DOI: 10.17117/na.2014.02.180

Поступило в редакцию: 01.12.2014

<http://ucom.ru/doc/na.2014.02.180.pdf>

Цыбин Ю.И., Цыбина Н.Н.
Особенности расчета тепловых потерь
при поставках пара потребителям

Tsybin Y.I., Tsybina N.N.
Features of Calculation of Heat Loss in
the Supply of Steam to Consumers

Статья описывает особенности расчета потерь тепловой энергии при транспортировке пара. Авторами рассматриваются случаи, когда подача теплоносителя осуществляется по трубопроводам, объем которых значительно превышает объем пара. Уменьшение скорости теплоносителя увеличивают время его транспортировки и потери тепловой энергии. В статье приводятся расчеты величины потерь тепла от места установки приборов до границы раздела эксплуатационной ответственности тепловых сетей

Ключевые слова: особенности расчета, часовые удельные потери, тепловая энергия, граница раздела, эксплуатационная ответственность

Цыбин Юрий Иванович

Главный специалист

МЕЧЕЛ-ЭНЕРГО

г. Челябинск, ул. 2-я Павелецкая, 14

Цыбина Нина Николаевна

Национальный исследовательский Южно-Уральский государственный университет

Article describes features of calculation of losses of thermal energy at transportation pair. Authors consider cases when submission of the heat-carrier is carried out on pipelines which volume considerably exceeds volume pair. Reduction of speed of the heat-carrier is increased with time of its transportation and loss of thermal energy. In article calculations of size of losses of heat from an installation site of devices up to border of the unit of the operational responsibility of thermal networks are resulted

Key words: features of calculation, hour specific losses, thermal energy, border undressed, the operational responsibility

Tsybin Yuriy Ivanovitch

Senior Staff

Mechel-Energo LTD

Chelyabinsk, 2-Paveletskaya st., 14

Tsybina Nina Nikolaevna

National Research South Ural State University

Одна из задач повышения энергоэффективности предприятий – снижение тепловых потерь при транспортировке теплоносителя по трубопроводам. Цель задачи: получить наибольшее значение экономии энергоресурсов (ЭР). Средствами достижения цели является перечень мероприятий, направленный на экономию используемых ЭР. Для соблюдения единой размерности ожидаемой экономии тепловые потери пересчитываются в стоимостном выражении [1, с. 150] или в физических единицах. Расчет потерь тепловой энергии опира-

ется на математический аппарат системного анализа. В основе системного анализа лежит оптимизационный подход. Для принятия решений введен временной критерий – срок окупаемости капитальных вложений, направленных на снижение тепловых потерь, во временном выражении (год) [1, с. 150].

Особенностью расчета тепловых потерь крупных промышленных предприятий является наличие трубопроводов значительных диаметров, рассчитанных на большие объемы пара. Скорость пара в таких трубопроводах падает ниже экономически выгодной. Снижение скорости пара увеличивает время нахождения энергоносителя в пути. В результате пар остывает, тепловые потери растут. Старая изоляция теплотрасс, сравнительно низкие среднегодовые и среднесуточные температуры, большие расстояния от поставщика до потребителя энергии также снижают температуру теплоносителя. На одной площадке потребления пара тепловые потери могут достигать десятки Гкал. В договорной практике применяется согласованный процент тепловых потерь, включаемый в договорную цену. Однако, при несовпадении границы раздела ответственности потребителя и поставщика с местом установки узла учета, появляется участок трубы не учтенный договором. Как следствие, потери тепла пересчитываются от границы раздела до узла учета.

Особенность производства крупных промышленных предприятий – дефицит времени на внедрение мероприятия, направленного на снижение тепловых потерь.

Тепловые потери при транспортировке теплоносителя (пар) по паропроводам корпорации рассчитываются в соответствии с Техническим заданием на выполнение работ. Между поставщиком и получателем теплоносителя заключается договор поставки тепловой энергии в паре. Согласно договору определяется количество площадок потребления пара. При установке расчетных приборов коммерческого учета не на границе раздела эксплуатационной ответственности, количество учтенной ими тепловой энергии увеличивается на величину потерь от места установки приборов коммерческого учета до границы раздела эксплуатационной ответственности тепловых сетей.

Исходными данными для расчета потерь тепловой энергии на границе раздела эксплуатационной ответственности при транспортировке пара являются:

- вид прокладки трассы;
- характеристики тепловой трассы: диаметр и длина паропроводов по участкам;
- материал и толщина изоляционной конструкции паропровода;
- температура теплоносителя и наружного воздуха во время проведения замеров.

Согласно оценки ожидаемого теплового эффекта от внедрений технических решений заполнена матрица стратегий Е. На основании матрицы стратегий заполняется таблица 1.

Таблица 1. Предлагаемая матрица стратегий

№ месяца	Удельные значения часовых тепловых потерь на один метр по каждой площадке, ккал/м ч			Кол-во дней в месяце
	Площадка 1	Площадка 2	Площадка 3	
1	e11	e12	e13	n1
2	e21	e22	e23	n2
3	e31	e32	e33	n3
...	...	...	...	...
12	e121	e122	e123	n12

Элементы матрицы e11, e12 ... e123 представляют удельные значения часовых потерь теплоносителя на один метр по каждой площадке, выраженные в ккал/м·ч..

В части методики расчета удельных часовых тепловых потерь используется «Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения» МДК4-05.2004.

Средние часовые удельные (на 1 метр трассы) тепловые потери трубопроводов, проложенных надземным способом, определяются по формуле:

$$e_{ij} = \frac{\pi(t - t_{\text{нв}})}{\frac{\ln((d_{\text{н}} + 2\delta)/d_{\text{н}})}{2\lambda} + \frac{1}{\alpha(d_{\text{н}} + 2\delta)}} \quad (1)$$

где: i – номер месяца;

j – номер площадки;

e_{ij} – средние за расчетный период удельные часовые тепловые потери трубопроводов (ккал/м)·ч;

t – средняя за соответствующий период температура теплоносителя;

t_{нв} – температура наружного воздуха;

d_н – наружный диаметр трубопровода (м);

δ – толщина изоляционной конструкции трубопровода, (м);

α – коэффициент теплоотдачи поверхности изоляционной конструкции трубопровода воздуху (ккал/м² ч °С), по приложению 9 СНиП 2.04.14-88, или α = 25 ккал/м²·ч·°С;

λ – коэффициент теплопроводности изоляционной конструкции трубопровода (ккал/м·ч·°С). Для маты минераловатные прошивные

λ = 0,0387 + 0,00017 тиз (таблица 4.1 МДК 4-05.2004).

Величина потерь от места установки приборов коммерческого учета до границы раздела эксплуатационной ответственности тепловых сетей за текущий месяц на каждой площадке вычисляется по формуле:

$$E_j = n \cdot 24 \cdot e_{ij} \cdot l \quad (2)$$

где: E_j – тепловые потери площадки за текущий месяц (Гкал);

e_{ij} – удельные часовые потери трубопровода на каждом метре площадки j (ккал/м·ч);

n – количество дней в месяце;

l – расстояние от границы раздела до прибора учета (м).

Выбор оптимального инженерно-технического решения основывается на поиске площадки потребления пара с наибольшими тепловыми потерями. В этом случае вычисление суммарных потерь ЭР сводится к решению задачи максимизации.

$$E = \sum_{j=1}^n E_j \rightarrow \max \quad (3)$$

где: E – суммарные тепловые потери трубопроводов на всех площадках (Гкал);

E_j – тепловые потери площадки за текущий месяц;

j – номер площадки;

n – количество площадок.

Множественность решений производственных площадок может быть реализована инструментами матричных вычислений в программных приложениях [2, с.151]. Средства информационных технологий: команда «Подбор параметра» или процедура «Поиск решения» позволяют реализовать метод итераций и выполнить многократный пересчет данных до получения необходимого результата. По результатам расчетов потребитель имеет возможность оценить необходимость реализации мероприятий по повышению эффективности использования пара на производстве.

Список литературы:

1. Цыбин Ю.И., Цыбина Н.Н. Выбор оптимального решения повышения энергетической эффективности промышленных предприятий // Наука и образование в жизни современного общества. Тамбов. 2013. С. 149–152.
2. Цыбина Н.Н., Цыбин Ю.И. Информационные технологии в развитии креативности студентов вуза // Современные тенденции в образовании и науке. Ч. 3. Тамбов, 2014. С. 149–152.

References:

1. Tsybin N.N., Tsybina Y.I. Information technology in the development of creativity of university students // Modern Trends in Education and Science. 2014. P. 3. Pp. 149–152.
2. Tsybin Y.I., Tsybina N.N. Optimizing energy efficiency of industrial enterprises // Science and education in modern society. 2013. P. 1. Pp. 149–152.