

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»

Технический институт (филиал) в г. Нерюнгри
ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»

Южно-Якутский научно-исследовательский центр
Академии наук Республики Саха (Якутия)

МАТЕРИАЛЫ

**XVIII Всероссийской
научно-практической конференции
молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри,
с международным участием, посвященной 25-летию со дня
образования Технического института (филиала) СВФУ**

30 марта - 01 апреля 2017 г.

**Секции 1–3
(дополнения к секции 1)**

Нерюнгри 2017

УДК 378:061.3 (571.56)

ББК 72

М 34

Материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри, с международным участием, посвященной 25-летию со дня образования Технического института (филиала) СВФУ. Секции 1-3 (дополнения к секции 1). — Нерюнгри : Изд-во Технического института (ф) СВФУ, 2017. — 27 с.

ISBN 978-5-91243-073-2

Редакционная коллегия:

Павлов С.С., канд. геол.-минерал. наук, доцент (председатель); *Гриб Н.Н.*, д-р техн. наук, профессор (зам. председателя); *Мельников А.Е.*, канд. геол.-минерал. наук; *Корецкая Н.А.*, канд. техн. наук, доцент; *Шабо К.Я.*, канд. техн. наук; *Рочев В.Ф.*, канд. техн. наук; *Похорукова М.Ю.*, канд. техн. наук; *Литвиненко И.А.*; *Николаева Л.В.* (редактор).

В сборнике представлены итоги исследований молодых ученых, аспирантов и студентов в области естественных, технических и гуманитарных наук. Многоплановый характер исследований может быть интересен широкому кругу читателей.

Утверждено к печати научно-техническим советом Технического института (филиала)
ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет
имени М.К. Аммосова» в г. Нерюнгри

ISBN 978-5-91243-073-2

УДК 378:061.3 (571.56)

ББК 72

© Технический институт (ф) СВФУ, 2017

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°C .

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.

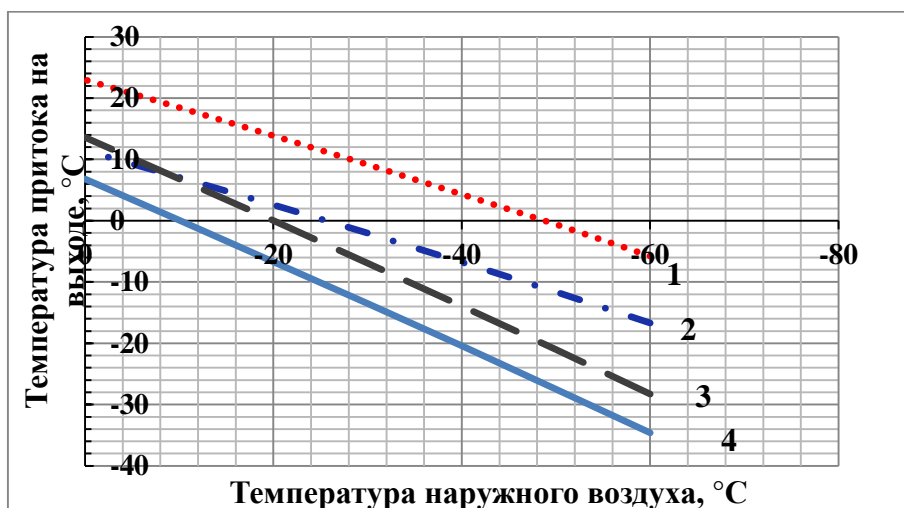


Рис. 1. Изменение температуры притока на выходе при:
 1 – $G_v/G_n=2$ и $t_1' = 40^{\circ}\text{C}$; 2 – $G_v/G_n=2$ и $t_1' = 20^{\circ}\text{C}$;
 3 – $G_v/G_n=1$ и $t_1' = 40^{\circ}\text{C}$; 4 – $G_v/G_n=1$ и $t_1' = 20^{\circ}\text{C}$

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 пропуском 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.

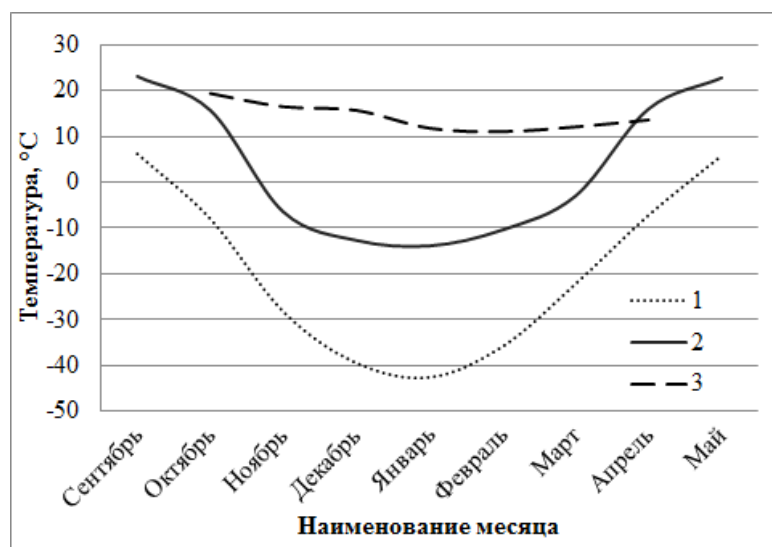


Рис. 2. Распределение температуры приточного воздуха после рекуператора: 1 – среднемесячная температура наружного воздуха; 2 – температура приточного воздуха; 3 – температура приточного воздуха с учетом предварительного нагрева в грунте

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 °С.

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

жизни и рентабельности экономической деятельности. Таким образом, ЭБ как обобщающая характеристика соответствия между состоянием энергетики и ресурсами экономики региона с устанавливаемыми государственной властью (желаемыми обществом) стандартами жизнедеятельности при постоянно меняющихся внешних и внутренних условиях является основным критерием, как для оценки эффективности, так и выработки принципов энергетической политики.

В научном плане проблема энергетической безопасности (ЭБ) начала развиваться после известных событий 1973-1974 гг. на фоне ближневосточного кризиса. В этот период ранее эфемерные угрозы дефицита энергоресурсов для развитых стран обрели реальные очертания. В отечественной науке широко распространен индикативный метод [1,2,3,4], основанный на выявлении и оценке глубины угроз энергетической безопасности. Угрозы в зависимости от их природы отличаются динамикой и тяжестью последствий. При анализе ЭБ условно выделяют следующие группы угроз: экономические, социально-политические, внешнеэкономические и внешнеполитические, техногенные и природные угрозы, несовершенство управления. Различные виды угроз могут быть в значительной степени взаимосвязаны друг с другом. Одни угрозы могут быть инициированы или сами инициировать другие угрозы. Внешнеэкономические и внешнеполитические угрозы, ввиду их разрешимости только на национальном уровне, на региональном уровне менее актуальны. На уровне региона и его районов резко возрастают значения экономических, техногенных, природных угроз и несовершенство управления.

В текущей ситуации наибольшую угрозу ЭБ Республики Саха (Якутия) представляет наблюдаемый за последние годы непрерывный рост дисбаланса «цены и себестоимости» электро- и теплоэнергии (табл. 1) [5]. Рост дисбаланса обуславливает соответствующий рост объема средств на его покрытие. В настоящее время это – рост бюджетного субсидирования энергоснабжения и других видов деятельности, влияющих на себестоимость электрической и тепловой энергии (к примеру, транспортные перевозки) и перекрестного субсидирования между потребителями электроэнергии.

Причиной роста дисбаланса является рост себестоимости энергоснабжения, особенно в арктических и северных районах, базирующейся на технологиях сжигания органического топлива, на фоне низкого уровня средних доходов населения – основной группы потребителей, и относительно высоких стандартов энергоснабжения. Реализация данной угрозы инициирует другие угрозы, такие как, острый дефицит бюджетных ресурсов, финансовая дестабилизация предприятий ТЭК и транспортной системы, а также росту перекрестного субсидирования, который в свою очередь в конечном итоге приводит также к росту бюджетных затрат. Другими словами, неконтролируемый рост разрыва между удельной себестоимостью и тарифами энергоснабжения при наихудшем сценарии может привести к полному коллапсу не только энергетической отрасли и связанных с ним отраслей, но всей региональной экономики с катастрофическими последствиями, ликвидация которых невозможна без участия федерального бюджета.

Угроза роста дисбаланса «цены и себестоимости» является, не смотря на тяжесть последствий, относительно контролируемым и управляемым. Основным направлением снижения её остроты является модернизация и смена технологической платформы энергоснабжения и политика энергосбережения.

Также следует выделить такие сильные угрозы как острый дефицит бюджетных ресурсов и финансовая дестабилизация предприятий ТЭК и транспортной системы. Угроза дефицита бюджетных ресурсов будет расти на фоне общего экономического кризиса в стране и может привести к существенному снижению уровня и качества жизни населения.

Угроза финансовой дестабилизации предприятий ТЭК и транспортной системы на фоне высокой монополизации отраслей могут нести серьезную угрозу ЭБ, но и быть искусственно усилены при слабости механизмов антимонопольной политики.

Группа техногенных и природно-климатических угроз нивелируется методами резервирования «узких мест». Региональные особенности Арктики обуславливают высокие затраты и ряд не типовых технических проблем формирования резервов, что не позволяет задачу резерва отнести к стандартам энергоснабжения влияющим лишь на себестоимость конечных видов энергии. Например, при резервировании срывов навигации и сроков функционирования автозимников, топливо должно храниться с учетом доставки до труднодоступных потребителей не менее 3-х лет, что вызывает значительное ухудшение его качественных характеристик [6].

Таблица 1

Ключевые угрозы энергетической безопасности северных и арктических улусов Республики Саха (Якутия)

Приоритет по вероятности реализации		Сущность угроз	Главные последствия для ЭБ
1. Экономические угрозы			
1	1.1	Рост дисбаланса «цены и себестоимости» энергоснабжения	инициирование угрозы 1.2 инициирование угрозы 1.3 инициирование угрозы 1.4
2	1.2	Острый дефицит бюджетных ресурсов для покрытия дисбаланса «цены и себестоимости»	инициирование угрозы 1.3 снижение уровня жизни населения, отражающееся в снижении стандартов энергоснабжения: роста тарифов, снижения надежности и живучести СЭ и топливоснабжения, ослабления (нарушения) требований экологической безопасности; социальная напряженность;
3	1.3	Финансовая дестабилизация предприятий ТЭК и транспортной системы;	нарушение условий нормального функционирования технологической цепочки энергоснабжения: срыв навигации, дефицит топлива, снижение качества топлива, перебои энергоснабжения; замедление темпов либо прекращение обновления основных фондов, рост темпов износа основных фондов; необходимость повышения бюджетного субсидирования проблемных предприятий;
4	1.4	Рост объемов перекрестного субсидирования в электроэнергетике (до ликвидации механизма перекрестного субсидирования)	Повышение тарифов для потребителей зон централизованного электроснабжения, ускорение перехода крупных потребителей на оптовый рынок по мере формирования технической возможности, рост нагрузки перекрестного субсидирования на других потребителей; снижение конкурентоспособности участвующих в субсидировании потребителей;

			социальная напряженность; необходимость повышения бюджетного субсидирования на покрытие дисбаланса «цены и себестоимости» энергоснабжения.
2. Природно-климатические угрозы			
	2.1	Аномальные морозы	нарушение плановых режимов потребления топлива и как следствие дефицит топлива;
	2.2	Аномальные осадки в зимнее время	нарушение прогнозных (плановых) режимов функционирования автозимников и как следствие нарушение плановых поставок топлива
	2.3	Стихийные бедствия	выход из строя или сопровождаемое снижением производительности (пропускной способности) повреждение энергетической установки, объекта, системы; отключения и ограничения потребителей.
3. Техногенные угрозы			
	3.1	Аварии, взрывы, пожары антропогенно-техногенного происхождения на объектах СЭ	События указанные в составе угрозы 2.3
4. Управленческо-правовые угрозы ЭБ			
	4.1	Неэффективность энергосберегающей политики региона (государства) и слабость механизмов ее реализации	усиление угрозы 1.1
	4.2	Низкий уровень хозяйственного управления на энергетических и транспортных предприятиях.	инициирование угрозы 1.3
	4.3	Низкий уровень правового обеспечения и функционирования механизмов антимонопольной политики и регулирование естественных монополий	усиление угрозы 1.1

Приоритет обеспечения энергетической безопасности для региона Севера существенно выше, чем у регионов с более мягким климатом. Тяжесть последствий нарушения энергоснабжения в зимний период обуславливает необходимость раннего выявления и мониторинга угроз энергетической безопасности для своевременной выработки путей снижения вероятности их реализации.

Анализ агрегированных и поверхностных показателей условий энергоснабжения Республики Саха (Якутия) достаточно четко выявляет серьезные прогрессирующие угрозы энергетической безопасности. Снижение рисков реализации данных угроз возможно только при глубоком изучении их природы.

Список литературы:

1. Энергетическая безопасность России / В.В. Бушуев, Н.И. Воропай, А.М. Мастепанов, Ю.К. Шафраник и др. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1998. – 302 с.
2. Энергетическая безопасность России: проблемы и пути решения / Н. Пяткова [и др.]; отв. ред. Н.И. Воропай, М.Б. Чельцов; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние,

Ин-т систем энергетики им. Л.А. Мелентьева. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. – 198 с.

3. Надежность топливо- и энергоснабжения и живучесть систем энергетики регионов России / Под науч. ред. Н.И. Воропая, А.И. Татаркина; Л.Л. Богатырев [и др.]; - Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та, 2003. – 392 с.

4. Надежность систем энергетики: Проблемы, модели и методы их решения / А.Ф. Дьяков, В.А. Стенников, С.М. Сендеров и др.; отв.ред. Н.И. Воропай. – Новосибирск: Наука, 2014. – 284 с.

5. Захаров. В.Е. Подход к оценке приоритетов инвестиционных проектов при управлении развитием децентрализованных зон энергетической системы региона Севера / Промышленная энергетика. 2016. №4 с. 9-13.

6. Захаров В.Е., Прохоров Д.В., Гаврилов В.Л. Потери энергетической ценности рядового угля при доставке до арктических потребителей Республики Саха (Якутия) / Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2013. №5-6. С. 13-22.

Энергоэффективная усадьба в Арктической зоне России

*Владимиров М.М., магистрант,
Ноговицын И.Д., магистрант,
Парников А.М., магистрант,
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск
E-mail: inogovitsyn@gmail.com*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Иванова А.В.*

В настоящее время разрабатывается множество проектов и технических решений для строительства энергоэффективных домов. Однако вместе со строительством новых домов необходимо модернизировать и оптимизировать существующие, для достижения наиболее глобального эффекта по снижению потребления энергетических ресурсов страной [1]. Так же стоит учитывать, что здания и сооружения, расположенные на Крайнем Севере, или территориях приравненных к ним, обладают наибольшим потенциалом энергосбережения. Но, к сожалению, оптимизация энергопотребления зданий и сооружений в данных условиях на данный момент мало изучена.

В связи с вышесказанным, нами поставлена цель: разработать проект энергоэффективной усадьбы в Арктической зоне России.

Для достижения данной цели поставлены следующие задачи:

1. Разработать проект энергоэффективной усадьбы в Арктической зоне России;
2. Подобрать наиболее оптимальный и экономически обоснованный солнечный коллектор и определить период его эффективной эксплуатации в течение года для отопления ИЖД в заданных условиях;
3. Произвести расчет необходимых размеров теплового насоса «земля-вода» и рассчитать эффективность его использования для отопления ИЖД в заданных условиях;

Результаты произведенных расчетов могут быть использованы при проведении оптимизации энергопотребления существующих зданий и сооружений. Данные мероприятия могут внедряться в рамках энергосервисных контрактов государственным и муниципальным предприятиям. Таким образом, целевая аудитория данного проекта обширна: от частных лиц, желающих оптимизировать свой дом, до государства в целом, для ускорения достижения поставленной цели – сокращение энергоемкости отечественной экономики на 40%.

В данном проекте рассматривается 2-х этажный ИЖД, расположенный в г. Якутск, Республика Саха (Якутия). Расчетные параметры наружного воздуха приняты по таблице 3.1 СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».

Для определения необходимой тепловой нагрузки в соответствии с СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» произведен расчет тепловых потерь данного дома. Для расчетного периода данное значение составило $Q=18,09$ кВт.

Подбор солнечного коллектора и определение период его эффективной эксплуатации в течение года для отопления ИЖД в заданных условиях

Для расчета периода эффективной эксплуатации солнечного коллектора, необходимо определить значение суммарной солнечной радиации. Данные значения принимаем по таблице 8.1 СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». Занесем значения в таблицу 1.

Таблица 1

Значение суммарной солнечной радиации, кВт*ч/м²

Месяц	Солн. рад	Месяц	Солн. рад	Месяц	Солн. рад	Месяц	Солн. рад
Январь	14,5	Апрель	166,5	Июль	238	Октябрь	53
Февраль	42	Май	229,5	Август	180,5	Ноябрь	39
Март	113	Июнь	242	Сентябрь	118,5	Декабрь	13

Подберем наиболее подходящий солнечный коллектор. Рассмотрим 7 вариантов. Во всех коллекторах используются одинаковые трубки типа «U». Длина трубки 2,1 м., диаметр 0,058 м. КПД примем 80%.

Тепловая мощность коллектора представляет собой произведение суммарной солнечной радиации данного месяца, поглощающей площади коллектора и КПД. Определим тепловую мощность каждого из коллекторов по месяцам. Результаты занесем в таблицу 2.

Таблица 2

Тепловая мощность коллекторов

Месяц	Номер коллектора/ Тепловая мощность, Вт*ч						
	1	2	3	4	5	6	7
Январь	28,25	84,77	113,03	169,54	226,06	339,09	847,72
Февраль	81,84	245,54	327,39	491,09	654,79	982,19	2455,48
Март	220,21	660,64	880,85	1321,28	1761,71	2642,57	6606,43
Апрель	324,47	973,42	1297,9	1946,85	2595,8	3893,7	9734,25
Май	447,24	1341,74	1788,99	2683,49	3577,99	5366,99	13417,48
Сентябрь	230,93	692,79	923,73	1385,59	1847,46	2771,19	6927,98
Октябрь	103,28	309,85	413,14	619,71	826,29	1239,43	3098,59
Ноябрь	76	228	304,01	456,01	608,02	912,03	2280,09
Декабрь	25,33	76	101,33	152	202,67	304,01	760,03

Для наиболее наглядного получения представления о зависимости тепловой мощности каждого из коллекторов от месяца года, представим результаты в виде графика. На оси абсцисс представлены месяцы года, на оси ординат – тепловая мощность, Вт.

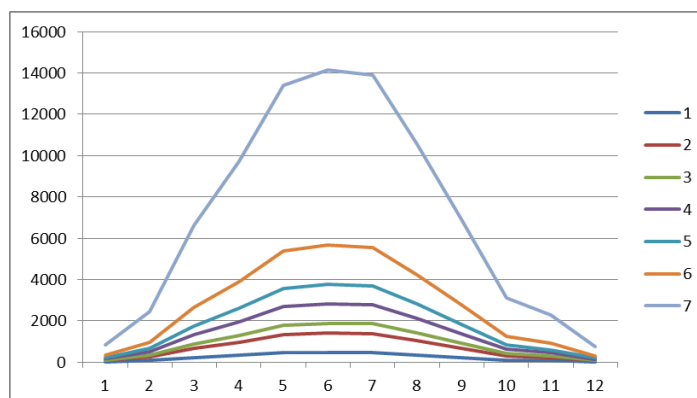


Рис. 1. График зависимости тепловой мощности коллектора от времени года

Проанализировав полученные данные, можно выделить 2 наиболее подходящих солнечных коллектора: коллектор №2 и коллектор №3. Первый в мае покрывает потребность в тепловой энергии на 98,4%, в сентябре – на 39,4%. Вторым из перечисленных в мае – на 131,2%, в сентябре – на 52,5%. Остальные не рассматриваются, так как с учетом их стоимости экономически не обоснованы. Возможно, использование коллектора №2 вместе с тепловым насосом будет более обосновано. Поэтому, рассмотрим использование теплового насоса.

Подбор теплового насоса «земля-вода» и определение периода его эффективной эксплуатации в течение года для отопления ИЖД

Подберем наиболее подходящий тепловой насос. Тепловой насос типа «земля-вода» с рабочей жидкостью «рассол». Марка теплового насоса BWS-1. Рассмотрим 5 различных вариантов исполнения теплового насоса.

Учитывая практически постоянную температуру грунта, данные значения справедливы для всего года. Предполагается, что выбранный тепловой насос будет использован вкуче с солнечным коллектором для отопления ИЖД в период с апреля по октябрь, а также для подогрева воды системы горячего водоснабжения дома (ГВС). Наибольшая недостача мощности среди этих месяцев наблюдается в октябре, и составляет 5,386 кВт. В случае, если подбираемый тепловой насос сможет обеспечить данное количество тепловой энергии, то можно будет сделать вывод, что он обеспечит недостающую солнечному коллектору мощность для 100%-ого покрытия потребности системы отопления в период с апреля по октябрь.

Необходимая максимальная тепловая мощность теплового насоса рассчитывается по следующей формуле:

$$Q_{WP} = (Q_G + Q_{WW}) \times Z \quad (1)$$

где Q_{WP} – необходимая макс. мощность теплового насоса;

Q_G – отопительная нагрузка здания. Принимаем равным 5,386 кВт;

Q_{WW} – потребляемая мощность для водоподготовки. Принимаем равным 1 кВт (0,25 кВт/чел*4(человек в семье))

Z – фактор блокировки времени. Принимаем равным 1,1.

Подставив вышеуказанные значения в формулу (1), вычислили максимальную тепловую мощность теплового насоса $Q_{WP}=7.025$ кВт.

Наиболее подходящим тепловым насосом является BWS-1-8, с мощностью охлаждения 6,6 кВт. В таком случае для нужд системы отопления остается 5,6 кВт энергии.

Рассчитаем, количество тепловой энергии, вырабатываемой солнечным коллектором и тепловым насосом вместе, и сравним с необходимым количеством тепловой энергии для нужд системы отопления по месяцам. Результаты сравнения представлены в таблице 3.

Таблица 3

Тепловой баланс

Месяц	Необх. кол-во тепл. энергии для системы отопления, Вт	Кол-во тепловой энергии солн. коллектора, Вт	Кол-во тепловой энергии тепл. насоса, Вт	Суммарное кол-во тепловой энергии, Вт	% от необходимого кол-ва энергии, %
январь	14643,01	84,77	5600	5684,77	38,82241424
февраль	13340,58	245,54	5600	5845,54	43,81773506
март	9320,01	660,64	5600	6260,64	67,17417685
апрель	4903,05	973,42	5600	6573,42	134,0679781
май	1363,82	1341,74	5600	6941,74	508,992389
июнь	-1127,8	1414,82	5600	7014,82	-621,9914879
июль	-1977,21	1391,44	5600	6991,44	-353,6012867
август	-844,66	1055,27	5600	6655,27	-787,9229512
сентябрь	1760,22	692,79	5600	6292,79	357,5001988
октябрь	5695,84	309,85	5600	5909,85	103,7573036
ноябрь	11415,24	228	5600	5828	51,05455514
декабрь	14218,31	76	5600	5676	39,92035622

В таблице 3 зеленым цветом выделены месяцы, в которых потребность системы отопления в тепловой энергии покрыта на 100%. Желтым – потребность покрыта от 50% до 99%. Красным – покрыто менее 49% потребности ИЖД в тепловой энергии. Июнь, июль, август – не отопительные месяцы (выделены серым цветом).

Проанализировав полученные данные, можно установить, что в период с декабря по февраль использование альтернативных источников энергии не оправдано. В месяцы март, апрель и ноябрь ввиду относительно небольшой эффективности солнечного коллектора, и достаточной мощности теплового насоса, в использовании солнечного коллектора нет необходимости. При этом в марте и ноябре тепловой насос работает в бивалентном альтернативном режиме, т.е. второй теплогенератор (газовый котел) включается, если тепловой насос не справляется. В период с мая по август тепловой насос не используется.

По результатам выполненной работы можно сделать вывод, что использование альтернативных источников тепловой энергии является оправданным. Повсеместное внедрение вышеописанных энергосберегающих мероприятий позволит в первую очередь снизить потребление энергетических ресурсов Россией. Помимо этого, пользователи, установившие в своем доме такие системы, смогут значительно сэкономить на оплате коммунальных расходов, что окажет положительное влияние на

повышение уровня и качества жизни граждан Российской Федерации, и улучшение имиджа страны как идущей в ногу со временем. Помимо всего вышесказанного, уменьшение потребления природного газа означает снижение выбросов диоксида азота, оксида углерода, бензапирена и иных веществ, выделяющихся при сжигании природного газа. Данный факт окажет положительное влияние на экологию Земли.

Список литературы:

1. Генцлер И.В., Петрова Е.Ф. Сиваев С.Б. Энергосбережение в многоквартирном доме. – Тверь: Научная книга, 2009. – 130 с. – ISBN 978-5-904380-08-9.
2. Свод правил 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. – М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2012.
3. Свод правил 131.13330.2012 Строительная климатология. – М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2012.

Емкостной отбор мощности от высоковольтных линий электропередачи

*Рожина М.А., аспирант,
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск
E-mail: djmik_90@bk.ru*

*Научный руководитель:
д.т.н., профессор Бурянина Н.С.*

Проблемы энергетики республики Саха (Якутии) обусловлены ее территорией и не заселенностью. Располагая шестой частью территории России, Республика имеет всего около миллиона населения. Якутия разделяется на 4 энергорайона – это Центральный энергорайона, Западный энергорайон, Южно-Якутский энергорайон и Северный энергорайон. В этих четырех энергорайонах проживает более 900 тысяч человек.

Северный энергорайон, который занимает 2/3 территории всей республики (2,2 млн. км²). Общая установленная мощность – 184,9 МВт (электроэнергия) и 92,4 Гкал/ч (теплоэнергия). Основными источниками являются дизельные электростанции, но, кроме этого есть 8 солнечных электростанций и 2 ветроэнергетических установки. Из-за большого количества ДЭС остро стоит проблема завоза топлива, и соответственно высока себестоимость электроэнергии.

Все энергорайоны к настоящему времени не связаны между собой электрическими сетями. Сейчас ведется строительство крупных межсистемных ЛЭП: ВЛ-220 кВ «Чернышевский–Мирный–Ленск–Пеледуй» и ВЛ-220 кВ «Нижний Куранах–Томмот–Майя», которые позволят соединить разрозненные энергорайоны в единую энергосистему.

В перспективе следует учитывать также и связь Якутских электрических сетей с Магаданскими.

В связи с выше изложенным можно сказать, что из-за слабой заселенностью территории Республики. Линии электропередачи 110 – 220 кВ прокладываются вдоль дорог, на которых имеются населенные пункты из нескольких домов, геологические

партии, сельскохозяйственные угодья и лесоперерабатывающие станции. Строить подстанции с трансформаторами с учетом их эксплуатации экономически не целесообразно. Поэтому такие населенные пункты снабжаются электроэнергией от малых дизельных генераторов. Квалифицированного обслуживания, как правило, нет. Поэтому часты отключения.

Сложная инфраструктура и транспортная схема завоза топлива; большая протяженность и загруженность линий электропередач, резко-континентальный климат с перепадами температур от -50°C до $+45^{\circ}\text{C}$ – все эти факторы негативно сказываются на качестве электроэнергии. Высока вероятность аварий из-за ненадежности работы электрических сетей.

Альтернативным решением проблемы электроснабжения без строительства мощных трансформаторных подстанций и использования дизельных генераторов является емкостной отбор мощности от линии электропередачи.

Емкостным отборам больших мощностей посвящены работы как в России (СибНИИЭ [1,3,5], Института физико-технических проблем Севера СО РАН [6–10]), [4,8 – 10], так и за рубежом [12 – 13].

Существует несколько вариантов емкостного отбора мощности. Классическая схема емкостного отбора изображена на рис. 1 [1,14]. Цепь из последовательно включенных емкостей является делителем напряжения. Если к линии 110 кВ включить шесть емкостей, то на последней от линии емкости будет напряжение 10 кВ. Это напряжение является стандартным для трансформаторов 10/0,4 кВ.

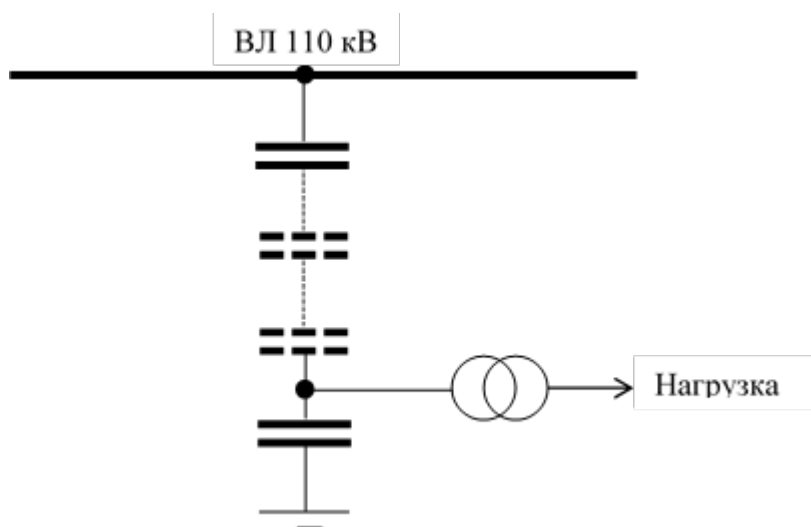


Рис. 1. Классическая схема емкостного отбора мощности

Величина отбираемой мощности от емкостного отбора зависит от мощности конденсаторов. При высоком напряжении первичной обмотки трансформатора отбора, равном 10 кВ, номинальное напряжение конденсаторов тоже должно быть 10 кВ. Минимальная мощность отечественных конденсаторов на такое напряжение составляет 50 кВАр.

Соответственно и мощность отбора должна быть того же порядка. Если же мощность отбора на порядок меньше, использование описанных схем с точки зрения экономики нецелесообразно.

В связи с выше изложенным можно сказать, что в районах Север-Востока РФ целесообразно выполнять отборы малых мощностей от линий электропередачи 110 –

220 кВ для электроснабжения небольших жилищных объектов, временных горно-геологических партий и баз, пунктов питания сотовой связи и др.

Для этой цели рекомендуется выполнять емкостные отборы мощности, причем емкости включать на напряжение 0,4 кВ к обмоткам низкого напряжения однофазных трансформаторов, обмотки высокого напряжения которых включать последовательно в цепь между фазными проводами линии электропередачи и «землей».

Необходимые уровни напряжения обеспечиваются компенсацией реактивной мощности нагрузки.

Список литературы:

1. Щербаков В.К. Промежуточный отбор мощности в настроенных на полуволну электропередачах последовательно включенными трансформаторами. Известия СО РАН СССР, 11, 1960.

2. Баркан Я.Д. Автоматизация режимов по напряжению и реактивной мощности / Я.Д. Баркан – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 160 с.

3. Кобылин А.В. Промежуточный отбор мощности из полуволновой электропередачи / А.В. Кобылин, Г.И. Самородов, С.М. Зильберман, В.П. Кобылин и др. // Электричество. – 2015. – № 6. – С. 4-11

4. Кобылин В.П. Повышение эксплуатационной надежности электросетевого хозяйства на Севере / В.П. Кобылин – Новосибирск: Наука, 2006. – 223 с.

5. Воропай Н.И. Формирование электрических сетей Республики Саха (Якутия) с учетом развития электроэнергетических центров Востока России / Н.И. Воропай, Г.И. Самородов, В.П. Кобылин, В.А. Седалищев, Р.П. Ли-Фир-Су, А.В. Кобылин // Энергетическая политика. – 2011. – Выпуск 5. – С. 49-59.

6. Samorodov G. Assessment of Impact of Export Transmission System Forced Outages on Power System Reliability / G. Samorodov, T. Krasilnikova, S. Zil-berman, V. Kobylin, A. Drujinin // Asian Energy Cooperation: Mechanisms, Risks, Barries // Proceedings of the International Conference (June 27-29, 2006, Yakutsk, Russia); Edited by N.I. Voropai and D.N. Efimov. Irkutsk: Energy System Institute, 2007. – P. 188-195.

7. Устройство отбора мощности из линии электропередачи [Текст]: пат. 2559024 Рос. Федерации: МПК H02J 3/04 / Кобылин А.В., Кобылин В.П., Королюк Ю.Ф., Лебедев М.П., Бурянина Н.С., Лесных Е.В., Хоютанов А.М., Ли-Фир-Су Р.П., Седалищев В.А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-технических проблем Севера имени В.П. Ларионова СО РАН (RU). - №2014117828/07; заявл. 29.04.2014; опубл. 10.08.2015, Бюл. № 22.

8. Кобылин А.В. Способы отбора мощности от линии электропередачи полуволнового типа и стабилизации напряжения на промежуточной подстанции линии отбора (сценарий на примере связи Усть-Илимской ГЭС - Колымская ГЭС) // Труды VI евразийского симпозиума по проблемам прочности материалов и машин для регионов холодного климата, 24-29 июня 2013 г. г. Якутск. Т. 5. 2013, (№ гос. регистрации 0321304634). – С. 54.

9. Кобылин А.В. Повышение надежности, живучести и эффективности самокомпенсирующейся линии с промежуточным отбором мощности в составе энергообъединения Восточной Сибири, Якутии и Дальнего Востока / А.В. Кобылин, А.М. Хоютанов, В.П. Кобылин и др. // «Наука и образование», научный журнал № 1 (73) 2014. – Якутск: Изд-во Сфера, 2014. – С. 54-58.

10. Устройство отбора мощности из магистральной линии электропередачи: пат. 2559805 Рос. Федерации: МПК Н 02J 3/06/ Кобылин А.В., Кобылин В.П., Лебедев М.П., Ли-Фир-Су Р.П., Васильев П.Ф., Афанасьев Д.Е., Седалищев В.А., Давыдов Г.И.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-технических проблем Севера имени В.П. Ларионова СО РАН (RU). - №2014114749/07; заявл. 14.04.2014; опубл. 10.08.2015, Бюл. № 22.

11. Булашевич Д.Н., Юренков В.Д. Емкостной отбор мощности от линии электропередачи. – М. Госэнергоиздат, 1959, 136 с.

12. Felix, F.Wu, Shutu, Fu. China's Future in Electric Energy / Felix F.Wu, Shutu Fu // IEEE Power and Energy. – 2005. – July/August. – Vol. 3. – № 4.

13. Edris, A. FACTS Technology Development: An Update / A. Edris // IEEE power engineering review. – 2000. – № 3. – P. 4-15.

14. Устройство емкостного отбора мощности от линии электропередачи [Текст]: пат. 2594890 Рос. Федерации: МПК Н02J 3/04/ Королюк Ю.Ф., Бурянина Н.С., Лесных Е.В., Рожина М.А.; заявители и патентообладатели: Королюк Ю.Ф., Бурянина Н.С., Лесных Е.В. - №2015110388/07; заявл. 23.03.2015; опубл. 20.08.2016, Бюл. № 23.

Критерии системного подхода к энергосбережению в зданиях Республики Саха (Якутия)

*Семенов К.Ю., Слепцов В.В., Сосина С.А., магистранты,
Иванова А.В., к.т.н., доцент,
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск*

В статье поднимается вопрос системного подхода к энергосбережению и повышению энергоэффективности в зданиях Республики Саха (Якутия). Основное содержание исследования составляет анализ проблем энергосбережения и энергоэффективности в нашем регионе. Рассмотрен и изучен комплекс мероприятий по повышению энергосбережения и энергоэффективности.

This article is about energy saving and increasing of energy efficiency in buildings of the Sakha Republic. The main content of the research is analysis of energy saving problems and energy efficiency in our region. In the article we study different measures of increasing of energy saving and efficiency.

Основная причина высокой энергоемкости отечественных зданий и сооружений кроется в отсутствии системного подхода при проектировании, строительстве и последующей эксплуатации. На первом этапе закладываются все основные параметры здания, в том числе и энергетические. На остальных этапах эти параметры, как правило, только ухудшаются. При этом на стадии эксплуатации проявляются все последствия ошибок в проекте и строительстве.

Нормативно-законодательная база строительства, существующая в России до 1995 г., имела ряд пробелов, к которым можно причислить недостаточные требования к теплозащитным качествам ограждающих конструкций: ориентацию на массовое изготовление энергоемких железобетонных конструкций, недооценку влияния

конструктивных и архитектурно-планировочных решений на экономию энергии в зданиях.

Недостаток данных о полной энергоэффективности инженерных решений в строительном комплексе Республики Саха (Якутия) приводит зачастую к принятию неэффективных для нашего региона проектных вариантов зданий и сооружений.

В практике экономически развитых стран принято определять энергоёмкость строительной продукции по «всеобъемлющей энергии». Это понятие предполагает учет полных затрат ТЭР на добычу, производство и транспортировку энергоресурсов, производство строительных материалов и конструкций, строительные работы и утилизацию материалов. Такой подход дает возможность при проектировании зданий выбирать действительно менее энергоёмкие материалы, конструкции и технологии.

Вместе с этим согласно приказу Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 6 июня 2016 г. № 399/пр «Об утверждении правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» с 2016 года строительство зданий класса энергоэффективности которых ниже «В» запрещено [1].

В процессе эксплуатации здания расходуется до 90 % энергоресурсов, потребляемых в процессе всего его жизненного цикла. При строительстве зданий потребляется 2 % энергоресурсов, при изготовлении строительных материалов и конструкций — около 8 % [2]. Однако функции жилищно-коммунальных подразделений в управлении энергосбережением сегодня ограничены лимитами финансовых и материальных средств и отсутствием экономических регуляторов. Вследствие этого ЖКХ осуществляет только управление качеством использования энергоносителей в системах инженерного обеспечения микроклимата зданий. Основной целью при этом является содержание этих систем в рабочем состоянии, что только косвенно влияет на сбережение энергоносителей.

В топливно-энергетическом комплексе формируется предложение энергоресурсов. Его объемы связаны с добычей, производством, преобразованием и распределением энергетических ресурсов конечным потребителям. ТЭК может влиять на качественные характеристики распределяемых энергоносителей и на уровень их спроса, а также осуществлять замену одних видов энергоресурсов другими, воздействуя тем самым на изменение динамики энергосбережения у потребителей.

Недвижимость в Якутии остается одной из самых дорогих в стране. Согласно таблице 1 средние цены по Республике Саха (Якутия) за 1 квадратный метр жилья на первичном рынке жилой недвижимости составили в первом полугодии 2016 года 71 913 тысяч рублей [3].

Таблица 1

Рост цен за 1 квадратный метр жилья

	2011г.	2012г.	2013г.	2014г.	2015г.	1 кв.2016г.
Типовые квартиры, руб/1 кв.м.	46 826	47 210	55 244	68 817	71 608	71 913
Темп роста цен, в % к предыдущему году	1,8 %	0,8%	17,0%	24,6%	4,2%	1,1%

По данным Министерства архитектуры и строительного комплекса Республики Саха (Якутия) на стоимость квадратного метра влияют следующие факторы:

1) Строительство на вечномёрзлых грунтах. Затраты на свайный фундамент занимают значительную долю (до 20%) в структуре цены на квадратный метр жилья. Кроме того, необходимый временной промежуток "от возведения нулевого цикла здания — до загрузки фундамента" значительно увеличивает строительный цикл в Якутии. А чем дольше строительный цикл, тем больше влияние инфляционных процессов на затраты по строительству здания (ежеквартальная индексация цен) и финансово-хозяйственную деятельность строительных организаций.

2) Короткий строительный сезон. Если в центральной и средней полосе России строительство объектов может вестись практически круглый год, то в Якутии активная фаза строительства составляет всего 6-7 месяцев.

3) Транспортная логистика. Организация поставки стройматериалов и перевозки спецтехники должна учитывать сезонные сроки речной навигации, действия автотрасс и периода распутицы [3].

Применение энергоэффективных мероприятий при строительстве зданий и сооружений на территории РС (Я) во многом отличается от строительства, например, на центральной России. Основной проблемой является высокая энергоёмкость экономики республики, что обусловлена ее климатическими особенностями. Сложность жизнеобеспечения населения республики связана не только с суровым климатом, но и с большой территорией. Слабая транспортная инфраструктура, непостоянность завоза основных грузов накладывают дополнительные расходы в энергообеспечении Республики Саха (Якутия). В связи с этим в регионе характерна сложность применения инновационных и современных видов строительных конструкций.

На данный момент построен целый энергоэффективный квартал в городском округе Жатай из 10 многоквартирных домов. При строительстве двух больших 80-квартирников, использовали энергосберегающие технологии по климатическим требованиям региона: усилена теплоизоляция цокольного и чердачного перекрытий, установлены общедомовая вытяжная система вентиляции с рекуперацией (нагревание входящего воздуха за счет выходящего) тепла, стеклопакеты с энергосберегающими свойствами, индивидуальные тепловые пункты с автоматическим погодным регулированием [4].

Вода для горячего водоснабжения автономно нагревается от двух источников: вакуумных гелиевых солнечных нагревателей и конденсационного котла. На лестничных клетках и в коридорах — светодиодные светильники с датчиками движения и освещённости.

Как отмечают эксперты, наилучших экономических показателей не только по стоимости, но и энергетической эффективности позволяет добиться именно комплексное строительство подобных домов.

Наблюдаемый рост цен на первичные энергоресурсы в связи с истощением их запасов и усложнением условий добычи является естественным стимулом реализации принципов энергосбережения во всех звеньях топливно-энергетического комплекса. Важным элементом энергосберегающей политики является использование возобновляемых (нетрадиционных) источников энергии. Сюда прежде всего относят солнечное излучение, энергию ветра, малых рек, приливов, биомассы, геотермальные источники.

Согласно Федеральному закону от 23.11.2009г. №261 "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные

законодательные акты Российской Федерации" в зданиях обязательно проведение энергоаудита [5]. Энергетический паспорт - важнейший документ, который содержит необходимый и достаточный объем показателей, который позволяет проверить соответствие проектных показателей проектируемого здания нормативным требованиям. В паспорте определяется потенциал энергосбережения и увеличения энергоэффективности, а также в целях достижения максимального эффекта разрабатываются меры по энергосбережению и повышению энергоэффективности с комплексным подходом.

На сегодняшний день в жилищно-коммунальном секторе существует большое количество мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности:

–система отопления: установка приборов учета, установка АИТП, улучшение тепловой изоляции ограждающих конструкций здания и т.д.

–система освещения и электроснабжения: переход на светодиодные источники освещения, применение энергоэффективной пускорегулирующей аппаратуры и т.д.

–система водоснабжения: оснащение счетчиками расхода воды, применение экономичной водоразборной арматуры и т.д.

–системы вентиляции и кондиционирования: применение устройств автоматического регулирования и управления установками в зависимости от температуры наружного воздуха и т.д.

В зданиях люкс и бизнес класса набирают популярность "Автоматизированная система диспетчерского управления", так как сегодня дома выполняют гораздо больше функций, нежели просто обеспечение людей жильем, предоставляют целый ряд различных дополнительных услуг [6].

Оценивая эффективность принимаемых решений и мероприятий по энергосбережению, необходимо выйти за привычные рамки оценки, основанной на том, что окупаемость проекта определяется сэкономленными средствами потребителя на оплату потребляемых ресурсов. Эффективность мероприятия имеет гораздо более широкий горизонт оценки, суммирующий эффекты, получаемые на всех этапах технологического цикла производства, транспорта и потребления энергоресурсов.

Здания и сооружения создаются в течение длительного периода и отражают технические возможности своей эпохи, стандарты комфорта, теплотехнические и энергетические критерии. Но на сегодняшний день наши здания не отвечают реалиям современного мира.

Список литературы:

1. Об утверждении правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов: приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 06.06.2016 года №399/пр // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. – №36-2016.

2. Голованова Л.А. Управление энергосбережением при проектировании и строительстве зданий: Дис.канд. экон. наук. – Хабаровск: Хабар. гос. техн. ун-т, 2000. – ст. 205.

3. Рынок недвижимости экономкласса в Якутии: высокий спрос стимулирует строительство [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://yakutiamedia.ru/news/521149/>(дата обращения: 05.03.17).

4. Ноев В.Н. Проблемы и задачи энергосбережения в Республике Саха (Якутия) // Энергосбережение. №4-2003.

5. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 23.11.2009 года №261 // Собрание законодательств РФ. – 2009. – №48. – ст.5711.

6. Лигун Л.Е. Автоматизированная система диспетчерского управления жилым комплексом // Журнал «АВОК» №3-2005.

7. Ковальчук В.В. Об оптимизации подходов к энергосбережению // Журнал «АВОК» №1-2009.

Теплоснабжение в Республике Саха (Якутия): особенности и векторы развития

*Старостина А.Е., ведущий инженер,
Павлов Н.В., научный сотрудник,
Институт физико-технических проблем Севера
им. В.П. Ларионова СО РАН, г. Якутск,
E-mail: pavlov_nv@iptpn.ysn.ru*

Теплоснабжение потребителей имеет высокую экономическую и социальную значимость. При этом суровые климатические условия накладывают повышенные требования к надежности и экономичности систем теплоснабжения [1]. На рисунке отображена существующая на данный момент картина отображающая теплопотребление в РС(Я) на душу населения (рисунок 1). Высокое теплопотребление отмечается в северной группе районов, из 14 районов в 8 теплопотребление на душу населения выше 14 Гкал/чел, в остальных районах свыше 11 Гкал/ч, исключая Эвено-Бытантайский национальный улус, в котором теплопотребление составило 9,3 Гкал/чел. В центральной, южной и западной группе районов характерно низкое теплопотребление на душу населения, из 21 районов в 15 теплопотребление ниже 10 Гкал/чел. Исключение составляют крупные промышленные районы Мирнинский и Нерюнгринский, в которых теплопотребление превышает 17 Гкал/чел.

Система теплоснабжения Республики характеризуется высокой степенью износа оборудования источников тепловой энергии и тепловых сетей, низкой эффективностью и надежностью, неудовлетворительным уровнем комфорта в зданиях, высоких потерях тепловой энергии, сложностью доставки топлива, ненормативными потерями топлива при транспортировке, низкой надежностью теплоснабжения, а также низкой степенью использования установленной мощности, что показывает, с одной стороны, высокую степень резервирования источников теплоснабжения, а с другой, – неэффективность использования оборудования [2,3,4].

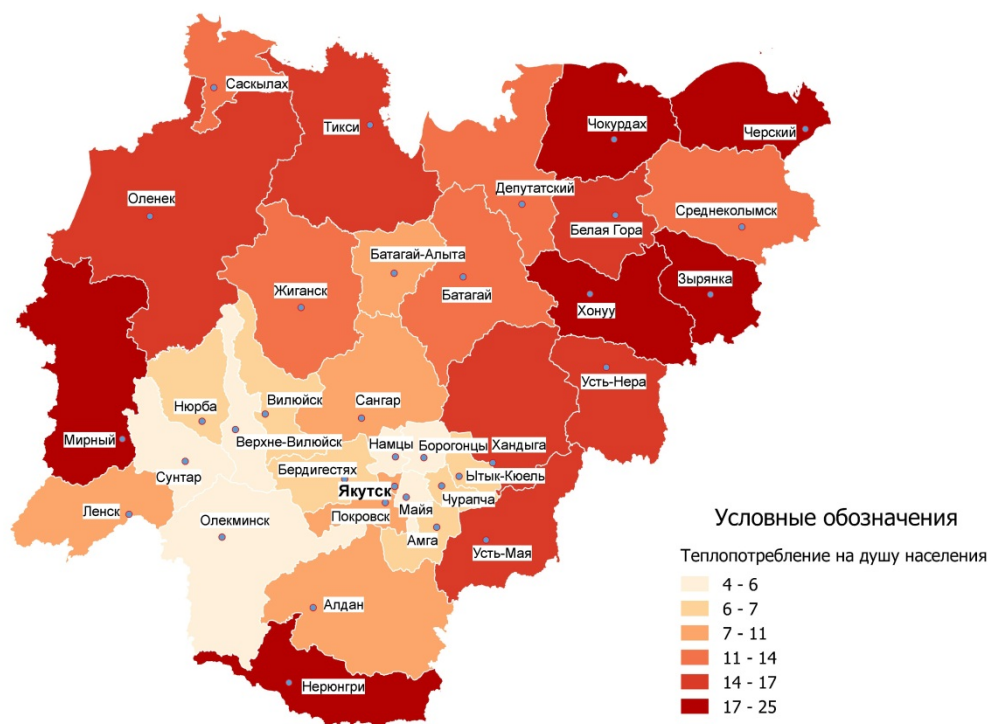


Рис. 1. Теплопотребление на душу населения в Республике Саха (Якутия)

Протяженность тепловых сетей в Республике в 2015 г. составила 3,91 тыс. км, причем 82 % из них распределительные сети диаметром до 200 мм. Согласно статистическим данным износ тепловых сетей в 2015 г. не превысил 24,9%, в действительности фактический уровень износа значительно выше. Основная доля эксплуатируемых тепловых сетей (около 65%) принадлежит АО «Теплоэнергосервис» и ГУП «ЖКХ РС (Я)», обеспечивающим теплоснабжение потребителей в различных районах Республики. По данным ГУП «ЖКХ РС (Я)», в ведении которого находится более трети тепловых сетей Республики, их износ составляет 57%.

Прокладка тепловых трасс во многих районах Республики надземная, тепловая изоляция трубопроводов выполнена минватой, теплоизоляционными полотнами ПСХТ. Изоляция на некоторых участках находится в неудовлетворительном состоянии, что приводит к дополнительным тепловым потерям в сетях. Количество участков тепловых трасс, не утепленных надлежащим образом, составляет по различным оценкам 40 до 60%. Деревянные короба, в которые уложены некоторые трубопроводы с изоляцией из древесной стружки, подвергаются воздействию атмосферных осадков, что является негативным фактором.

В связи с отсутствием достоверной информации о размещении источников теплоснабжения на промплощадках остается невозможным оценить примерную протяженность тепловых сетей в период до 2020 г. Согласно принятым инвестиционным программам развития основных предприятий коммунального сектора в период с 2016 по 2020 гг. строительство новых тепловых сетей не превысит 40 км, модернизация существующих тепловых сетей – 511,0 км. В соответствии с представленной динамикой замены тепловых сетей уровень износа останется практически неизменным.

К 2030 г. рост теплотребления в г. Якутске составит около 61,6 %, при этом он будет обеспечиваться за счет увеличения жилищного (рост около 70%) и общественного фонда, а также ростом численности населения [4]. Значительный объем ввода жилой площади в городе планируется в зоне теплоснабжения ЯГРЭС-1. Для покрытия дефицита тепловой мощности, в связи с предполагаемым приростом нагрузки и выводом мощностей ЯГРЭС-1, к 2017 г. необходим ввод дополнительной тепловой мощности в объеме 300 Гкал/ч в узле ЯГРЭС-1 (пиковой котельной).

Ввод в эксплуатацию мощностей ЯГРЭС-2 планируется осуществить в два этапа, при этом в 2017 г. предполагается ввод 469 Гкал/ч., а в 2019 г. тепловая мощность станции составит 574 Гкал/ч.

Тепловую мощность ЯГРЭС-2 составят семь водогрейных котлов-утилизаторов (КУВ) единичной мощностью 42,9 Гкал/ч., а также три водогрейных пиковых котла единичной мощностью 100 Гкал/ч.

При увеличении тепловой мощности вновь вводимой Якутской ГРЭС-2 появляется возможность закрытия неэффективных котельных в зоне обслуживания станции. В связи с размещением Якутской ГРЭС-2 отдаленно от существующих электростанций предполагается строительство магистральных тепловых сетей.

Строительство мини-ТЭЦ на угле является альтернативой для децентрализованных районов, расположенных вдоль водных путей, что сокращает затраты на доставку топлива и, тем самым, себестоимость производства электрической и тепловой энергии [5]. В настоящее время ведется строительство мини-ТЭЦ на угле в п. Зырянка. В 2015 г. объявлен аукцион по общестроительным работам главного корпуса и топливоподачи. Ввод в эксплуатацию этой станции установленной тепловой мощностью 25 Гкал/ч предполагается в 2017 г.

Наличие природного газа в топливном балансе Республики предполагает возможность строительства газотурбинных станций или переоборудование в станции котельных путем газотурбинной надстройки. Строительство ГТУ-ТЭЦ может быть целесообразным в крупных поселках, расположенных вдоль трассы газопровода, в электроизолированных районах. Кроме того, можно рассмотреть сооружение распределенной генерации энергии у конечных потребителей распределительных электрических сетей для повышения надежности энергоснабжения. Целесообразность переоборудования котельных в ГТУ-ТЭЦ требует детальной проработки, а также будет зависеть от удаленности населенного пункта от газопровода, включения поселка в программу газификации, наличия электрических сетей, существующих электрических и тепловых нагрузок потребителей. В рассматриваемый период на территории Республики планируется разработка новых и расширение добычных возможностей существующих нефтегазовых месторождений. В связи с этим потребуются строительство и расширение крупных источников энергоснабжения на Чаяндинском и Среднеботуобинском НГКМ.

В период до 2020 г. при разработке Эльгинского угольного месторождения будут введены крупные объекты энергоснабжения. Проектом освоения месторождения для обеспечения надежного теплоснабжения промышленного производства планируется ввод в эксплуатацию котельной. В котельной устанавливаются 3 водогрейных котла теплопроизводительностью по 30 Гкал/ч каждый и 2 паровых котла теплопроизводительностью по 15 т/ч пара каждый. Суммарная установленная тепловая мощность составит 107 Гкал/ч.

Расширение существующих и разработка новых месторождений полезных ископаемых потребует также ввода в эксплуатацию новых промышленных котельных. В Южно-Якутском энергорайоне в рассматриваемый период планируется развитие крупных промышленных производств в связи с расположением в непосредственной близости угольных разрезов, теплоснабжение данных промышленных объектов предполагается осуществлять на базе угольных котельных. Теплоснабжение промышленных объектов, расположенных в децентрализованной зоне электроснабжения, будет обеспечено за счет установки котлов-утилизаторов на дизельные электростанции. Это связано с отдаленным расположением данных промышленных объектов, а также со сравнительно невысоким уровнем теплопотребления данного вида промышленных производств.

Основные специфические особенности в сфере теплоснабжения Республики Саха (Якутия):

1. Неудовлетворительный технический уровень, обусловленный недостаточной оснащенностью автоматикой, системами учета и регулирования. Устаревшие технические решения не позволяют эффективно транспортировать и использовать тепловую энергию, что приводит: к огромным перерасходам топлива и энергии; частым авариям; чрезмерно высоким издержкам в системах теплоснабжения.

2. Низкий уровень оснащения централизованным теплоснабжением. В большинстве районов отсутствует возможность по предоставлению услуг централизованного теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения, что негативно отражается на качестве жизни населения [1].

3. Высокая степень износа жилищного фонда. Удельный расход тепловой энергии на отопление жилых зданий характеризуется широким диапазоном разброса значений показателя. Высокий уровень расхода тепла связан со значительным износом жилого фонда. Республика входит в число регионов Российской Федерации с наибольшей удельной долей ветхого и аварийного жилья – 16,6 %. Одной из причин этого является то, что почти две трети жилищного фонда республики составляют деревянные дома (около 60 % от общей площади).

4. Значительный износ оборудования и тепловых сетей в связи с несвоевременным их ремонтом и заменой. Потери в тепловых сетях продолжают возрастать, в среднем по Республике Саха (Якутия) в 2015 г. они составили 24,9 %, в ряде районов Республики уровень потерь достигает порядка 40 % (Алданский, Усть-Янский и т.д.). Все это свидетельствует о том, что теплосетевое хозяйство Республики требует особого внимания и значительных капиталовложений в модернизацию существующих тепловых сетей и в строительство новых теплотрасс от новых источников теплоснабжения.

5. Рост теплопотребления будет связан с развитием и расширением существующих промышленных производств, освоением и разработкой новых месторождений и ростом ввода жилья в населенных пунктах Республики (прежде всего в г. Якутске).

Список литературы:

1. Старостина А.Е., Павлов Н.В. Современное состояние и основные проблемы теплоэнергетики Республики Саха (Якутия) // Материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, с

международным участием в г. Нерюнгри, посвященной 60-летию со дня образования Якутского государственного университета (СВФУ). 2016. Секции 1-3. с.156-159.

2. Энергетическая стратегия Республики Саха (Якутия) на период до 2030 г. Якутск-Иркутск: Медиа-холдинг «Якутия», 2010. – 328 с.

3. Стратегия комплексного развития жилищно-коммунального хозяйства Республики Саха (Якутия) на период до 2030 года.

4. Схема теплоснабжения городского округа «город Якутск». Актуализация на 2016 г.

5. Перспективы развития малой теплофикации в Республике Саха (Якутия) / А.Н. Кузьмин, Е.Ю. Михеева, Н.В. Павлов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013 – 101 с.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Энергетика

<i>Баишева Л.М., Иванова А.В.</i> Пути повышения энергоэффективности работы системы рекуперации в условиях Крайнего Севера	3
<i>Захаров В.Е.</i> Угрозы энергетической безопасности Республики Саха (Якутия)	6
<i>Владимиров М.М., Ноговицын И.Д., Парников А.М.</i> Энергоэффективная усадьба в Арктической зоне России	10
<i>Рожина М.А.</i> Емкостной отбор мощности от высоковольтных линий электропередачи	14
<i>Семенов К.Ю., Слепцов В.В., Сосина С.А., Иванова А.В.</i> Критерии системного подхода к энергосбережению в зданиях Республики Саха (Якутия)	17
<i>Старостина А.Е., Павлов Н.В.</i> Теплоснабжение в Республике Саха (Якутия): особенности и векторы развития	21

МАТЕРИАЛЫ
XVIII Всероссийской
научно-практической конференции
молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри,
с международным участием, посвященной 25-летию со дня образования
Технического института (филиала) СВФУ

30 марта - 01 апреля 2017 г.

Секции 1–3
(дополнения к секции 1)

Печатается в авторской редакции

Технический редактор Л.В. Николаева

Подписано в печать 12.10.2017. Формат 60x84/16.
Бумага тип. №2. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная.
Печ. л. 1,7. Уч.-изд. л. 2,1. Тираж 300 экз. Заказ .
Издательство ТИ (ф) СВФУ, 678960, г. Нерюнгри, ул. Кравченко, 16.

Отпечатано в МУП «Нерюнгринская городская типография».
г. Нерюнгри, ул. Северная, 8.