

eco.ru/problemy/malaya-gidroenergetika-rossii-i-v-mire-razvitie-maloy-gidroenergetiki.html (дата обращения 29.11.2021).

3. Развитие малой гидроэнергетики, как одно из направлений энергосберегающей политики России // Акционерное общество «Институт Гидропроект». 2018. URL: <https://www.hse.ru/> (дата обращения 29.11.2021).

4. Федеральный закон от 26.03.2003 N 35-ФЗ (ред. от 02.08.2019) «Об электроэнергетике».

5. Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 N 442 (ред. от 22.06.2019) «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии».

Цубанов И.А., Цубанова И.А., Карась И.В.
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ
НА МОЛОЧНО-ТОВАРНЫХ ФЕРМАХ

Молочная промышленность является перспективной отраслью агропромышленного комплекса Республики Беларусь. Перед белорусскими производителями поставлена задача расширить ассортимент и увеличить выпуск высококачественных конкурентоспособных молочных продуктов. С этой целью предусматривается система мер, охватывающая все этапы производства молока и молочной продукции, начиная от производства сырого молока и заканчивая переработкой, хранением и доставкой готовой продукции потребителю.

Первостепенное значение при производстве безопасных молочных продуктов имеет качество молочного сырья, которое в значительной мере зависит от санитарно-гигиенических условий получения молока и его первичной обработки на молочно-товарной ферме (МТФ). По органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям сырое молоко должно соответствовать определенным требованиям, позволяющим его использовать как сырье для молочной промышленности.

Получить высококачественное молочное сырье возможно только при обязательном соблюдении на МТФ ветеринарно-санитарных правил. Для соблюдения норм санитарии и гигиены необходимо

обеспечить МТФ достаточным количеством горячей воды на производственные и хозяйственные нужды.

В соответствии с техническими требованиями [1] молоко после доения коров должно быть подвергнуто на ферме первичной обработке: очищено от механических примесей и охлаждено до температуры 4 ± 2 °С в течение не более двух часов. Своевременное охлаждение позволяет увеличить продолжительность бактерицидной фазы при условии низкой первоначальной бактериальной обсемененности молока. Молоко в таком состоянии может храниться на МТФ в течение 12–24 часов до вывоза его специализированным транспортом на предприятия молочной промышленности.

Современные тенденции в практике проектирования МТФ традиционно ориентированы на использование закрытых танков с системой непосредственного охлаждения, которые предназначены для сбора, охлаждения и временного хранения молока.

Перспективным представляется использование системы «пластинчатый охладитель–тепловой насос». Охладитель представляет собой комбинированный пластинчатый теплообменник, в состав которого входят секции водяного и рассольного охлаждения. Применение секции водяного охлаждения позволяет снизить потребность в искусственном холоде.

Водопроводная вода после секции водяного охлаждения поступает в конденсатор теплового насоса для отвода теплоты от пара высокотемпературного хладона. В результате теплообмена вода нагревается и может быть использована в системе горячего водоснабжения МТФ.

После конденсатора жидкий хладон направляется в терморегулирующий вентиль, а затем поступает в испаритель. В испарителе приготавливается ледяная вода, которая затем подается в секцию рассольного охлаждения для окончательного снижения температуры молока до заданного значения. Охлажденное молоко затем поступает на временное хранение в резервуар-термос.

Выполним расчет достигаемого экономического эффекта при замене традиционной системы охлаждения молока системой «пластинчатый охладитель–тепловой насос». В обоих вариантах основным источником теплоты в системе горячего водоснабжения МТФ является электроводонагреватель.

Исходные данные к расчету:

- среднегодовое поголовье дойного стада $n = 600$;
- средний удой молока $M = 5100$ кг/год;

- число доек $k = 2$ со средней продолжительностью $\tau = 2,4$ ч;
- температура сырого молока $t_1 = 37$ °С;
- температура молока на выходе из секции водяного охлаждения $t_2 = 18$ °С;
- температура охлажденного молока $t_3 = 4$ °С;
- удельная теплоемкость молока $c = 3,94$ кДж/(кг·°С);
- одноставочный тариф на производственные нужды сельхозпотребителей $C_s = 0,23434$ руб/кВт·ч.

Тепловая мощность секции рассольного охлаждения:

$$\Phi_2 = \frac{cMn(t_2 - t_3)}{3600 \cdot 365k\tau} = \frac{3,94 \cdot 5100 \cdot 600 \cdot (18 - 4)}{3600 \cdot 365 \cdot 2 \cdot 2,4} = 26,8 \text{ кВт.}$$

Тепловой поток Φ_2 представляет собой теплоту, подводимую к тепловому насосу от теплоисточника низкого потенциала.

При температуре горячей воды на выходе из теплового насоса $t_r = 45$ °С коэффициент преобразования $\mu = 3,64$ [2].

Теплопроизводительность теплового насоса:

$$\Phi_1 = \Phi_2 \frac{\mu}{\mu - 1} = 26,8 \frac{3,64}{3,64 - 1} = 37 \text{ кВт.}$$

Годовой расход теплоты на нагрев водопроводной воды:

- в секции водяного охлаждения

$$Q_B = \frac{cMn(t_1 - t_2)}{3600} = \frac{3,94 \cdot 5100 \cdot 600 \cdot (37 - 18)}{3600} = 63631 \text{ кВт·ч;}$$

- в тепловом насосе

$$Q_{TH} = 365k\tau\Phi_1 = 365 \cdot 2 \cdot 2,4 \cdot 37 = 64824 \text{ кВт·ч.}$$

Экономия электроэнергии на приготовление горячей воды определяется теплотой, производимой системой «пластинчатый охладитель–тепловой насос»:

$$\Delta \mathcal{E} = Q = Q_B + Q_{TH} = 63631 + 64824 = 128455 \text{ кВт·ч.}$$

При определении экономического эффекта необходимо учесть затраты электрической энергии на привод компрессора теплового насоса:

$$3 \mathcal{E} = Q_{TH} / \mu = 64824 / 3,64 = 17809 \text{ кВт·ч.}$$

Прирост прибыли МТФ при прочих равных условиях определяется экономией энергозатрат:

$$\Delta \Pi = (\Delta \mathcal{E} - 3 \mathcal{E}) C_s = (128455 - 17809) \cdot 0,23434 = 25929 \text{ руб.}$$

Список используемых источников

1. СТБ 1598-2006. Молоко коровье сырое. Технические условия. – Введ. 31.01.2006. – Минск: Госстандарт, 2006. – 14 с.
2. Цубанов, А.Г. К расчету энергоэффективности применения теплонасосных установок в системах теплоснабжения / А.Г. Цубанов, А.Л. Синяков, И.А. Цубанов // Агропанорама, № 1, 2011. – С. 22–26.

**Чёрная Т.С. к.т.н., доцент, Вьюник О.В., инж.
Таврический государственный агротехнологический
университет имени Дмитрия Моторного, Мелитополь,
Украина
РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ
АГРЕГАТ**

Наиболее сложными при ремонте средствами механизации в фермерских хозяйствах являются тракторы, автомобили, комбайны и их составляющие: двигатели, коробки перемены передач, редукторы и т.д. Все работы по ремонту начинаются с затягивания машины в помещение мастерской, разборки на отдельные узлы, их мойки и разборки, мойки деталей узлов, дефектовки, ремонта и замены изношенных деталей, сборки узлов, их обкатки, покраски и сборки всей машины, ее окрашивания и обкатки [1].

При ремонте сельскохозяйственной техники, связанный с необходимостью разборки отдельных сложных узлов, используют различные стенды для облегчения условий труда. Примером таких стендов могут быть простые и надежные приспособления для разборки и сборки коробок перемены передач, двигателей. Общим недостатком этих стендов является то, что для установки на них узлов нужен грузоподъемный механизм и поворот узлов производится за счет использования энергии мышц.

Завершающим этапом ремонта узлов машин является их обкатка и испытание. Для обкатки и испытания двигателей разработаны обкатно-тормозные стенды, которые выполняются, в основном по схеме, приведенной на рисунке 1. Общий недостаток вышеперечисленного оборудования – узкая специализация.