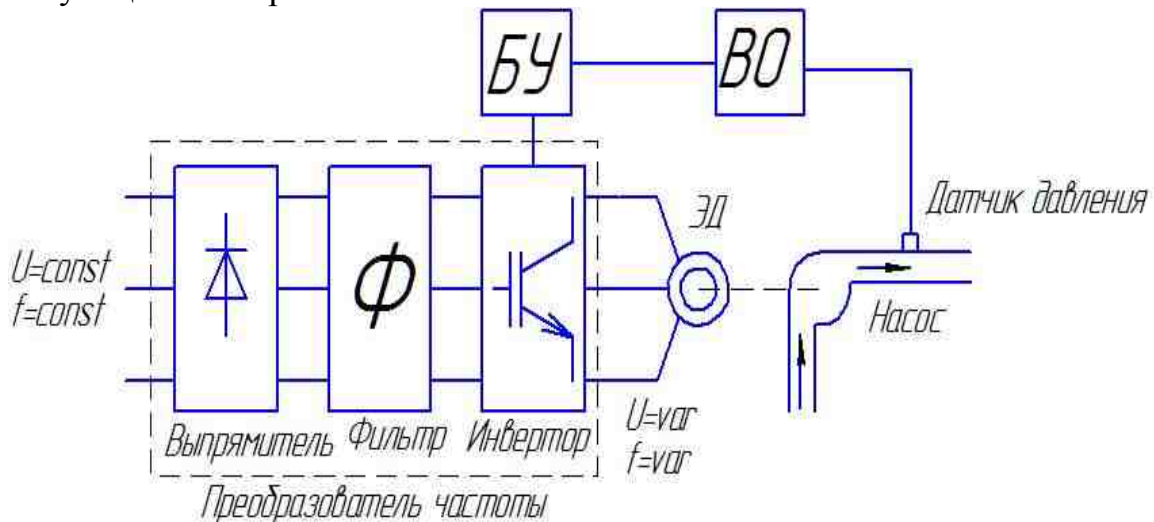


Рис. 2. Структурная схема САР угловой скорости двигателя насоса по напору при помощи ШИМ-регулирования и обратной связи.

В случае применения частотного привода появляется возможность плавного управления скоростью вращения насоса, а, значит, и

давлением. Используя датчик давления, привод будет обеспечивать заданное давление независимо от расхода воды в данный момент. Снижение расхода приведет к уменьшению мощности, потребляемой насосом. При применении частотного привода в насосных установках реально снижение среднего расхода воды на 12-14%, а расход электроэнергии - на 40-50%.

В момент пуска электропривода отсутствуют динамические нагрузки на приводные механизмы и гидравлические удары, так как ввод в работу осуществляется плавно и с заданным темпом увеличивается до необходимой скорости. При пуске электропривода отсутствуют броски тока, связанные с прямым включением двигателя в сеть. Уменьшается шум и увеличивается механический ресурс насосных агрегатов за счет снижения в среднем рабочих оборотов двигателей и насосов.

Потери в системе водоснабжения.

Цель оптимизации электропривода насосов сводится к повышению КПД системы, который увеличится путем уменьшения потерь в каждом элементе системы водоснабжения.

Проанализировав все потери (рис.3) можно вывести целевую функцию системы, направленную на увеличение КПД системы.

$$\eta_{аз} = \eta_{нч} \cdot \eta_{эд} \cdot \eta_{ТМ} \cdot \eta_{М} \rightarrow \max .$$

Целью нашей работы является решить оптимизационную задачу путем оптимизации алгоритма управления преобразователем частоты и адаптивности его под реальный технологический процесс.

Для того чтобы получить максимальный КПД агрегата необходимо исследовать энергетические показатели отдельных составляющих рассматриваемой системы:

$$\eta_{нч} = \frac{P_1}{P} = 1 - \frac{\Delta P_{нч}}{P_1 + \Delta P_{нч}},$$

$$\eta_{эд} = \frac{P_{мех}}{P_1} = 1 - \frac{\Delta P_{эд}}{P_{мех} + \Delta P_{эд}}.$$

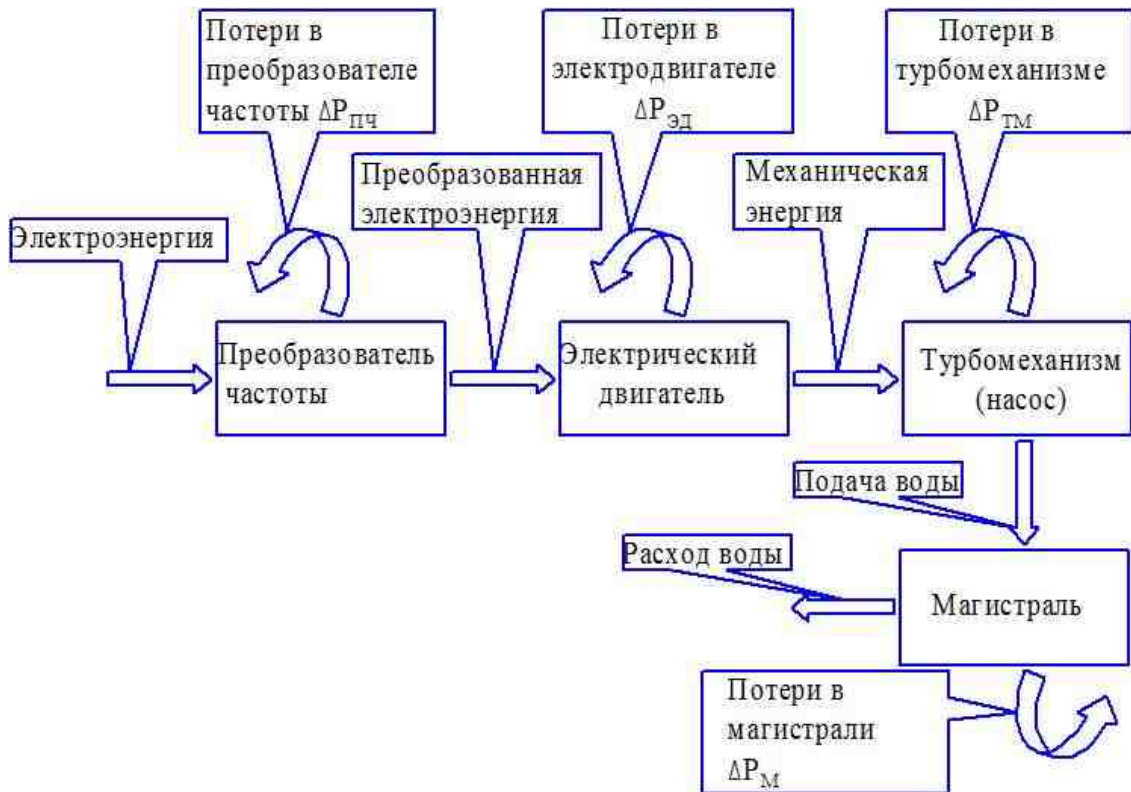


Рис. 3. Анализ потерь в системе водоснабжения.

В преобразователе частоты с автономным инвертором напряжения (АИН) при питании его от неуправляемого выпрямителя имеют место следующие виды потерь:

- потери в вентилях неуправляемого выпрямителя и силовых ключах АИН;
- потери в коммутирующих реакторах и фильтрах электромагнитной совместимости на входе выпрямителя, в реакторе фильтра звена постоянного тока, а также в выходных фильтрах и реакторах в случае их установки;
- потери в конденсаторах фильтра звена постоянного тока и выходного фильтра;
- потери в защитных RC – цепях.

Суммарная мощность потерь энергии в асинхронном электродвигателе при частотном способе регулирования его скорости определяется по формуле

$$\Delta P_{ов} = \Delta P_{1.м} + \Delta P_{2.м} + \Delta P_{с.з} + \Delta P_{1с.в} + \Delta P_{мех} + \Delta P_{доб}.$$

При работе насосной установки с подачей меньше расчетной возникает несоответствие между напором, развиваемым насосом, и напором, требуемым для подачи того или иного количества жидко-

сти(т.е. превышение напора насоса). Сравнение характеристики центробежных насосов и трубопроводов показывает, что при уменьшении подачи требуемый напор также уменьшается, а развиваемый насосом напор увеличивается.

На превышение напора нерационально расходуется дополнительная мощность, кВт

$$\Delta N = \frac{\rho g Q \Delta H}{1000 \eta}.$$

Так как в течении расчетного периода подача и превышение напора все время меняется, то получаемый перерасход электроэнергии за расчетный период определяется как сумма электроэнергии, расходуемой в разные периоды времени работы установки

$$\Delta W_{\Sigma} = \frac{\rho g}{1000 \eta} \Sigma Q_i \Delta H_i t_i,$$

где Q_i , ΔH_i - подача и превышение напора за промежуток времени t_i .

Выводы. Из анализа потерь в системе водоснабжения можно сделать вывод о возможности дальнейшей оптимизации электроприводов насосов в сельском хозяйстве.

Для осуществления этого необходимо найти оптимальный закон управления электроприводом насосов, который позволит уменьшить влияние потерь в системе водоснабжения и сэкономит электроэнергию.

Литература

1. Семенухин А.М. Механизация животноводства. Учебное пособие / А.М. Семенухин, Н.В. Пономаренко. - зерноград 2008 – 154 с.
2. Лезнов Б.С. Экономия электроэнергии в насосных установках / Б.С. Лезнов – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 144 с.: ил. – (Экономия топлива и электроэнергии) ISBN 2-283-02011-8
3. Браславский И.Я. – Энергосберегающий асинхронный электропривод/ И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов., В.Н. Поляков. – М.: АСАДЕМА, 2004. – 202 с.
4. Ильинский Н.Ф. – Электропривод: энерго- и ресурсосбережение: учеб. пособие для студентов высш. Учеб. Заведений / Н.Ф. Ильинский, В.В. Москаленко. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 208 с.
5. Мансандилов Л.Б. Регулирование частоты вращения асинхронных электродвигателей, 2-е изд., перераб. и доп. / Л.Б. Мансандилов,

В.В. Москаленко. – М.: Энергия, 1978 – 96 с., ил., (Б-ка электромонтера; Вып. 469)

б. *Сафронов В.В.* Механизация водоснабжения поения и очистки помещений на животноводческом комплексе / *Сафронов В.В., Рыбалка А.И.* – М.: Агропромиздат. – 1984 г. - 271с.

**ОПТИМІЗАЦІЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ
АСИНХРОННИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ НАСОСІВ
СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ
ТВАРИННИЦЬКИХ КОМПЛЕКСІВ**

Таранов Д.М., Каун О.Ю.

Анотація – у статті розглянуті переваги регульованого електроприводу, проаналізовані втрати системи водо забезпечення та сформульована оптимізаційна задача.

**OPTIMIZE POWER CONSUMPTION
OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS DRIVE
THE PUMP WATER LIVESTOCK COMPLEX**

D. Taranov, O. Caun

Summary

The article describes the advantages of electric drive, loss of water supply are analyzed and formulated optimization task.