ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСТРОЕННОГО ЭНЕРГОЦЕНТРА АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ НА БАЗЕ ГАЗОВЫХ КОТЛОВ И АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ

Аленин В.Н.,

Криницкий Е.В.
Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия

Аннотация

В статье рассматриваются особенности проектирования встроенного энергоцентра для высотного административного здания в условиях ограниченных лимитов электрической мощности городских сетей. Описан опыт применения связки газовых котлов и абсорбционных холодильных машин (АБХМ) прямого сжигания газа для покрытия тепловых и холодовых нагрузок объекта. Приведены результаты расчета теплового и воздушного баланса помещения энергоцентра, расположенного на высоте 67,8 м, а также инженерного расчета пластинчатого теплообменного аппарата и аэродинамического расчета дымовой трубы. Установлено, что круглогодичные теплопритоки от работающего оборудования значительно превышают теплопотери через ограждающие конструкции, что обосновывает отсутствие системы отопления в помещении энергоцентра. Подтверждена достаточность самотяги дымовой трубы высотой 6,2 м для преодоления сопротивления газоходов с запасом более чем в 1,2 раза.

Ключевые слова

энергоцентр, абсорбционная холодильная машина (АБХМ), встроенная котельная, тепловой баланс, воздушный баланс, дефицит электрической мощности, пластинчатый теплообменник, аэродинамический расчет.

Введение

Интенсивное развитие коммерческой недвижимости в г. Москве сталкивается с проблемой дефицита вводной электрической мощности. Использование традиционных парокомпрессионных холодильных машин (ПКХМ) для систем кондиционирования крупных бизнес-центров зачастую требует колоссальных электрических лимитов, получение которых экономически нецелесообразно или технически невозможно. Альтернативным и высокоэффективным решением становится создание автономных встроенных энергоцентров на базе газовых котлов и абсорбционных холодильных машин (АБХМ), позволяющих использовать природный газ в качестве основного энергоносителя и существенно снизить нагрузку на городские электросети.

Объект и методы исследования

Объектом проектирования выступило административное здание в Пресненском районе г. Москвы (16 наземных и 2 подземных этажа, общая площадь 79 891 м²). Энергоцентр является встроенным и расположен на 16-м этаже на отметке +67,800 м. Площадь помещения энергоцентра составляет 330,8 м² при высоте 4,0 м. Тепловая нагрузка объекта — 10,545 Гкал/ч (отопление, вентиляция, ГВС), холодовая нагрузка на систему кондиционирования — 3,123 Гкал/ч. Расчеты выполнены в соответствии с требованиями СП 131.13330.2025, СП 50.13330.2024, СП 60.13330.2020 и СП 373.1325800.2018 [1–3].

Результаты и обсуждение

1. Расчет теплового и воздушного баланса

Расчет сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций показал, что приведенное сопротивление для наружной стены составляет 3,5 °C·м²/Вт, для кровли — 4,1 °C·м²/Вт, что превышает нормируемые значения [2]. Суммарные теплопотери помещения составили 5 197 Вт.

К круглогодичным теплопритокам относятся тепловыделения от работающего котлового оборудования и трубопроводов. Расчет показал, что теплопритоки составляют 52 525 Вт в холодный период и 52 680 Вт в теплый [4]. Превышение теплопритоков над теплопотерями более чем в 10 раз математически обосновывает отсутствие необходимости в системе отопления помещения энергоцентра.

Воздушный баланс обеспечивается механической приточной и естественной/ механической вытяжной вентиляцией. Приточные установки GA 4500W подают воздух как на горение, так и на ассимиляцию теплоизбытков. Суммарный расход воздуха составляет 16 203 м³/ч зимой и 7 853 м³/ч летом [3]. Летом предусмотрено охлаждение приточного воздуха водой из системы кондиционирования (7–12°C).

2. Подбор основного оборудования

Для покрытия нагрузок приняты 5 газовых котлов HLD 1800 («HORTEK») и 2 газовые АБХМ HDFN-600HT («HYUNDAI»). Основные характеристики оборудования представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Техническая характеристика оборудования энергоцентра

Параметр	Ед. изм.	Котел HLD 1800	АБХМ HDFN-600HT
Теплопроизводительность / Холодопроизводительность	Гкал/ч	1,534	1,638 / 1,805
КПД	%	96	90
Расход природного газа	нм³/ч	208,5	225
Температура уходящих газов	°C	100	160

Установленная тепловая мощность энергоцентра составила 10,946 Гкал/ч [1]. Летом АБХМ служат для производства холода, а зимой — для приготовления теплоносителя.

3. Расчет пластинчатого теплообменного аппарата

В контуре утилизации тепла АБХМ применен пластинчатый теплообменник ТПлР S86 TL («Zondex»). Исходные данные: вода (90/70 °C, расход 74,8 т/ч) и пропиленгликоль 40 % (65/85 °C, расход 81,6 т/ч).

Мощность аппарата составила 1744 кВт. Среднелогарифмический температурный напор Δt = 5 °C. Уточненный коэффициент теплопередачи с учетом загрязнения k_y = 5 932 Вт/(м²·K) [5]. Расчетная площадь поверхности теплообмена F_p = 58,78 м². Принятый аппарат имеет площадь 67,5 м², что дает запас поверхности 14,82 %. Гидравлический расчет показал потери давления: 34,7 кПа для воды и 36,9 кПа для гликоля, что удовлетворяет требованиям эксплуатации. Термическая эффективность аппарата ε = 0,8.

4. Аэродинамический расчет дымовой трубы

Для 5 котлов предусмотрена сборная дымовая труба высотой 6,2 м, расположенная на кровле. Расчет для наихудшего летнего режима показал, что гидравлическое сопротивление трения

составляет 0,25 мм вод. ст., а потери на местных сопротивлениях — 1,15 мм вод. ст. Полное сопротивление тракта Δh = 1,41 мм вод. ст.

Самотяга трубы с учетом избыточного давления за котлом (13 мм вод. ст.) составляет h_c = 14,64 мм вод. ст. Проверка по условию $h_c > 1{,}2 \cdot \Delta h$ (14,64 > 1,69) подтверждает достаточность тяги с многократным запасом [1].

Заключение

Проектирование встроенных энергоцентров на базе связки «газовый котел + АБХМ» является оптимальным инженерным решением для высотных административных зданий в условиях мегаполиса. Это позволяет обеспечить надежность теплоснабжения, решить проблему холодоснабжения без использования фреоновых чиллеров, минимизировать нагрузку на городские электросети и эффективно утилизировать избытки теплоты в самом помещении энергоцентра.

Список литературы

1.СП 373.1325800.2018. Источники теплоснабжения автономные. Правила проектирования. М.: Минстрой России, 2018.

2.СП 50.13330.2024. Тепловая защита зданий. М.: Минстрой России, 2024.

3.СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. М.: Минстрой России, 2020.

4.Малявина Е.Г. Теплопотери здания: справочное пособие. М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. 144 с.

5.Юркина М.Ю., Маскинская А.Ю., Хомченко Н.В. Расчет пластинчатых аппаратов: учеб.-метод. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. 48 с.