Секция 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Энергетика

Пути повышения энергоэффективности работы системы рекуперации в условиях Крайнего Севера

*Баишева Л.М., старший преподаватель,
Иванова А.В., к.т.н., доцент,
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск*

В настоящее время проблема энергосбережения приобретает первостепенное значение. В условиях Крайнего Севера проблема энергосбережения является весьма актуальной. Особенностью этих условий являются резкоконтинентальный климат с амплитудой перепада температур 100 °С и продолжительная суровая зима. Все это требует значительных затрат на отопление и вентиляцию жилых, общественных и производственных зданий. Одна часть этих затрат связана с тепловыми потерями через наружные ограждения, а другая – с нагревом наружного воздуха в системе вентиляции.

Одна из наиболее перспективных решений проблемы с точки зрения энергосбережения является внедрение вентиляционных систем с рекуперацией тепла.

Наиболее частое применение на практике нашли пластинчатые и роторные рекуператоры с противоточной схемой движения воздушных потоков. Из них пластинчатые рекуператоры имеют относительно простую конструкцию и низкую стоимость. Единственным препятствием к их широкому внедрению является опасность обмерзания, с той стороны, где выходит вытяжной воздух, на пластинах образуется наледь. Проблема объясняется просто: в результате того, что теплообменная пластина и вытяжной воздух имеют разные температуры, образуется конденсат, который, собственно, и превращается в наледь. Через замерзшие пластины воздух начинает проходить с огромным сопротивлением, и производительность вентиляции резко падает, а процесс рекуперации практически останавливается до момента полного оттаивания пластин. В регионах с мягким климатом устанавливают в системах вентиляции с рекуперацией специальный клапан-байпас. Как только пластины покрываются слоем наледи, байпас открывается, и приточный воздух какое-то время идет в обход кассеты рекуператора, поступая в помещение практически без нагрева. При этом пластины рекуператора размораживаются за счет удаляемого вытяжного воздуха, а образовавшаяся вода собирается в дренажной ванне. Ванна соединена с дренажной системой, выходящей в канализацию, и весь конденсат сливается туда. Рекуператор снова начинает работать, а воздухообмен восстанавливается. В регионах с суровым климатом предусматривают предварительный подогрев наружного приточного воздуха до температуры, указанной в паспорте рекуператора или устанавливают отключаемый рекуператор при низких температурах наружного воздуха.

Предварительный нагрев поступающего наружного воздуха до расчетной температуры для нормальной работы рекуператоров требует достаточно большого количества теплоты, тем самым снижая энергетическую эффективность рекуператора.

Одним из решений проблемы может выступить регулирование массового соотношения воздушных потоков в комплексе с нагревом удаляемого вытяжного воздуха [1].

На рис.1 представлен график изменения температуры приточного воздуха на выходе из рекуператора в зависимости от температуры наружного воздуха.

Расчетные данные, приведенные на рис.1, показывают, что подогрев наружного воздуха перед входом в рекуператор и уходящего вытяжного воздуха позволяет получить температуру притока на выходе из рекуператора выше 0 °С.

Также при строительстве в условиях Крайнего Севера, ввиду многолетнемерзлых грунтов, здания устраиваются на сваях. В основаниях производственных, складских зданий и вспомогательных объектов для меньшего влияния на грунт и предупреждения от оттайки грунта, предусматривается подсыпка песком с установкой охладительных труб. Резкоконтинентальность климата Якутии хорошо проявляется на всем ее температурном режиме: низких температурах зимы и высоких температурах лета, большом размахе годовых и суточных амплитуд. Достаточно большое количество энергии затрачивается на нагрев воздуха для систем вентиляции.

Рис.1. Изменение температуры притока на выходе при:

1 – $G_v/G_n=2$ и $t'_1 = 40^\circ\text{C}$; 2 – $G_v/G_n=2$ и $t'_1 = 20^\circ\text{C}$;

3 – $G_v/G_n=1$ и $t'_1 = 40^\circ\text{C}$; 4 – $G_v/G_n=1$ и $t'_1 = 20^\circ\text{C}$

Сезонные и суточные изменения температуры наружного воздуха и интенсивности солнечной радиации вызывают колебания температурного режима верхних слоев грунта. Изменение температур грунта относительно изменения температур воздуха наблюдается с опозданием. В летний период глубина сезонного оттаивания грунтов в среднем составляет 2-2,5 метра.

Эффективность и надежность хозяйственного освоения территорий базируется на научных знаниях о климатических параметрах, свойствах грунтов и происходящих в них физических и механических процессах. В результате превращения естественных грунтов в техногенные, их физические свойства при воздействии отрицательных температур существенно меняются. При техногенном воздействии человека на многолетнемерзлые грунты нарушается естественный теплообмен с атмосферой. Вследствие этого наблюдается изменение теплового режима грунта; динамики и глубины сезонного и многолетнего оттаивания и промерзания грунта; интенсивности

развития криогенных процессов и явлений, негативно воздействующих на инженерные и другие сооружения. Замораживание оттаявшего за лето грунта и дальнейшее его охлаждение достигается пропусканием в зимнее время по вентиляционным каналам холодного наружного воздуха. Следовательно, при проектировании, строительстве и эксплуатации различных инженерных сооружений, зданий и коммуникаций в условиях Крайнего Севера определяющим фактором является сохранение мерзлых пород, что сохраняет устойчивость сооружений [2].

На рис. 2 представлен график изменения температуры приточного воздуха после рекуператора относительно среднемесячной температуры наружного воздуха в течение отопительного периода с учетом предварительного нагрева наружного воздуха в грунтовых трубах.

На графике наглядно представлено, что температура приточного воздуха после рекуператора с учетом температуры воздуха после прохождения через толщу грунта в среднем на 20 °С повышает эффективность работы рекуперационной системы. При использовании охлаждающих труб в схеме подготовки приточного воздуха отсутствует необходимость в предварительном подогреве до рекуперационной установки.

Рис.2. Распределение температуры приточного воздуха после рекуператора: 1 – среднемесячная температура наружного воздуха; 2 – температура приточного воздуха; 3 – температура приточного воздуха с учетом предварительного нагрева в грунте

В данной работе рассматривается новый концептуально-методологический подход создания комплексной системы сохранения мерзлого грунта и бестопливного предварительного нагрева воздуха для приточных систем вентиляции с регулированием массового соотношения воздушных потоков в комплексе с нагревом удаляемого вытяжного воздуха. За счет разности температур грунта и наружного воздуха в зимний период, воздух для системы вентиляции, проходя через охлаждающие трубы, охлаждая грунт – по ходу движения нагревается. А подогрев уходящего вытяжного воздуха позволяет получить температуру притока на выходе из рекуператора выше 0 °C.

Таким образом, при влиянии на тепловой режим грунта, возможно изменение глубины протаивания и поддержание достаточно низкой температуры самого грунта.

Данное мероприятие соответствует требованию по сохранению мерзлых пород для обеспечения устойчивости и эксплуатационной надежности инженерных систем и сооружений. Совместно с охлаждающим эффектом данная схема используется для нагрева низкой температуры атмосферного воздуха, который будет использоваться как приточный воздух для системы вентиляции. Также при этом, нагревая температуру удаляемого вытяжного воздуха, в итоге, теплообменник будет работать в плюсовом температурном режиме. Такой подход позволит сэкономить затраты тепловой энергии на догрев до расчетных температур и предотвратить проблему с опасностью обмерзания рекуператора.

Список литературы:

1. Иванов В.Н., Иванова А.В., Баишева Л.М. Повышение эксплуатационной эффективности работы систем рекуперации в условиях Крайнего Севера// Промышленное и гражданское строительство. 2016. №8.
2. Иванова А.В., Баишева Л.М., Ноговицын И.Д., Степанов А.В. Особенности использования рекуператоров в условиях резконтинентального климата// Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество, энерго- и ресурсосбережения. IV Всероссийская научно-практическая конференция – Якутск. 2016.
3. Богословский В.Н. и др. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: Учебник для вузов / В.Н. Богословский, О.Я. Кокорин, Л.В. Петров; Под ред. В.Н. Богословского. – М.: Интеграл, 2014. – 367 с.
4. Кокорин О.Я. Энергосбережение в системах отопления, вентиляции, кондиционирования: Научное издание. – М.: Издательство АСВ, 2013. – 256 с.

Угрозы энергетической безопасности Республики Саха (Якутия)

*Захаров В.Е., научный сотрудник,
Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН,
г. Якутск
E-mail: vasss@mail.ru*

Обеспечение быта и удовлетворение потребностей человека давно вышли за рамки возможностей его физических сил и не реализуемы без работ, затрачивающих внешнюю энергию. Формирование уверенности в наличии достаточного объема внешней энергии, потребляемой в современном мире в виде электроэнергии и тепла, является одним из приоритетных задач любого общества и, соответственно, целей государственного управления.

Понятие ЭБ определяется как состояние защищенности граждан, общества, государства, экономики от обусловленных внутренними и внешними факторами угроз дефицита в обеспечении их обоснованных потребностей в энергии экономически доступными ТЭР приемлемого качества в нормальных условиях и при чрезвычайных обстоятельствах, а также от нарушений стабильности, бесперебойности топливо- и энергоснабжения [1]. И, по сути, является отражением соответствия возможностей (технических, технологических, экономических, экологических, политических и т.д.) обеспечения конечными видами энергии принятому (желаемому) обществом уровню