

указания к лабораторным работам для студентов специальности 1-74 06 05-02 «Энергетическое обеспечение сельскохозяйственного производства (теплоэнергетика)» / БГАТУ, Кафедра автоматизированных систем управления производством; сост.: Е.С. Волкова, Е.С. Якубовская.- Минск, 2009.

УДК 637.1.02

ЧАСТОТНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОБОРОТОВ ВАКУУМНОГО НАСОСА ПЕРЕДВИЖНОЙ ДОИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Дашков В.Н., д.т.н, профессор¹, Антошук С.А., к.т.н., доцент²,
Захаров В.В., аспирант¹

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь

Введение

В условиях постоянного роста цен на энергоносители особое значение принимает выбор конструкции и параметров вакуумной системы новой доильной установки. Источником вакуума для отечественных доильных установок служат водокольцевые и пластинчато-роторные вакуумные насосы производительностью 45-60 м³/ч при вакуумметрическом давлении 46-50 кПа. Качество насоса признается лучшим, если шире диапазон давления, в пределах которого быстрота действия насоса мало изменяется, а также, если меньше потребляемая удельная мощность.

Основная часть

Важным критерием выбора пластинчато-роторного вакуумного насоса передвижной доильной установки является более высокая металлоемкость водокольцевого вакуумного насоса, а также то, что при закольцованной системе водоснабжения насоса нередко происходит нагрев воды в нем за время дойки до 50-60 градусов тем самым уменьшая производительность на 20% и вызывая кавитацию на рабочих органах, что препятствует поддержанию оптимального вакуумметрического давления на протяжении всей дойки.

Расход воздуха через доильные аппараты вакуумной системы описывается случайным процессом, показатели которого зависят от типа доильных аппаратов, их числа, технического состояния, характера работы операторов машинного доения, их входа в ритм в начале дойки и выхода из него в конце, квалификации. Кроме доильных аппаратов во время дойки работают другие потребители вакуума: счетчики индивидуального учета надоя, группового надоя, пневмоприводы автоматических отключателей доильных аппаратов, пневмоприводы ворот, дверей и т.д. Расход воздуха в этот

период максимален. В режиме промывки пневмоприводы дверей, ворот, пульсаторы доильных аппаратов не работают, расход воздуха (механической энергии) в этот период уменьшается в 2,5-3 раза. По этим причинам минимальный и максимальный расходы воздуха (энергии) потребителями вакуума за время одной дойки разнятся более чем в два раза, а общая длительность работы вакуумной установки при максимальном расходе воздуха потребителями вакуума составляет 35-40% от всего времени дойки.

По результатам хронометрических измерений сделанных Квашенниковым В.И. 66% времени доения коров работают одновременно только 4 доильных аппарата, 30% - 2 доильных аппарата. И только 4% времени работают 6 доильных аппаратов [3].

Получается, что привод насоса всегда (100% времени) работает на полную мощность, а доильные аппараты требуют полной мощности только 4% времени. Определяя направления энергосбережения при использовании вакуумных станций при обеспечении постоянной величины вакуума в процессе доения, можно сделать вывод о возможности применения регулирования насоса в зависимости от его загрузки.

Нужный уровень вакуума обеспечивается тем, что через вакуумный клапан-регулятор в систему подается воздух. Благодаря снижению скорости вращения вакуумного насоса, можно обеспечить постоянный уровень вакуума без подачи в систему воздуха с одновременным уменьшением потребления энергии.

Для регулирования скорости асинхронного электропривода вакуумных насосов могут применяться три типа устройств: механические вариаторы, гидромфты и преобразователи частоты.

Вариатор позволяет бесступенчато изменять частоту вращения вала приблизительно в диапазоне 1:6. С помощью вариаторов, оснащенных планетарной передачей можно получить частоты вращения, начиная с 0 об/мин и почти до номинальных оборотов двигателя..

Также экономично применение регулируемых гидромфты в приводе вакуумных насосов. Глубина регулирования скорости в этом случае достигает 1:5. Но есть один существенный недостаток - потеря мощности в гидромфте достигает 14,8% от номинальной, чего нет в электронных преобразователях частоты, которые могут регулировать плавно и бесступенчато вращение вала электродвигателя в диапазоне 1:20 и более того, что делает электронное управление преобразователем частоты эффективным при глубоком диапазоне регулирования. В области малых частот двигатель работает плавно и сохраняет момент вплоть до нулевой скорости. При резких скачках нагрузки практически не происходит скачков скорости, вследствие высокой динамики регулирования.

Для исключения влияния колебаний вакуумметрического давления, а так же с целью энергосбережения применена разработанная функциональная схема системы привода вакуум-насоса (рисунок 1).

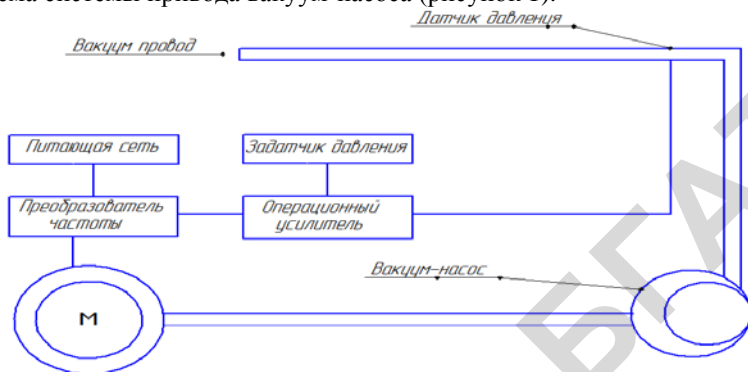


Рисунок 1 — Функциональная схема замкнутой системы электропривода вакуум-насоса

Электродвигатель вакуумного насоса управляется преобразователем частоты, который и регулирует число оборотов в соответствии с нужными соотношениями вакуума. Например, если уровень вакуума падает из-за упавшего доильного аппарата, то число оборотов двигателя соответственно увеличивается, пока снова не будет достигнуто номинальное значение вакуума. Если вакуум повышается в результате повторного надевания упавшего доильного аппарата, обороты двигателя и соответственно вакуум снижаются.

Преобразователь частоты оснащен пропорционально-интегрально-дифференциальным регулятором (ПИД-регулятором), который постоянно сравнивает фактический уровень вакуума с заданным номинальным значением. Путем пропорционального усиления и изменения времени интеграции можно изменить регулировочную характеристику. Информация о давлении в системе поступает в блок частотного преобразователя от специального датчика давления, установленного на вакуум-проводе, на основании этих данных преобразователь соответствующим образом меняет частоту тока, подаваемую на двигатель. Алгоритм управления, представленный на рисунке 2, позволяет получить целостную картину данного метода управления.

Изменяя параметры питающего напряжения (частотное управление), можно делать скорость вращения как ниже, так и выше номинальной. Во второй зоне (частота выше номинальной) максимальный момент на валу обратно пропорционален скорости вращения.

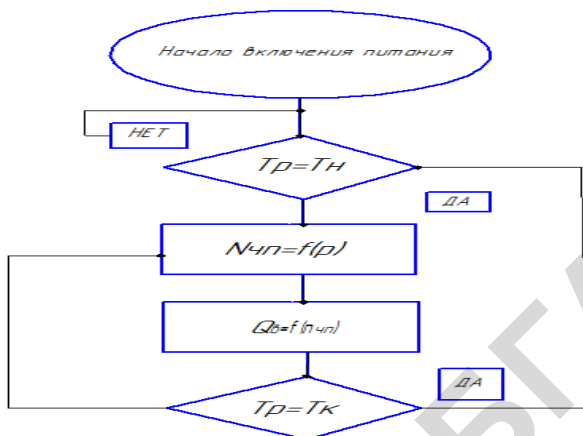


Рисунок 2 — Алгоритм управления работой вакуумной насосной станции: T_p - время, отсчитываемое программным реле; T_n - время начала работы вакуумной станции; $N_{чп}$ - частота тока, генерируемого частотным преобразователем; P - давление в системе; Q_v - производительность вакуумного насоса; T_k - время окончания работы вакуумной станции

Использование частотного управления имеет ряд преимуществ. Оно позволяет обеспечить высокую точность регулирования, ровный максимальный пусковой момент, распознавание выпадения фазы для входной и выходной цепи; обнаружить неисправность вентилятора. Также обеспечивает уменьшение гидравлического сопротивления трубопровода из-за отсутствия регулирующего клапана; плавный пуск двигателя, что значительно уменьшает его износ и повышает ресурс; управляемое торможение и автоматический перезапуск при пропадании сетевого напряжения; стабилизацию скорости вращения при изменении нагрузки; значительное снижение акустического шума электродвигателя (при использовании функции «мягкая шина»). Все это позволяет получить дополнительную экономию электроэнергии.

Заключение

Применение частотного регулирования в новых передвижных доильных установках позволяет сократить до 25% потребления электроэнергии и обеспечить постоянные параметры вакуума за счет увеличения срока эксплуатации вакуумного насоса, что положительно отразится на здоровье животных. Ключевым вопросом остается совершенствование конструкции и технических параметров пластинчато-роторного насоса, применительно к частотному регулированию, связанному с частым изменением числа оборотов ротора насоса в соответствии с фактическим изменением расхода воздуха потребителями системы.

Литература

1. Дашков В.Н. Технология и оборудование для доения коров / В.Н.Дашков, В.О.Китиков, Э.П.Сорокин. -Минск: Учебно-методический центр Минсельхозпрода, 2007.
2. Пяткин Д.Б. Повышение эффективности рабочего процесса вакуумного насоса доильной установки за счет оптимизации его конструктивных и технологических параметров. Великие Луки. 2007.
3. Квашенников В.И. Повышение эффективности использования линейных доильных установок за счет совершенствования эксплуатационных режимов и технических средств. Автореферат диссертации. Санкт Петербург.1996.

УДК 636.2:628.87

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ ОТДЫХА И ПЕРЕДВИЖЕНИЯ КОРОВ

Тимошенко В.Н., д. с.-х. н., профессор, Музыка А.А., к. с.-х. н., доцент,
Ковалевский И.А., к. с.-х. н., Кирикович, С.А. к. с.-х. н.,
Шматко Н.Н., к. с.-х. н., Голодько И.В.

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь*

Введение

Наряду с качеством кормов и состоянием воспроизводства большое влияние на продуктивность влияют условия содержания животных. Комфортные условия способствуют: улучшению здоровья животных; оптимизации воспроизводства; увеличению потребления корма, а значит повышению производства молока; увеличению сроков эксплуатации помещений и использования животных вследствие снижения влажности, содержания в воздухе вредных газов и исключения предпосылок для образования плесени [1, 2, 3]. Потребление корма и воды животными, их передвижение, отдых и процесс жвачки не должны ограничиваться. К сожалению, на практике мы встречаемся с многочисленными нарушениями, допущенными при строительстве и реконструкции животноводческих помещений. Подход здесь должен быть один, который заключается в том, что коровник должен быть сделан для удобства животных. А для этого при планировании животноводческих помещений нужно учесть все параметры его обустройства, основанные на зоотехнических требованиях. В связи с этим разработка технологических параметров обеспечения комфортных усло-