

**СНЕГОТАЯНИЕ НА БАЗЕ ТЕПЛОФИКАЦИИ
ПРИ КАСКАДНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ УСТАНОВОК
ПО ТАЯНИЮ СНЕГА**

Н. А. ПОПОВ, И. А. КЛЕМАЙТИС

(Представлена кафедрой промышленной теплоэнергетики)

В ранее опубликованных работах Л-1, Л-2 дано обоснование технической возможности и экономической целесообразности таяния снега на базе теплофикации вместо его вывозки на отвалы. Было показано, что в те периоды отопительного сезона, когда температура наружного воздуха выше расчетной температуры загрузки отбаров теплофикационных турбин, а также при провале суточных графиков вентиляционной нагрузки, возможно без дополнительных капитальных вложений в ТЭЦ увеличить выработку электроэнергии на тепловом потреблении при снеготаянии.

Передача тепла от ТЭЦ для целей снеготаяния по тепловым сетям также не требует увеличения диаметров трубопроводов, так как снеготаяние возможно производить в часы суток, когда нагрузка горячего водоснабжения и вентиляции меньше их расчетной величины. И, наконец, пропуск талых вод, сбрасываемых из снеготаялок в существующую канализацию (при малых нагрузках горячего водоснабжения), не вызовет затруднений.

В указанных работах был рассмотрен случай, когда снеготаялки располагались при индивидуальных тепловых пунктах (абонентских вводах), а транспортировка снега к снеготаялкам осуществляется бульдозированием.

Ввиду того, что тепловая мощность большинства абонентских вводов ограничена, производительность снеготаялок получается недостаточной и пригодной лишь для организации таяния снега, убираемого с внутривортовых территорий. При уборке снега с уличных проездов, где используются специальные снегоуборочные механизмы, а транспортировка снега осуществляется автотранспортом, требуется значительное увеличение производительности установок по таянию снега.

Последнее возможно осуществить, если снеготаялки располагать непосредственно вдоль трассы теплопроводов, присоединяя их к трубопроводам межквартальных ответвлений тепловой сети по схеме, приведенной на рис. 1.

Плавление снега производится в корпусе I за счет контакта нагретой талой воды со снегом. Нагрев циркуляционной талой воды производится в теплообменнике П-I за счет тепла сетевой воды в часы суток, когда отсутствует у части потребителей вентиляционная тепловая нагрузка, а в П-II за счет тепла обратной воды, возвращаемой на ТЭЦ.

Циркуляция талой воды производится насосом 2, а ее разбрызгивание—форсунками 3.

Движение греющей воды через П-1 осуществляется за счет располагаемого напора между подающей и обратной линиями, а через П-II за счет перекачивающего насоса 4.

Экономичность снеготаяния на базе теплофикации при каскадном их расположении вдоль трассы теплопроводов определяется также по сроку окупаемости начальных вложений в установку по таянию снега, как это делалось для снеготаялок, располагаемых при индивидуальных тепловых пунктах (ИТП), с той лишь разницей, что здесь при определении годовых эксплуатационных расходов при снеготаянии учитываются дополнительные затраты на подвозку снега к снеготаялкам на автотранспорте.

Кроме того, при проведении этого исследования сделаны некоторые уточнения исходных и стоимостных данных по сравнению с теми, которые были приняты в ранее опубликованных работах.

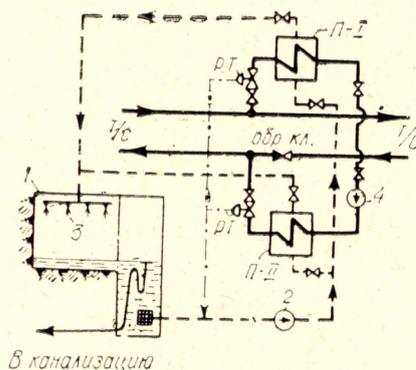


Рис. 1. Принципиальная схема установки по таянию снега при каскадном расположении вдоль трассы теплопроводов тепловой сети

Срок окупаемости капитальных вложений в установку по таянию снега запишется

$$T = \frac{K_{ст}}{S_{в} - S_{ст}}, \text{ лет}, \quad (1)$$

где

$K_{ст}$ — начальные вложения в установку по таянию снега, руб.;

$$K_{ст} = a_2 + b_2 G_{ст}, \quad (2)$$

a_2 и b_2 — коэффициенты, принимаемые на основании проектно-сметных проработок равными:

$$a_2 = 1700 \text{ руб.}; \quad b_2 = 136 \text{ руб.ч/т};$$

$G_{ст}$ — производительность установки по таянию снега, т/ч;

$S_{ст}$ — годовые эксплуатационные расходы по таянию снега, руб./год;

$S_{в}$ — то же по вывозке снега на отвалы, руб./год.

Эксплуатационные расходы по вариантам

$$S_{ст} = (S_a + S_o + S_э + S_k + S_r + S_{тр}^n) G_c, \text{ руб./год}; \quad (3)$$

$$S_{в} = (S_{тр}^B + S_{отв}) G_c, \text{ руб./год}, \quad (4)$$

где

s_a — удельные расходы на амортизацию и текущий ремонт установки по таянию снега, руб./т;

s_o — то же на обслуживание установки, руб./т;

$s_э$ — то же на электроэнергию по перекачке циркуляционной и греющей воды, руб./т;

s_k — то же на канализацию талой воды, руб./т;
 s_T — то же на топливо, с учетом его экономии при комбинированной выработке электрической и тепловой энергии на базе снеготаяния, руб./т;

G_c — количество снега, подлежащего таянию на данной снеготаялке, т/год;

$s_{отв}$ — удельные расходы на оплату содержания отвалов, руб./т, принимаются по данным горкомхоза;

$s_{тр}^п, s_{тр}^в$ — удельные расходы на оплату автотранспорта соответственно при подвозке снега к снеготаялке и вывозке его на отвалы, руб./т.

Формулы для определения величин, входящих в выражения 1, 2, 3, 4, за исключением $s_{тр}^п, s_{тр}^в, s_{отв}$, даны в Л-2 и поэтому в данной работе не приводятся.

Также несколько изменена формула для определения годового количества снега G_c , подлежащего таянию на данной снеготаялке

$$G_c = F \cdot h_c \cdot \rho_c \cdot \varphi \cdot 10^{-3}, \text{ т/год}, \quad (5)$$

где

F — площадь территории, которую обслуживает данная снеготаялка, m^2 ;

h_c — средняя высота снежного покрова, м. Принимается по данным метеостанции;

ρ_c — плотность снега, kg/m^3 ;

φ — доля выпавшего снега на указанной площади, подлежащего таянию (вывозке).

Удельные расходы при транспорте снега на автомашинах определяются по формулам:

$$s_{тр}^п = \frac{2 \cdot l_{тр}^п \cdot z_m}{\omega_m^п \cdot G_m}, \text{ руб./т}; \quad (6)$$

$$s_{тр}^в = \frac{2 \cdot l_{тр}^в \cdot z_m}{\omega_m^в \cdot G_m}, \text{ руб./т}, \quad (7)$$

где $l_{тр}^п, l_{тр}^в$ — среднее расстояние подвозки снега от места уборки до снеготаялки и до отвалов, км;

$\omega_m^п, \omega_m^в$ — средняя скорость автомашин при транспортировке снега до снеготаялок и отвала, км/ч;

z_m — стоимость часа эксплуатации автосамосвала, руб./ч;

G_m — вес снега, загружаемого в кузов самосвала, т.

Расстояние до отвалов определяется по генплану города. Что касается определения среднего расстояния подвозки снега к снеготаялкам $l_{тр}^п$, то оно зависит от величины и конфигурации площади, с которой подвозится убираемый снег к снеготаялке. Принимая эту площадь в виде прямоугольника $F = x \cdot y$ (включающую площади улиц и внутриквартальные территории), получим

$$l_{тр}^п = \frac{x + y}{4}.$$

В действительных условиях $l_{\text{тр}}^{\text{п}}$ может быть больше, поэтому для большей надежности ее принимаем равной $l_{\text{пр}}^{\text{п}} = \frac{x+y}{3}$.

При сравнении вариантов таяния и вывозки снега на отвалы считаем, что стоимость сгребания снега его нагрузки на самосвалы в обоих вариантах принимаются одинаковыми и в расчетах не учитываются. Сравнение вариантов покажем для условий г. Томска.

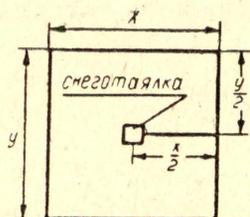


Рис. 2. К определению среднего расстояния подвозки снега к снеготаялке

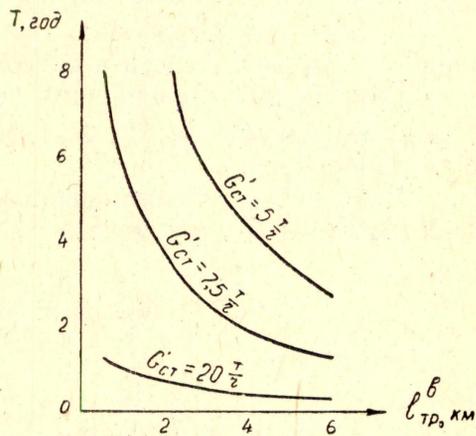


Рис. 3. Срок окупаемости капитальных вложений в установку по таянию снега в зависимости от ее производительности и расстояния вывозки снега на отвалы

Теплоснабжение осуществляется от Томской ГРЭС-II с начальными параметрами $p_1=90 \text{ бар}$, $t_1=535^\circ\text{C}$. Замещающая КЭС Беловская электростанция с $p_1=130$, $t_1=565^\circ\text{C}$. В расчетах принято: $\varphi_{\text{ст}}=0,06$; $P=100 \text{ руб/мес}$; $p_{\text{н}}=0,12$; $T_i=1,15 \text{ ч/ч}$; $s_{\text{к}}=0,05 \text{ руб/т}$; $S_{\text{п}}=0,015 \text{ руб/т}$; $z_{\text{т}}=0,0008 \text{ руб/мдж}$; $z_{\text{з}}=0,0055 \text{ руб/мдж}$; $t_{\text{н}}^{\text{отб}}=-14^\circ\text{C}$; $\varphi_{\text{т}}=0,8$; $\varphi=0,5$; $\rho_{\text{с}}=250 \text{ кг/м}^3$; $h_{\text{с}}=0,5 \text{ м}$; $\omega_{\text{м}}^{\text{п}}=15-20 \text{ км/ч}$; $\omega_{\text{м}}^{\text{в}}=30 \text{ км/ч}$; $G_{\text{м}}=1,25 \text{ т}$; $s_{\text{отв}}=0,4 \text{ руб/т}$; $z_{\text{м}}=3,16 \text{ руб/ч}$.

Величина $s_{\text{п}}$ принята на основании проектных проработок. На рис. 3 приведена зависимость срока окупаемости капитальных вложений в снеготаялку в зависимости от расстояния вывозки и производи-

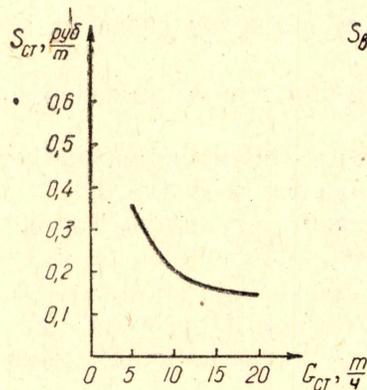


Рис. 4. Стоимость таяния снега в зависимости от производительности снеготаялки

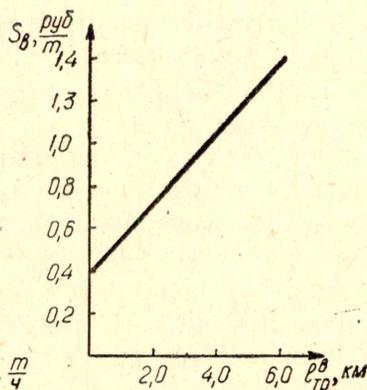


Рис. 5. Стоимость вывозки снега на отвалы в зависимости от расстояния вывозки

тельности снеготаялки. Из графика видно, что срок окупаемости капитальных вложений резко увеличивается с уменьшением производительности, поэтому делать снеготаялки (при каскадном их расположении) производительностью менее 5 т/ч будет нерационально.

Согласно графику на рис. 4, стоимость таяния снега при увеличении производительности снеготаяния выше 12—15 т/ч снижается незначительно. Последнее объясняется тем, что при увеличении производительности снеготаяния увеличивается расстояние и стоимость подвозки снега. Следовательно, с точки зрения экономики едва ли будет рациональным сооружать снеготаялки производительностью более 20 т/ч. Хотя в отдельных случаях, исходя из конкретных условий (больше снежные заносы, нет возможности сделать две снеготаялки вместо одной), такое ограничение будет не обязательным.

Для конкретных условий г. Томска, где среднее расстояние вывозки снега на отвалы составляет 3—4 км, снеготаяние на базе теплофикации представляет определенный интерес. Следует обратить внимание на высокую стоимость содержания отвалов, которая, согласно графику на рис. 5, составляет 0,4 рубля за тонну вывезенного снега. Тем не менее, даже при снижении этой стоимости в 2—3 раза снеготаяние в целом для города будет всегда выгоднее его вывозки на отвалы.

Заключение

Как показали произведенные исследования в работах [1], [2], так и в данной, снеготаяние на базе теплофикации заслуживает к себе определенного внимания. Несомненно, это дело новое и потребует много времени на его внедрение и освоение. Но учитывая, что с каждым годом предъявляются все большие и большие требования к благоустройству городов, а хронический недостаток автотранспорта на вывозку снега позволяет надеяться, что на вопрос снеготаяния на базе теплофикации в недалеком будущем будет обращено надлежащее внимание работников коммунального хозяйства и энергосистем, что позволит поставить разработку его на практическую основу.

В настоящее время требуется отработка на опытной установке конструкции промышленной установки по таянию снега.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Никитин. Снеготаялки. М., Изд. МКХ РСФСР, 1952.
2. Е. Я. Соколов. Теплофикация и тепловые сети, Госэнергоиздат, М.-Л., 1963.
3. Н. А. Попов. Увеличение загрузки отбаров теплофикационных турбин на базе снеготаяния. Изв. ТПИ, т. 205, 1972.
4. Н. А. Попов. Техничко-экономическое сравнение таяния снега на базе теплофикации с вывозкой его на отвалы. Изв. ТПИ, т. 205, 1972.