

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПЕРЕДВИЖНЫХ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Г.С. Цыбульский, Д.А. Григорьев, В.Н. Дашков

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,

г. Гродно, Республика Беларусь

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 12.06.2012 г.)

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы комплексного использования тепловых ресурсов для горячего водоснабжения передвижных доильных установок, обеспечивающего проведение санитарно-гигиенических мероприятий при машинном доении коров.

Сделан обзор и критический анализ некоторых способов использования возобновляемых, а также утилизации вторичных энергоресурсов для горячего водоснабжения доильных установок.

Приведены результаты исследования температурных характеристик вакуумной станции СН-60 с водокольцевым насосом в составе передвижной доильной установки ПДУ-8. Обоснована возможность использования вторичного тепла, образующегося в процессе работы водокольцевого вакуумного насоса.

Рассматривается перспектива использования теплоты отработанных газов двигателя привода вакуумной станции.

Summary. In article questions of complex use of thermal resources for the hot water supply of mobile milking machines providing carrying out of sanitary-and-hygienic actions at machine milking of cows are considered.

The review and the critical analysis of some ways of use renewed, and also recyclings of secondary power resources for hot water supply of milking machines is made.

Results of research of temperature characteristics of vacuum station SN-60 with the water ring pump as a part of mobile milking machine PDU - 8 are resulted. Possibility of use of the secondary heat forming in the course of work of the water ring vacuum pump is proved.

The prospect of use of warmth of the fulfilled gases of the engine of a drive of vacuum station is considered.

Введение. В настоящее время наметилась тенденция частичного возврата к пастбищному содержанию коров. Трава пастбищ в 2-3 раза дешевле любых других кормов, что, учитывая продолжительность пастбищного периода в 150-160 дней, делает производство молока менее затратным. Кроме того, пастбищное содержание скота способствует правильному развитию животных, укреплению иммунитета, созданию благоприятных условий для получения здорового приплода.

Тенденция возврата к пастбищному содержанию обусловлена также рядом негативных факторов круглогодичного стойлового содержания, которые являются причиной массового выбытия высокопродуктивных животных. Болезни копыт и суставов, а также связанные с негативными факторами условий содержания гинекологические заболевания и заболевания вымени в настоящее время не позволяют сформировать высокопродуктивное стадо на новых и реконструированных фермах и комплексах. Поэтому частичный возврат к пастбищному содержанию является хорошим вариантом сохранения здоровья и продления срока продуктивного использования коров.

При многих положительных моментах пастбищного животноводства технология сопряжена с необходимостью решения ряда задач, связанных с эффективным энергоснабжением, в частности, с обеспечением горячей водой в технологии машинного доения для подмывания вымени коров, мойки и дезинфекции молочного оборудования.

Современные требования, предъявляемые к качеству молока, обуславливают необходимость нового осмысления процессов санитарной обработки доильного оборудования. Поэтому горячее водоснабжение передвижных доильных установок должно быть, во-первых, достаточно надежным, а во-вторых, автономным и энергоэффективным.

Целью проведенного исследования явилось изучение возможности совместного использования вторичных тепловых ресурсов, образующихся в процессе работы вакуумного агрегата с гелиоколлектором для горячего водоснабжения передвижной доильной установки.

Материал и методика исследований. Теоретическое исследование проводилось по материалам электронных баз данных патентов Российской Федерации и Республики Беларусь, а также интернет ресурсов в сфере использования гелиоэнергетики для локального энергоснабжения сельскохозяйственных объектов. Изучена и систематизирована информация по существующим вариантам теплоснабжения передвижных доильных установок. При этом исследовалась возможность утилизации теплоты, образующейся в ходе работы водokolьцевого вакуумного насоса и двигателя внутреннего сгорания, обеспечивающего привод вакуумного агрегата.

На кафедре технического обеспечения производства и переработки продукции животноводства УО «ГГАУ» было проведено исследование по определению температурных характеристик водokolьцевого вакуумного насоса в составе вакуумной станции СН-60 доильной установки ПДУ-8. Температура воды измерялась посредством многоканального цифрового термометра на входе и выходе насоса, а также в средней части бака для технологической воды. Расход воды через на-

сос контролировался с помощью цифрового счетчика воды и хронометра. Уровень вакуума в вакуумпроводе доильной установки контролировался по штатному вакуумметру.

Результаты исследований и их обсуждение. При круглосуточном пастбищном содержании дойного стада в летний период доильная установка должна быть автономной, т.е. независимой от линий электроснабжения и иметь в своей конструкции силовые агрегаты для получения вакуума для доения, тепловой энергии для нагрева воды, электрической энергии для работы аппаратуры доения, первичной обработки молока и освещения. В современных доильных установках схема энергообеспечения реализуется по различным схемам.

Передвижная доильная установка ПДУ-8, выпускаемая в РБ, предназначена для доения коров на пастбищах и в доильных залах коровников и требует внешнего источника энергии для привода вакуумной станции. Для условий пастбищ доильная установка ПДУ-8 может быть укомплектована резервным приводом типа РПД [1]. Данный привод агрегируется с тракторами, имеющими вал отбора мощности (ВОМ) с частотой вращения 1000 мин^{-1} . Расход топлива на привод РПД — до 8 кг/ч . Для получения горячей воды на пастбищах в комплект установки может поставляться водогрейный котел на твердом топливе.

Известна вакуумная водокольцевая насосная станция СНД-60М [2] с приводом от дизельного двигателя 186F мощностью $6,3 \text{ кВт}$, с возможностью подключения карданного вала и электродвигателя. Станция снабжена баком для воды $0,08 \text{ м}^3$. Часовой расход топлива при работе такой станции значительно ниже, чем при использовании привода от ВОМ и составляет около $1,5 \text{ л/час}$.

Универсальная доильная станция УДС-3Б предназначена для доения коров в молокопровод и первичной обработки молока на пастбищах. В качестве силового агрегата на станции используется бензиновый двигатель УД-25С, мощностью 8 кВт для привода вакуумного и водяного насосов, а также генератора тока для освещения рабочих мест. Агрегат водоснабжения состоит из водогревательного котла $0,1 \text{ м}^3$, бака для холодной воды емкостью $0,175 \text{ м}^3$ и обеспечивает горячей и теплой водой промывку молочного оборудования и подмыwanie вымени коров. Более ранняя версия установки УДС-3Б — установка УДС-3 — включала в себя водонагреватель емкостью 75 литров и емкость для холодной воды на 100 литров . При этом время нагрева воды до кипения составляет $25-30 \text{ мин}$, при расходе дров $5-6 \text{ кг}$ [3].

Доильная установка УДЛ-Ф-12 предназначена для машинного доения коров и первичной обработки молока в летних лагерях и пастбищных центрах. При отсутствии линий электроснабжения для работы

установки необходим резервный источник электропитания. Нагрев воды ведется электрическими нагревательными элементами.

Известен также блок энергообеспечения передвижной доильной установки [4], включающий в себя вакуумную станцию, емкостный водонагреватель и бак для холодной воды. Работает блок от электростанции с приводом от ДВС.

При использовании электростанций с приводом генератора от ДВС, необходимо иметь в виду, что КПД двигателя не превышает 40%, а КПД преобразования механической энергии в электрическую в генераторе составляет около 80%. В данном случае имеет место дополнительный этап преобразования, связанный с потерями энергии.

Существует также практика, когда технологическая вода может быть предварительно подогрета на стационарных агрегатах и доставлена на пастбище автомобильным транспортом (молоковозом) [5, 6].

Таким образом, энергоснабжение, в частности, теплоснабжение передвижных доильных установок в условиях пастбищ может осуществляться как с помощью огневых агрегатов (прямого нагрева), работающих на органических видах топлива, так и с использованием электрического нагрева путем последовательного преобразования тепловой энергии сгорающего топлива в механическую работу (ДВС), выработки электрической энергии и преобразования ее в тепловую, при этом солнечная энергия используется крайне редко.

Вопросы теплоснабжения передвижной доильной установки при помощи гелионагревателя изучались на примере использования плоского гелиоколлектора совместно с баком аккумулятором. Были предложены новые инженерные решения по организации циркуляции теплоносителя в контуре гелиоустановки с использованием оригинальной автоматической системы управления циркуляционного насоса [7].

Результаты проведенного исследования показали высокую эффективность предложенных решений, однако при этом необходимо учитывать проблемы, связанные с неравномерностью солнечного излучения, что существенно снижает надежность теплоснабжения.

Для повышения энергоэффективности горячего водоснабжения передвижных доильных установок нами прорабатывается вопрос комплексного использования солнечной энергии, вторичного тепла водокольцевого вакуумного насоса [8], а также тепла отработанных газов, используемого для его привода, ДВС.

Здесь необходимо учитывать то, что утилизация теплоты водокольцевого вакуумного насоса решает не только проблему качественного теплоснабжения, но и обеспечивает повышение эффективности работы вакуумного агрегата и доильной установки в целом.

Известно, что при перегреве водокольцевого вакуумного насоса имеет место так называемый режим кавитации жидкости, при котором давление всасывания становится близким к давлению насыщенных паров воды при соответствующей температуре. Чем выше температура воды, тем раньше наступает кавитация, сопровождающаяся характерными стуками в насосе, что снижает его КПД и может привести к поломке [9]. Уменьшение производительности насоса, в свою очередь, приводит к нарушению работы доильных аппаратов и снижению эффективности процесса доения. Падение и скачки вакуума в системе являются дополнительным стрессобразующим фактором, негативно влияющим на здоровье и продуктивность коров.

Для определения возможности использования вторичной теплоты водокольцевого вакуумного насоса была изучена динамика изменения температуры воды в зависимости от продолжительности работы агрегата (рис. 1). Исследования проводились при температуре окружающего воздуха 22,2...23,3 °С. Начальная температура воды в баке составляла 16,9 °С. Параметры контролировались каждые 15 мин.

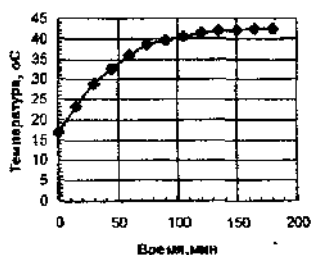


Рисунок 1 — Изменение температуры воды водокольцевого насоса

Как видно из графика, температура воды уже через 90 мин достигает 40 °С. По истечении 2 часов тепловой баланс насоса стабилизируется на уровне 45-50 °С за счет уравнивания теплопроизводительности насоса и тепловых потерь с уходящим воздухом и через стенки бака для воды. Дифференциал температур воды на входе и выходе насоса представлен на рис. 2.

При включении насоса разница температур между входом и выходом при расходе воды через насос 11,2 л/мин составила 2,2 °С. Через 1,5 часа работы расход воды через насос уменьшился до 9,2 л/мин, а разница температур входа и выхода стабилизировалась на уровне 0...0,3 °С. По предварительной оценке количество выработанной теплоты за период опыта составило 2,4 кВт·ч, что (без учета теплообмена с окружающей средой через стенки бака) соответствует тепловой мощ-

ности 0,8 кВт и соизмеримо с мощностью ранее исследуемого солнечного водоподогревателя, способного обеспечить горячей водой потребность доильной установки.

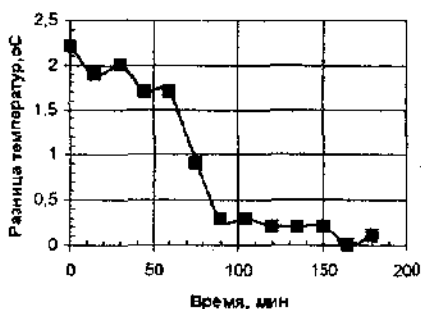


Рисунок 2 – Дифференциал температур на входе и выходе насоса

Для оценки мощности теплового потока через поверхность водяного бака была изучена динамика охлаждения воды (рис. 3).

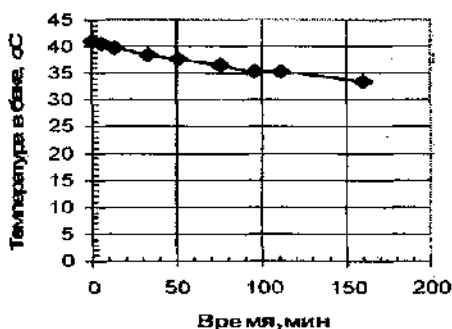


Рисунок 3 – Динамика охлаждения воды в баке водокольцевого вакуумного насоса (температура охлаждающей среды 24 °C).

Установлено, что тепловой поток через стенки бака составляет около 0,3 кВт. Данная энергия также может быть утилизирована.

Как отмечалось ранее, наиболее рациональным способом энергоснабжения насосной станции в условиях пастбищ является привод от ДВС. Поэтому перспективным может стать использование теплоты отработанных газов для нагрева воды.

Теплота, отводимая системой охлаждения дизельного двигателя, составляет 20...30%, а бензинового – 22...33% , при этом теплота, те-

ряемая с выхлопными газами, составляет 35...40% для бензинового и 25...35% для дизельного двигателей [10].

При установленной мощности ДВС – 8 кВт и использовании теплообменника с коэффициентом не менее 0,5 существует возможность дополнительно получить до 1,5 кВт тепловой мощности.

Заключение. Результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод о необходимости использовать для подогрева воды на технологические нужды наряду с солнечной энергией вторичную теплоту, образующуюся в процессе работы водокольцевого вакуумного насоса, а также теплоту выхлопных газов ДВС. Данная схема может быть использована в качестве основного источника теплоты для горячего водоснабжения передвижной доильной установки и позволяет отказаться от применения твердотопливного котла и других традиционных источников тепла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техническое обеспечение процессов в животноводстве: Учебник / В.К. Гриб и [др.]; под. общ. ред. В.К. Гриба. - Мн.: Бел. наука, 2004. - 831 с.
2. ОАО «Гомельский мотороремонтный завод» Насосная вакуумная станция СНД-60М [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.motor-nasos.by/vac-snd60.html?lang=ru>. - Дата доступа: 28.05.2012.
3. Сельскохозяйственная техника (каталог). Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: «Колос», 1967. - 623 с.
4. Энергосбережение в животноводстве: / Н. С. Яковчик и [др.]; под. общ. ред. В. В. Валдуна. - Барановичи: Баранов. тип., 1998. - 292 с.
5. Цыбульский, Г.С. Автономное теплохладоснабжение летних передвижных доильных установок / Г.С. Цыбульский // Современные проблемы сельскохозяйственной механики: материалы Междунар. науч.- практ. конф., в 2 ч. / БелНИИМСХ. - Минск, 1999. - Ч. 2. С. 146
6. Цыбульский, Г.С. Альтернативный способ тепло-и хладоснабжения летних передвижных доильных установок / Г.С. Цыбульский // Наука производству: материалы IV Междунар. науч.- практ. конф., в 2 ч. / ГТАУ. - Гродно, 2001. - Ч. 2. С. 380-381
7. Передвижной гелиоводоподогреватель: пат. 8238 Респ. Беларусь, МПК7 F 24 J 2/42, 2/48 / В.К. Пестис, С.Н. Ладутько, Г.С. Цыбульский; заявитель Гродн. гос. аграрн. ун-т. № а 2003617; заявл. 2002.06.11.; опубл. 30.06.06 Афицыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. - 2006. - № 3. - С. 118.
8. Григорьев, Д.А. Передвижной гелиоводонагреватель с утилизатором теплоты / Д.А. Григорьев, Г.С. Цыбульский, П.Ф. Богданович // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XV междунар. науч.- практ. конф., в 2 ч. / ГТАУ. - Гродно, 2012. - Ч. 2. С. 210-212
9. Водокольцевая доильная установка «Кубаночка». Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.avtomash.ru/torg/tovar/scht/doika/doika_pas_m.html?PHPSESSID=a446eqnifpokg?ime50o66nh2. - Дата доступа: 28.05.2012.
10. Гуревич, А.М. Тракторы и автомобили / А.М. Гуревич - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1983. - 336 с.