

щих конструкций, одноконтурной проточной системе отопления и автоматизированном генераторе теплоты на природном газе — 11 492,7 р. в год.

Список литературы

1. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. М., 1982.

УДК 666.982:697.004.18

М.Т.СОЛДАТКИН, А.М.ПРОТАСЕВИЧ,
Г.В.ТЕРЕЩЕНКО, И.Ф.ФИАЛКО

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ ЗДАНИЙ ЗАВОДОВ ЖБИ

Технология производства изделий на заводах сборного железобетона (ЖБИ) характеризуется значительным расходом тепловой энергии, достигающим 3 ГДж на 1 м³ бетона, приблизительно треть которого приходится на системы отопления и вентиляции цехов. К сожалению, на предприятиях стройиндустрии расход энергии часто уменьшают за счет отключения в отопительный период вентиляционных систем и воздушно-тепловых завес. Такая "экономия" тепловой энергии приводит к ухудшению условий труда и эксплуатации зданий.

Необходимость рационального использования теплоты в системах отопления и вентиляции зданий заводов ЖБИ не вызывает сомнения, но решать эту проблему следует путем глубокого анализа теплового баланса предприятия с учетом следующих факторов:

- 1) снижения воздухообмена в цехах за счет оптимизации параметров воздушной среды в помещениях, совершенствования способов воздухораспределения, реконструкции технологического процесса, а также зданий формовочных и арматурных цехов;
- 2) регенерации теплоты удаляемого вентиляционными системами воздуха и использования вторичных энергоресурсов;
- 3) использования воздуха формовочных цехов для обогрева и частичной вентиляции вспомогательных помещений и арматурных цехов;
- 4) внедрения средств качественной очистки удаляемого из помещений воздуха и возврата его на рециркуляцию;
- 5) частичного использования энергоносителей основного производства.

Каждый из намеченных путей требует определенных разработок, базирующихся на результатах научных исследований, которые проводятся в различных организациях страны. Однако, судя по публикациям результатов исследований, не всегда учитывается степень влияния конструктивного и архитектурно-планировочного решения зданий на расход энергии на отопительно-вентиляционные нужды. Это, по-видимому, обусловлено кажущейся простотой задачи и традициями в проектировании производственных зданий, основанными практически на единых требованиях норм к проектным решениям зданий большой группы производств.

В настоящее время много внимания уделяется повышению эффективности теплозащиты жилых и гражданских зданий, но практически отсутствуют сведения по оптимизации теплозащиты производственных зданий, а для заводов ЖБИ таких данных вообще нет.

Можно сформулировать общие задачи исследований по снижению расхода тепловой энергии на заводах ЖБИ:

- 1) обоснование оптимальных параметров воздуха в производственных помещениях;
- 2) анализ конструктивных решений наружных ограждений и их тепло-влажностного режима;
- 3) определение теплопотерь в существующих зданиях, а также при различных конструктивных решениях наружных ограждений и размерах остекления;
- 4) анализ архитектурно-планировочных решений зданий и технологических переделов с целью выбора рациональных способов использования теплоты от оборудования и удаляемого вентиляционного воздуха.

Расчетный воздухообмен в помещениях формовочных цехов зависит от избыточного влаговыделения в них и влагосодержания внутреннего и наружного воздуха. В настоящее время отсутствуют достаточно обоснованные нормативы и, как следствие, имеют место существенные трудности по определению влаговыделения в цехах расчетным путем. Проведенные авторами экспериментальные исследования на Слуцком сельском строительном комбинате показали, что действительные влаговыделения почти в два раза меньше определяемых проектом.

Расчетный воздухообмен существенно зависит от расчетных параметров воздуха. Если для наружного воздуха эти параметры регламентируются однозначно, то для внутреннего, согласно требованиям ГОСТ 12.1.005–76, могут быть выбраны в широком диапазоне (для формовочных цехов $t_{в} = 15–23^{\circ}\text{C}$, $\varphi \leq 75\%$ при $v_{в} = 0,3–0,4$ м/с).

Выбор при проектировании наименьших или средних значений этих параметров обусловлен стремлением уменьшить толщину ограждающих конструкций и стоимость зданий. Сравнительные расчеты для Слуцкого ССК воздухообмена и расхода энергии для двух вариантов параметров воздуха в помещениях ($t_{в} = 16^{\circ}\text{C}$, $\varphi = 60\%$; $t_{в} = 21^{\circ}\text{C}$, $\varphi = 70\%$) показали возможность снижения на 35 % воздухообмена и расхода тепловой энергии на $3,64 \cdot 10^9$ кДж в год, что соответствует снижению затрат на тот же период на 7800 р.

Для выявления оптимальных параметров воздуха в помещениях выбрана математическая модель, проведен ее анализ. План аналитического многофакторного эксперимента реализован на ЭВМ ЕС 1032, а результаты его обработаны на ЭВМ ЕС 1060 методами математической статистики с применением пакета стандартных прикладных программ с сервисным обеспечением Института технической кибернетики АН БССР.

Решение задачи по определению экономически целесообразных значений параметров, обеспечивающих минимальные приведенные затраты на поддержание требуемых санитарно-гигиенических условий в цехах заводов ЖБИ, позволило рекомендовать принимать температуру внутреннего воздуха равной максимально допустимой по санитарно-гигиеническим требованиям, а оптимальное значение относительной влажности воздуха определять по уравнению.

$$\varphi^{\text{опт}} = 0,1(4,913 - 1,11\lambda_{\text{УТ}} + 0,229C_{\text{T}} - 0,01C_{\text{М}} + 0,006z_{\text{о.п}}),$$

где $\lambda_{\text{УТ}}$ — коэффициент теплопроводности материала изоляционного слоя (утеплителя), Вт/(м·°С); C_{T} — стоимость тепловой энергии, р./кВт; $C_{\text{М}}$ — стоимость материала теплоизоляционного слоя, р./м³; $z_{\text{о.п}}$ — длительность отопительного периода, сут.

По известным температурным полям в ограждающих конструкциях можно оценивать эксплуатационный режим и теплозащитные показатели этих ограждений. Для помещений со значительными влаговыделениями существенное воздействие на состояние материалов ограждений оказывает конденсация водяных паров, содержащихся в воздухе, на внутренних поверхностях конструкций. Как известно, наиболее неблагоприятными в этом отношении являются сопряжения различных элементов конструкций (стыки панелей, узлы примыкания панелей к колоннам, наружные углы элементов и др.).

Анализ конструктивных решений ограждений зданий заводов ЖБИ показывает, что они практически не отличаются от ограждений зданий других промышленных производств, несмотря на специфику технологических процессов.

В связи с этим выполнены расчеты температурных полей характерных в теплотехническом отношении конструктивных узлов ограждений. Однако применение нормативного метода расчета температуры в данном случае невозможно, так как приведенные в нормах схемы теплопроводных включений неприменимы к рассматриваемым условиям. Кроме того, для анализа необходимо знать распределение температуры по сечению конструктивного элемента, что связано со сложными и громоздкими расчетами.

При расчетах на ЭВМ использована разработанная в ГПИ "Минскпроект" программа расчета плоского (двухмерного) температурного поля для конструкций из различных материалов при стационарных условиях теплопередачи (расчеты проведены в предположении отсутствия процесса инфильтрации воздуха через ограждения и строгого соблюдения проектных показателей). Результаты расчетов показали, что в семи из девяти рассмотренных конструктивных узлов сопряжения элементов ограждений температурно-влажностный режим неблагоприятный.

Если учесть, что для зданий заводов ЖБИ характерным является напряженный влажностный режим, то опасность увлажнения материалов ограждений увеличивается со всеми вытекающими неблагоприятными последствиями по перерасходу тепловой энергии.

Действительные теплотери в производственных зданиях намного превышают расчетные вследствие значительной инфильтрации холодного наружного воздуха через заполнение светопроемов, площадь которых значительна.

Натурное обследование корпуса Слуцкого ССК показало, что сопротивление наружного остекления воздухопроницанию в 5–10 раз меньше нормативного, вследствие чего расход тепловой энергии на подогрев инфильтрационного воздуха в 4 раза превышает основные теплотери в здании и в 10–12 раз принятые в проекте значения.

Расход энергии существенно зависит от площади и конструкции остекления. Так, на Слуцком ССК на 75 % общей площади светопроемов (1340 м²)

имеется одинарное остекление, а не двойное в металлических переплетах, как это требуется по СНиП II-3—79 **, и теплопотери поэтому возрастают в 2 раза.

Проектом главного производственного корпуса завода индустриального домостроения в Минске естественное освещение формовочного цеха обеспечивается через 66 проемов общей площадью 712,8 м² с одинарным остеклением. Теплопотери в цехе составляют 2164 кВт. В случае двойного остекления теплопотери могут быть снижены до 1960 кВт. Для обеспечения нормируемой освещенности рабочих мест требуемая площадь светопроемов с двойным остеклением должна быть 380 м², т.е. почти в 2 раза меньше запроектированной. При этом теплопотери в цехе уменьшаются до 1920 кВт, т.е. на 11 %, что соответствует экономии за отопительный сезон 77 т условного топлива.

В анализируемом проекте размещение рядом формовочного и арматурного цехов позволяет использовать теплоту удаляемого из формовочного цеха воздуха (с температурой 29 °С) для отопления и вентиляции арматурного цеха. Этот воздух смешивается с требуемым по нормам объемом свежего наружного воздуха, который необходимо предварительно подогреть до температуры выше точки росы в калориферах или пластинчатых теплообменниках-утилизаторах. Благодаря этому можно снизить расход тепловой энергии за отопительный период на 150 850 кДж (сэкономить 6,5 т условного топлива) и, кроме того, приведенные расходы, связанные с эксплуатацией вентиляционных систем, на 6500 р. (на 29,4 %).

Таким образом, только комплексный предварительный анализ температурно-влажностного режима в производственных помещениях и теплозащитных показателей ограждающих конструкций зданий заводов ЖБИ применительно к условиям эксплуатации, соотношения площадей оконных проемов и стен, обеспечение рациональных планировочных решений и использования ВЭР позволит снизить энергозатраты на отопительно-вентиляционные нужды.

УДК 697.3:69.002.5

Л.И.КАГАН

К ВОПРОСУ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОЭВМ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Оптимизация работы систем центрального отопления позволяет существенно сократить расход топлива на отопление зданий, улучшить санитарно-гигиенические условия в отапливаемых помещениях, повысить надежность работы и контроля приборов и средств автоматического регулирования [1, 2].

Экономия тепловой энергии при применении микроЭВМ для оптимизации работы систем центрального отопления достигается за счет реализации следующих основных мероприятий: а) регулирования при срезке температурного графика и исключения тем самым перегрева помещений в весенний и осенний периоды года (может использоваться во всех зданиях; снижение расхода