

На рис. 1 представлена принципиальная схема использования ВЭР от сушилок. Схемой предусматривается использование ВЭР на нужды ГВ, а также возможность передачи избытка ВЭР в обратную магистраль тепловой сети.

Конденсат от регистров сушильной камеры 1 через трехходовый клапан 2 распределяется в зависимости от температуры воды, циркулирующей в системе ГВ, в теплообменник 4 системы ГВ либо в теплообменник 3, греющий воду в обратной сетевой магистрали 8. При температуре воды в циркуляционной магистрали 7 выше требуемой конденсат через клапан 2 будет направляться в теплообменник 3, а при снижении температуры — в теплообменник 4. Охлажденный конденсат поступает в бак-сборник 5, откуда по конденсатопроводу 18 перекачивается в котельную.

Выпар, удаляемый из сушилки 1, конденсируется в теплообменнике 14, отдавая теплоту воде, циркулирующей в промежуточном контуре 10. Затем конденсат выпара (90–95 °С) самотеком поступает в емкостный теплообменник 15, где охлаждается до 30–40 °С водой из трубопровода 6. Нагретая вода направляется в бак-аккумулятор горячей воды 17. Поступление холодной воды в теплообменник 15 регулируется автоматически по ее температуре на выходе из теплообменника. Охлажденный выпар подается насосом в сборный бак 16, где смешивается с водопроводной водой. Уровень воды в баке регулируется автоматически с помощью поплавкового клапана. Смесь выпара и водопроводной воды из бака 16 с температурой до 25 °С подается на затворение гипса.

Вода, циркулирующая с помощью насоса в промежуточном контуре 10, после нагревания в теплообменнике 14 через трехходовый автоматический клапан 13 подается в теплообменники 11 или 12. Подача воды в тот или иной теплообменник регулируется клапаном 13 в зависимости от температуры воды, циркулирующей в системе ГВ. При температуре воды в циркуляционном трубопроводе 7 системы ГВ, ниже требуемой, вода из промежуточного контура направляется в теплообменник 11, а при увеличении температуры — в теплообменник 12.

Предлагаемая схема утилизации ВЭР может быть использована в некоторых случаях частично. Так, при достаточной нагрузке системы ГВ необходимость в установке теплообменников 3, 12 и автоматических клапанов 2, 13 отпадает, так как избытка ВЭР не будет. Их установка нецелесообразна также при теплоснабжении предприятия от ТЭЦ.

УДК 631.234:697.3:662.99

И.Ф.ФИАЛКО, В.Д.СИЗОВ,  
Б.М.ЗОЛАН

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЭР ЗАВОДА ЖБИ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ТЕПЛИЦЫ НА ПОКРЫТИИ ЗДАНИЯ

Особенности технологического процесса изготовления сборных железобетонных изделий (ЖБИ) связаны со сбросом конденсата из камер их тепловлажностной обработки в канализацию. При этом бесполезно расходуется

значительное количество тепловой энергии и засоряются трубопроводы сетей, что вызывает увеличение единовременных и эксплуатационных затрат.

Исследованиями ОНИЛ строительной теплофизики БПИ показана возможность и целесообразность применения конденсата для затворения бетона с предварительной его очисткой методом ультрафильтрации в установке ОМ-9190 и охлаждением до  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Применительно к условиям Слуцкого ССК исследована возможность использования теплоты конденсата для обогрева теплицы на покрытии столовой административно-бытового корпуса. Размещение теплицы на покрытии здания позволяет исключить систему почвенного обогрева, уменьшить теплопотери и, кроме того, в стесненных условиях территорий предприятий не нарушает предусмотренные генпланом технологические и транспортные потоки.

Конструкция теплицы, запроектированная Минским филиалом института "Агропроект", представляет стеклопластиковые арки пролетом 18 м, между которыми устанавливаются внахлест рамки покрытия размером  $1,5 \times 1$  м с двухслойным укрытием из полиэтиленовой пленки. Длина теплицы с учетом габаритов здания столовой — 34,5 м, площадь боковой поверхности —  $788,3\text{ м}^2$ , торцевой —  $75,8\text{ м}^2$ , а общая площадь теплоотдающей поверхности —  $846,1\text{ м}^2$ . Коэффициент теплопередачи двухслойного покрытия из полиэтиленовой пленки с воздушной прослойкой толщиной 40 мм —  $5,8\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ .

В соответствии с требованиями СНиП II-100-75 приняты значения расчетной температуры наружного воздуха для круглогодичного режима ее эксплуатации  $t_{\text{в}} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$  и в ночной период  $t_{\text{н}} = -29\text{ }^{\circ}\text{C}$  (температура наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92). На теплопотери в теплицах существенно влияют способы их укрытия, определяющие расход теплоты на нагрев инфильтрационного воздуха. Для пленочных теплиц с покрытием внахлест коэффициент инфильтрации принят равным 1,3. Теплопотери в теплице, определенные по уравнению теплопередачи с учетом инфильтрации воздуха, — 286,7 кВт.

Для отопления теплицы используется тепловой потенциал конденсата, образующегося при различных технологиях тепловой обработки ЖБИ: так называемого "грязного" конденсата с температурой около  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$  из камер тепловлажностной обработки ЖБИ и "чистого" конденсата с температурой около  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  из термоформ, где контакт пара с ЖБИ отсутствует.

В настоящее время "чистый" конденсат перед возвратом в котельную используется в водоводяном подогревателе для подогрева водопроводной воды системы горячего водоснабжения, а "грязный" сбрасывается в канализацию значительно разбавленным.

Одними из основных параметров, необходимых для определения производительности установки ультрафильтрации конденсата и мощности систем обогрева теплицы, являются суточный и часовой расходы конденсата. Для определения среднего расхода как "чистого", так и "грязного" конденсата проанализированы суточные расходы пара за период с ноября 1985 г. по январь 1987 г. включительно по каждой группе тепловых установок Слуцкого ССК. Статистическая обработка средних и локальных расходов пара позволила проверить достоверность полученных результатов. Относительная погрешность результатов расчетов достигает 20–35 %, что свидетельствует о необходимости выборки расходов пара за более продолжительный период ра-

боты комбината. Разделение общего расхода пара на установках различных типов для определения количества "чистого" и "грязного" конденсата произведено пропорционально расходу теплоты на тепловую обработку ЖБИ конкретных видов, определенному по объему выпуска продукции за год и удельному расходу теплоты на  $1 \text{ м}^3$  изделий.

Окончательные значения среднесуточных и среднечасовых расходов конденсата определены в результате усреднения полученных данных и составляют: для "чистого" конденсата — 45,02 т/сут (1876 кг/ч), для "грязного" — 41,7 т/сут (1876 кг/ч). Эти данные позволили оценить возможность использования ВЭР для компенсации теплопотерь в теплице. Мощность теплового потока, отбираемого от "грязного" конденсата при его охлаждении от 50 до 30 °С, составила 40,5 кВт. Для "чистого" конденсата, охлаждаемого в теплице от 90 до 75 °С перед подачей в водоподогреватель, она равна 32,7 кВт.

Таким образом, общая мощность тепlopоступлений в теплицу от остывающего конденсата составила 73,2 кВт, а теплопотери при расчетном режиме равны 286,7 кВт. Однако делать вывод об абсолютной недостаточности тепlopоступлений в теплицу нельзя, так как в основной период ее эксплуатации можно обеспечить требуемые параметры внутреннего воздуха. Анализ температуры наружного воздуха в течение отопительного периода в условиях Минска показал, что в течение времени, составляющего 40 % от продолжительности отопительного периода, она положительная. По значениям средней температуры воздуха в каждую декаду месяца можно выявить оптимальный срок эксплуатации теплицы (с 3-й декады марта по 2-ю декаду декабря).

Рекомендуемый период эксплуатации теплицы является целесообразным и в энергетическом отношении. Для оценки расходов теплоты определены теплопотери для каждого из периодов стояния температур наружного воздуха. Наибольший расход энергии приходится на интервал изменения этой температуры от 0 °С до -5 °С (59 %). Основной период эксплуатации теплицы характеризуется температурой наружного воздуха от 10 °С до 0 °С, когда расход тепловой энергии составляет 29,5 % от общей потребности в ней.

Недостающее количество тепловой энергии при понижении температуры наружного воздуха в ночное время рекомендуется компенсировать за счет подачи подогретого воздуха от вытяжных систем и приточной установки столовой, которые обеспечивают дополнительные тепlopоступления мощностью около 20 кВт. Кроме того, увеличение степени охлаждения конденсата (особенно "чистого") до 50–60 °С способствует повышению теплосъема с отопительных приборов в 1,5–2 раза и поддержанию в теплице требуемого микроклимата при понижении температуры вне теплицы до -3...-5 °С и не влияет на работу системы горячего водоснабжения.

Запроектированы две автономные системы: 1) шатрового обогрева верхней зоны теплицы за счет прокладки семи рядов гладких сварных труб условным диаметром 50 мм, длиной 30 м каждая и сборных коллекторов условным диаметром 100 мм с питанием их "чистым" конденсатом; 2) нижний обогрев нижней зоны теплицы с отопительными элементами под каждым рядом ящиков с землей из двухметровых чугунных ребристых труб (всего 6 рядов по 14 труб) и питанием их "грязным" конденсатом. Разработаны принципиальные схемы системы теплоснабжения теплицы и коммуникаций теплового узла с учетом использования теплоты конденсата и для других нужд комбината.