

сельских населенных мест. Рекомендации по проектированию и примеры решений системы теплогазоснабжения. М., 1971. 2. Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве. (СН 423-71). М., 1972. 3. Методика определения экономической эффективности новой техники в санитарно-технических устройствах жилых и гражданских зданий. М., 1964. 4. Струмилин С.Г. Проблемы экономики труда. М., 1964. 5. Щеглов В.А. Методика определения стоимостной оценки затрат времени населения. - В сб.: В помощь проектировщику-градостроителю, вып. 4. Киев, 1970. 6. Коган Ю.М. Условия и экономические показатели электрификации тепловых процессов коммунально-бытовых потребителей в сельской местности. - В сб.: Электрификация быта сельского населения (тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф.). Киев, 1968.

УДК 697:621.577

О.Г. Зеленко

## ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Тепловые насосы имеют реальные технико-экономические основания применяться для нужд отопления, горячего водоснабжения, приготовления горячей воды, для технологических целей при наличии природных источников низкопотенциального тепла, к которым относятся поверхностные воды озер, рек, грунтовые воды, воздух, а также биологическое тепло.

Эффективность теплового насоса оценивается величиной отопительного коэффициента [1], представляемого выражением

$$\eta_{\text{отоп}} = Q / L ,$$

где  $Q$  - количество тепла, сообщаемое нагреваемому объекту;  $L$  - энергия, подводимая от внешнего источника и используемая для переноса тепла к нагреваемому объекту.

Отопительный коэффициент для реального цикла в тепловых насосах может равняться 3 и более.

Преимущество теплового насоса перед любыми другими отопительными устройствами в том, что при затрате одного и того же количества энергии с помощью такого насоса к нагреваемому объекту подводится всегда больше тепла, чем при лю-

бом другом способе отопления. Это возможно потому, что в теплонасосных установках используется физическое тепло низкотемпературного потенциала ( $5^{\circ}\text{C}$  и выше) для перевода в испарителе жидкого фреона в парообразную фазу в количестве 75% потребного отапливаемому объекту. Недостающие 25% тепла дает электрическая энергия, расходуемая на сжатие и нагрев паровой фазы фреона и на покрытие потерь в компрессоре. Тепло, отнятое от низкотемпературной среды (75% потребного отапливаемому объекту) не учитывается (будучи даровым) в цикле работы компрессора, поэтому расход электрической энергии относят ко всему количеству тепла, получаемого объектом, что дает высокий отопительный коэффициент преобразования: 3, 4 и более.

В связи с переводом сельскохозяйственного производства на промышленную основу широкое распространение получают сельскохозяйственные комплексы. Они специализируются на производстве одного вида сельскохозяйственной продукции — свиней, крупного рогатого скота, птицы и т.д. В условиях нашей республики комплексами можно считать такие хозяйства по откорму, на которых одновременно будет содержаться: для крупного рогатого скота — 400–2000 голов; для свиней — не менее 20–24 тыс. голов [2].

В процессе откорма животные выделяют вредные газы, влагу, тепло, которые влияют на чистоту, температуру и влажность воздуха внутри помещения и в случае их отклонения от нормируемых параметров по санитарно-гигиеническим условиям нарушают физиологические функции животного. При этом коэффициент использования энергии корма на получение продукции составляет около 30%, 45% энергии, содержащейся в корме, в процессе обмена веществ превращается в теплоту, остальные 25% выделяются с газами и экскрементами животного [3].

Таким образом, тепло, выделяемое животными в помещение и удаляемое вместе с вентиляционным воздухом, может быть использовано как тепло низкотемпературного потенциала в испарителе теплонасосной установки (даровое тепло) и возвращено как тепло более высокого температурного потенциала ( $60^{\circ}\text{C}$  и выше) для отопительных целей.

На примере типового проекта животноводческой фермы крупного рогатого скота на 400 голов исследованы как максимально-часовые и годовые расходы тепла и топлива, так и теплопоступления от животных (биологическое тепло). Анализ показывает, что теплопоступления составляют 49% всего расхода

тепла по ферме. Для условий применения тепловых насосов был построен график суммарного расхода тепла и теплоступлений по месяцам года [4]. Из анализа этих показателей установлено, что годовые теплоступления составляют 175% всего годового расхода тепла фермы.

Применение тепловых насосов компрессионного типа со средним значением отопительного коэффициента преобразования, равным 3, позволяет уменьшить годовой расход топлива втрое по сравнению с расходом электроэнергии для варианта котельной на электроэнергию и в 1,5 раза по сравнению с котельной на твердом топливе.

Таким образом, применение котельных установок небольшой теплопроизводительности, использующих различные виды топлива, которые являются невозполняемыми природными ресурсами, и загрязняющих окружающую среду продуктами сгорания, или применение для целей теплоснабжения электроэнергии с переводом ее в джоулевое тепло в настоящее время не может являться экономически оправданным.

Тепловые насосы дают возможность использовать для выработки тепла теплоступления от животных в течение года. В летнее время из этих теплоступлений можно получать больше тепла, чем необходимо для нужд животноводческой фермы, и поэтому его остаток целесообразно применять для нужд горячего водоснабжения сельского населенного пункта.

#### Л и т е р а т у р а

1. Кириллин В.А. и др. Техническая термодинамика. М., 1974. 2. Соколовский В.Э. и др. Проектирование и строительство промышленных комплексов. Минск, 1975. 3. Бемер Г. Рациональное использование энергии в животноводстве. - "Животноводство", 1973, №3. 4. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М., 1975.