

М. М. Клаз, А. А. Ганжин, М. И. Пухтеев, И. Г. Рогачев

(Минский автомобильный завод — Белорусский филиал Энергетического института им. Г. М. Кржижановского)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛА ОТРАБОТАВШЕГО ПАРА КУЗНЕЧНЫХ МОЛОТОВ НА МИНСКОМ АВТОМОБИЛЬНОМ ЗАВОДЕ

Одним из путей экономии топлива на промышленных предприятиях является утилизация вторичных энергоресурсов — отработавшего пара, отходящих газов промышленных печей. При выборе рациональных способов использования этого тепла следует учитывать непрерывный рост тепловых нагрузок, совершенствование технологического и энергетического оборудования. При использовании тепла отработавшего пара кузнечного цеха Минского автомобильного завода учитывалось влияние этих факторов.

Основным потребителем технологического пара повышенного давления (10—12 бар) является кузнечный цех, который потребляет до 40 т/ч. Отработавший пар имеет давление до 1,5 бар [1] и содержит значительное количество тепла. Возвращается около 80% отработавшего пара, что составляет 70—80 Гдж/ч.

В течение ряда лет отработавший пар использовался для нагрева сетевой воды, возвращаемой на ТЭЦ.

Несмотря на то что нагрев обратной сетевой воды значительно ухудшал экономичность работы ТЭЦ за счет снижения выработки электроэнергии на тепловом потреблении, в целом для народного хозяйства обеспечивалась экономия топлива [3]:

$$\Delta B = \Delta Q_{0,п} [b_{т} - y(b_{3}^{к} - b_{3}^{т})] \text{ т у. т./год}, \quad (1)$$

где $\Delta Q_{0,п}$ — количество тепла отработавшего пара, необходимое для нагрева обратной воды, Гдж/ч; y — удельная выработка электроэнергии ТЭЦ на тепловом потреблении, кВт/Мвт; $b_{т}$, $b_{3}^{к}$ и $b_{3}^{т}$ — удельные расходы топлива на выработку тепла на ТЭЦ, электроэнергии соответственно по конденсационному и теплофикационному режимам, т у. т./Гдж.

С учетом уменьшения удельной выработки электроэнергии на тепловом потреблении при повышении температуры обратной воды (в среднем на 5 кВт/Мвт при повышении на 1°C [2]) величина ΔB составляет около 7000 т у. т./год, или 0,012—0,017 т у. т./Гдж, что подтверждает экономическую эффективность указанной схемы.

Схема нагрева обратной сетевой воды отработавшим паром в свое время была целесообразна, поскольку длительное время имелись резервы тепловой мощности ТЭЦ и пропускной способности тепловых сетей.

В настоящее время условия существенно изменились — непрерывно растущие потребности завода в тепле не обеспечиваются пропускной способностью тепловых магистралей, а резервы тепловой мощности ТЭЦ практически исчерпаны. В связи с этим необходимо пересмотреть схему использования тепла отработавшего пара, чтобы сократить расход сетевой воды от ТЭЦ и дополнительно обеспечить теплоснабжение новых потребителей.

Разработана и внедряется новая схема (рис. 1), предусматривающая полное использование тепла отработавшего пара непосредственно на заводе. Эта схема включает три группы водоподогревателей — для нагрева сетевой воды на отопление и вентиляцию 1, для нагрева артезианской воды на технологические нужды и горячее водоснабжение 2, для охлаждения замасленного конденсата перед фильтрами маслоочистки 3. Для перекачки сетевой воды на первом этапе используются насосы 4, уста-

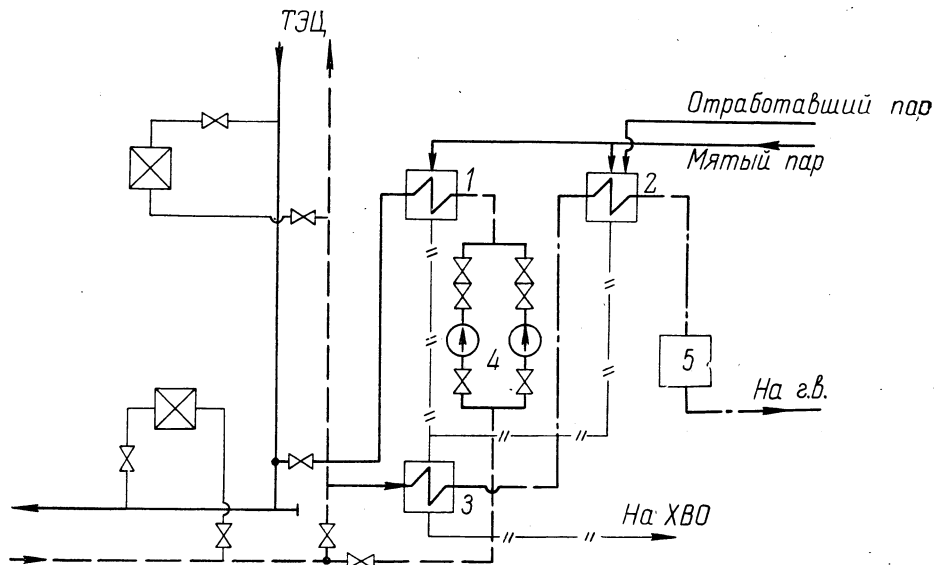


Рис. 1. Схема использования тепла отработавшего пара кузнечных молотов на Минском автомобильном заводе.

новленные в соответствии с проектом. В дальнейшем для обеспечения требуемых гидравлических режимов эти насосы могут быть заменены.

Схема работает следующим образом. Из имеющегося тепла отработавшего пара в соответствии с потребностью около 50% используется для нагрева воды в подогревателях 2 и 3. Целесообразность использования тепла для технологии и горячего водоснабжения сомнений не вызывает, отсутствуют и трудности круглогодичного использования этого тепла. Неравномерный график потребления воды на горячее водоснабжение и технологию выравнивается за счет применения аккумуляторов горячей воды 5.

Остальное тепло отработавшего пара (40 Гдж/ч) в течение всего отопительного сезона используется для нагрева сетевой воды после систем отопления и вентиляции перед поступлением ее в подающую магистраль. Максимальная температура сетевой воды при давлении пара 1,4—1,5 бар с учетом недогрева в подогревателе составляет 95—100°C.

Использование отработавшего пара по данной схеме приводит к снижению температуры сетевой воды, подаваемой в системы отопления и вентиляции группы цехов, подключенной к этой схеме. Однако это не отразится на теплоотдаче нагревательных приборов, поскольку поверхности нагрева этой группы потребителей рассчитаны на график 130—70°C (по проекту).

Расчетная тепловая нагрузка потребителей обеспечивается дополнительным расходом сетевой воды, циркулирующим в системе.

Расход сетевой воды через подогреватель определяется давлением в точке присоединения к магистрали и напорной характеристикой насоса 4. Рассчитано, что для конденсации отработавшего пара в подогревателе-

ле 1 необходимо подавать 400 м³/ч сетевой воды, что также соответствует расчетной пропускной способности указанного подогревателя.

Как показали испытания схемы, этот расход может быть обеспечен при давлении в точке присоединения к подающей магистрали 5 бар. Повышение давления в этой точке приводило к нарушению гидравлического режима и ухудшению теплоснабжения конечных потребителей.

Выполненные расчеты гидравлического режима схемы с подачей сетевой воды через подогреватель 1 показали, что для нормальной работы в период низких наружных температур потребуется заменить один из установленных нососов 14НДС. В этом случае станет возможным использование тепла отработавшего пара на заводе в течение всего отопительного сезона, независимо от гидравлического режима магистрали, что позволит подогреть сетевую воду в подогревателе 1 на 25°С.

Поскольку через подогреватель 1 проходит обратная сетевая вода, температура которой изменяется в соответствии с графиком центрального качественного регулирования и режимом работы отопительно-вентиляционных установок, температура воды, поступающей в подающую магистраль, будет изменяться, что приведет к снижению расхода сетевой воды от ТЭЦ.

При известных температурных графиках в подающей и обратной магистралях расход сетевой воды из подающей магистрали при данной схеме определяется из совместного решения уравнений:

$$G_c \tau_1 + G_n \tau_n = (G_c + G_n) \tau_{см}; \quad (2)$$

$$\tau_2 = \tau_{см} - \frac{Q \cdot 10^3}{G_c + G_n}, \quad (3)$$

где G_c , G_n — расходы сетевой воды соответственно из подающей магистрали ТЭЦ и через подогреватель 1, т/ч; τ_1 , τ_n , $\tau_{с\tau_2}$ — температуры соответственно в подающей магистрали ТЭЦ, подмешиваемой воды (после подогревателя 1), в системах отопления и вентиляции после смешения и обратной сетевой воды после систем отопления и вентиляции, °С; Q — тепловая нагрузка отопления и вентиляции группы цехов, Гдж/ч.

Решение уравнений (2) и (3) производится методом последовательных приближений.

На рис. 2 приведены результаты расчета расходов сетевой воды при центральном регулировании по отопительной нагрузке и графике 150—70°С. Линия *a* показывает изменение расхода сетевой воды из магистрали при работе указанной схемы; *b* — дополнительный расход воды на отопление и вентиляцию, нагреваемой в подогревателе 1; *в* — суммарный расход воды в системах отопления и вентиляции; *г* — расход сетевой воды на группу цехов до внедрения схемы.

На рис. 2 изображены также температурный график сетевой воды в магистрали (кривая 1) и график температур воды, подаваемой в системы отопления и вентиляции группы цехов после смешения (кривая 2). В расчетах принято, что температура обратной воды в обоих случаях изменяется в соответствии с отопительным графиком 150—70°С (кривая 3).

Из рис. 2 видно, что в течение отопительного сезона расход сетевой воды от ТЭЦ снижается в среднем на 30%. Это приводит к уменьшению расхода электроэнергии на перекачку около 1 млн. кВт·ч за сезон. С другой стороны, происходит увеличение расхода электроэнергии на перекачку во внутривзаводских сетях до 0,25 млн. кВт·ч.

Применение указанной схемы использования тепла отработавшего пара позволяет получить экономию тепла в сетевой воде за сезон около 320 тыс. Гдж. Кроме того, за счет сокращения расхода тепла от ТЭЦ

можно дополнительно подключить новых потребителей с тепловой нагрузкой до 80 Гдж/ч.

Сравнение вариантов сооружения дополнительного источника тепла (котельной) и использования тепла отработавшего пара для покрытия

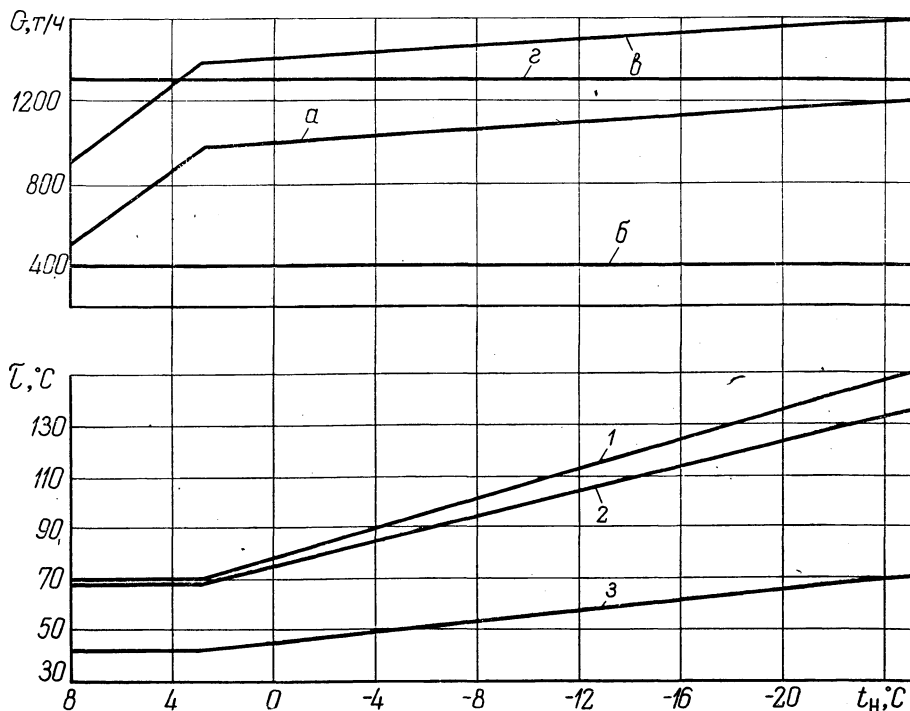


Рис. 2. Графики температур и расходов сетевой воды для группы потребителей тепла.

части тепловой нагрузки завода показывает преимущества последнего варианта. Дополнительные капиталовложения в источник тепла на эту нагрузку составят около 200 тыс. руб., а затраты на реконструкцию теплового пункта не превышают 10 тыс. руб.

Литература

1. Карабин А. И. Энергетика паровоздушных молотов. М., 1958.
2. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. М., 1963.
3. Методика определения выхода и экономической эффективности использования побочных (вторичных) энергетических ресурсов. М., 1972.