

Полученные закономерность и аналитические зависимости справедливы для участков трассы пневмотранспортных установок в стабилизированном режиме течения транспортируемой массы.

Под устойчивым (стабилизированным) транспортированием следует понимать скорость единичного дисперсоида, при которой исключается возможность выпадения твердой фазы из движущегося потока. Скорость потока в этом случае должна быть равна $\bar{w}_m \geq 2w_s$ (при $1,5 > \bar{w}_B > w_s$ и $\bar{w}_B \ll w_s$ наступает неустойчивое транспортирование твердой фазы, описанное схемами движения № 3 и 4 в табл. 1).

Теоретический анализ и его экспериментальное подтверждение на специально проведенных опытах автора показали, что при устойчивом режиме движения двухфазного потока (схема движения № 1 в табл. 1) общая потеря давления в системах пневмотранспортных вентиляционных установок определяется с учетом изменения транспортирующего воздуха по выражению

$$H_{\text{тр}} = H'_B (1 + \mu). \quad (6)$$

В ы в о д ы. 1. На основании анализа результатов экспериментального исследования показаны наиболее часто встречающиеся в практике пневмотранспорта сыпучих материалов схемы движения двухфазного потока.

2. Предложена зависимость для определения аэродинамического сопротивления трубопроводов в системах пневмотранспортных вентиляционных установок при устойчивом транспортировании двухфазного потока.

Л и т е р а т у р а

1. У с п е н с к и й В.А. Пневматический транспорт. – М., 1952, с. 42. 2. Д з я д з и о А.М. Пневматический транспорт на зерноперерабатывающих предприятиях. – М., 1961, с. 23. 3. К л я ч к о Л.С. Обоснование минимальных скоростей воздуха в воздухопроводах обеспыливающих вентиляционных установок. – Тр. ЛИОТ ВЦСПС, отд. пром. вентиляции, кн. 5. М., 1958, с. 38. 4. К р у г л о в А.Н. Пневматический транспорт зерна и его отходов. – М., 1947, с. 169.

УДК 697:621.577

О.Г. Зеленко, *зав.отделом*
(БелНИИГипросельстрой)

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ КОМПРЕССИОННОГО ТЕПЛООВОГО НАСОСА ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

На примере типового проекта животноводческой фермы крупного рогатого скота на 400 голов выполнены исследования по расчетным максимально-часовым и годовым расходам тепла и топлива на отопление, вентиляцию

основного и вспомогательных помещений фермы, горячее водоснабжение, производственные нужды всего животноводческого комплекса и по максимально-часовым и годовым теплопоступлениям от животных (биологическое тепло). Результаты исследований показывают, что теплопоступления от животных составляют до 50% всего расхода тепла в период зимнего максимума и до 170% – по отношению к расходу тепла за отопительный период.

Традиционный метод получения тепла в котельных малой теплопроизводительности на различных высокосортных, дорогостоящих привозных видах топлива не позволяет получать полезно используемого тепла более 70% при сжигании 1 кг топлива, т.е.

$$\eta_{\text{исп.топл}}^{\text{кот}} = 70\% .$$

Применение электрической энергии для целей централизованного теплоснабжения не может рекомендоваться по следующим технико-экономическим соображениям: на выработку 1 кВт·ч на электростанциях расходуется примерно 0,4 кг у. т. (11732 кДж/кВт·ч), в то время как при переводе 1 кВт·ч электроэнергии в джоулевое тепло получают в лучшем случае 3603,0 кДж/кВт·ч, т.е. коэффициент полезного использования топлива составляет

$$\eta_{\text{исп.топл.}}^{\text{эл (джоул)}} = \frac{3603,0}{11732,0} \cdot 100 = 30,7\% \approx 31\% .$$

Поэтому для выработки тепла на нужды централизованного теплоснабжения сельскохозяйственного производства на промышленной основе и сельских населенных мест необходимо применять более современные и эффективные способы получения тепла, в частности тепловые насосы, использующие низкотемпературные, даровые источники тепла (воду рек, озер, тепло почвы, биологическое тепло и т.п.).

Ниже рассмотрен частный случай теплоснабжения (не нарушающий общности рассуждения об использовании низкотемпературных источников тепла) животноводческой фермы или сельского населенного пункта с использованием низкотемпературных, даровых источников тепла (биологическое тепло) с применением тепловых насосов.

Например, если тепло вырабатывается с помощью тепловых насосов компрессионного типа с электроприводом, расход топлива будет зависеть от значения действительного отопительного коэффициента преобразования

$$\epsilon_{\text{отоп}} : \epsilon_{\text{отоп}} = \frac{Q_{\text{к}}}{A_1} .$$

где $Q_{\text{к}}$ – количество тепла, получаемого от конденсатора теплового насоса, МВт; A_1 – количество тепла, эквивалентное затраченной работе, подведенной в цикле, МВт.

Так как $Q_{\text{к}} = Q_0 + A_1$, то формулу можно записать в следующем виде:

$$\epsilon_{\text{отоп}} = \frac{Q_0 + Al}{Al} = \frac{Q_0}{Al} + 1,$$

где Q_0 – количество тепла, получаемое из низкопотенциального источника, МВт.

Таким образом, если действительный отопительный коэффициент ϵ для среднезимнего режима равен 4, то каждый киловатт-час электроэнергии, полученный из энергосистемы и затраченный на привод компрессора теплового насоса, позволяет передать теплоносителю системы централизованного теплоснабжения тепла в 4 раза больше за счет отбора его из низкотемпературного дарового источника тепла и перевода его с низкотемпературного уровня на температурный уровень, приемлемый для использования на отопительные цели.

В табл. 1 представлены экономические показатели при выработке 1 МВт для системы централизованного теплоснабжения для среднезимнего режима при различных энергоносителях, при этом $\epsilon_{\text{отоп}} = 4$.

Как видно из таблицы, использование тепловых насосов уменьшает расход условного топлива на выработку 1 МВт тепла для систем теплоснабже-

Т а б л и ц а 1. Расходы топлива и их стоимость при различных источниках выработки тепла

Наименование	Энергоносители		
	электроэнергия (джоулевое тепло)	твердые, жидкие, газообразные (традиционные котельные)	низкотемпературные источники тепла (тепловые насосы)
Тепловая нагрузка системы теплоснабжения, МВт	1,0	1,0	1,0
Расход электроэнергии на выработку 1 МВт, кВт.ч	1000,0		250,0
Расход условного топлива на выработку 1 МВт, кг	400,0	175,0	100,0
Расход условного топлива за отопительный период, т	1000,0	438,0	250,0
Экономия условного топлива за отопительный период, т	–	562,0	750,0
Экономия за отопительный период (за счет топливной составляющей)*, руб.	–	25852,0	34500,0

* Стоимость 1 т условного топлива принята с учетом мировых цен на топливо.

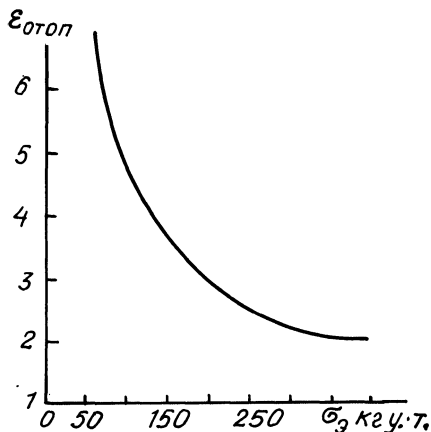


Рис. 1. Расход топлива на ТЭЦ, эквивалентный затраченной электроэнергии, на выработку 1 МВт тепла в зависимости от значения $\epsilon_{отоп}$

ния в 4 раза по сравнению с расходом топлива на выработку электроэнергии при переводе ее в джоулевое тепло и в 2,3 раза меньше по сравнению с расходом топлива для традиционных котельных.

На рис. 1 показан расход топлива $G_э$, затраченный на электростанции для выработки электроэнергии, используемой для привода теплового насоса, в зависимости от значения "отопительного коэффициента преобразования" $\epsilon_{отоп}$ при выработке тепловым насосом одного МВт тепла с учетом расхода 0,4 кг у.т. на 1 кВт·ч.

Таким образом, применение электроэнергии для централизованного

теплоснабжения сельскохозяйственного производства на промышленной основе и сельских населенных пунктов путем использования низкотемпературных даровых источников тепла с применением тепловых насосов — эффективный и технико-экономически оправданный способ.

УДК 536.242

П.И. Дячек, канд. техн. наук
(БПИ)

О ТЕПЛОВОМ РЕЖИМЕ ПОЛОВ И ЗАГЛУБЛЕННЫХ ЧАСТЕЙ ЗДАНИЙ

Анализ методики расчета теплопотерь через полы по СНиП II-33-75 показывает, что она не учитывает влияния характера заглабления, значения теплофизических коэффициентов грунта и прочих параметров на величину теплопередачи от внутреннего к наружному воздуху. Моделирование этого процесса на электропроводной бумаге (совместно с Г.Ельшевичем и П. Найманом) показало, что методика СНиП II-33-75 ошибочна на величину до 200%.

Разработка методики расчета теплопотерь через полы и заглабленные части зданий связана с большими трудностями. Необходимо учитывать влияние годовой амплитуды изменения температуры наружного воздуха, переменность теплофизических коэффициентов и влагосодержания грунта по глубине, величину и особенности снежного покрова, теплоту фазовых переходов при замерзании (оттаивании) влаги в почве (задача Стефана) и т.д.