

Все требования к микроклимату для сохранности музейных коллекций должны распространяться только на зону размещения экспонатов. В зоне пребывания людей необходимо обеспечивать комфортные требования по [6].

Археологический музей «Берестье» представляет собой зал раскопа и экспозиционные залы по периметру данного раскопа. Зал археологического раскопа – основа музея. Постройки выполнены из дерева и размещены непосредственно на почве (рисунок 1).

Для определения параметров микроклимата в зале археологического раскопа необходимо учитывать особенности свойства дерева, из которого изготовлена коллекция. Экспонаты из дерева очень чувствительны к изменениям температуры и влажности воздуха. При уменьшении влажности древесины происходит ее усушка, что приводит к механическим повреждениям и изменению форм. При увеличении влажности изменяются механические свойства древесины, она делается менее прочной и может наступить набухание и гниение дерева. Поэтому очень важно, чтобы температурно-влажностный режим зала раскопа был стабильным.

Проанализировав выше представленные литературные источники можно сделать вывод, что для данного вида помещения и музейного экспоната нет нормативных параметров микроклимата. Определение требуемого температурно-влажностного режима необходимо выполнять в ходе эксплуатации объекта.

Для экспозиционных залов параметры микроклимата необходимо принимать по ГОСТ 30949-2011 с учетом допустимых параметров воздуха для хранения экспозиций.

*Список использованных источников:*

1. СН 3.02.02-2019 Общественные здания. – Мн.: Минстройархитектуры РБ. 2022. – 59 с.
2. Инструкция по учету и хранению музейных ценностей, находящихся в государственных музеях СССР. – М.: Минкультуры СССР. 1985. – 80 с.
3. Рекомендации по проектированию музеев. – М.: Стройиздат. 1988.
4. АВОК №6 статья «Качество воздуха в музеях». – 2009. – 8 с.
5. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях. – М.: Евроклимат. 2006. – 640 с.
6. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. 2017. – 15 с.
7. Музейное хранение художественных ценностей. – М.: ГосНИИР. 1995. – 208 с.

**Шикеля Р.В.**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОГРЕВА ОБЪЕКТА ТОРГОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ ТЕПЛОВЫМИ НАСОСАМИ ТИПА «ВОЗДУХ-ВОДА»**

*Брестский государственный технический университет. Магистрант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции. Научный руководитель: Новосельцев В.Г., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции.*

До недавнего времени на территории Республики Беларусь для выработки тепла на нужды отопления, вентиляции и ГВС зданий, расположенных на территориях с отсутствием близко расположенных инженерных сетей

теплоснабжения либо газоснабжения, использовались источники тепла на местных видах топлива. Зачастую, это были твердотопливные водогрейные котлы с ручной загрузкой топлива, либо твердотопливные котлы, работающие на древесных пеллетах. Данные источники тепла были доступны и менее затратные из-за отсутствия необходимости подвода инженерных сетей, но имели недостатки в части требования наличия обслуживающего персонала, а также больших выбросов вредных веществ в атмосферу.

С развитием электрической отрасли в Республики Беларусь (вводом в эксплуатацию Атомной станции) появилась возможность выработки тепла за счет электроэнергии. При этом, возникла сложность с пропускной способностью существующих электрических кабельных линий для обеспечения необходимой нагрузкой потребителей, выбравших в качестве источника теплоснабжения электронагрев. Для решения данной проблемы можно применить совместную работу электрического котла с большим диапазоном модуляции вырабатываемого тепла и тепловых насосов типа «воздух вода». К рассмотрению предлагается применение тепловых насосов фирмы NIBE в виде сплит-системы, состоящей из наружного и внутреннего блоков.

Рассматриваемое здание — продовольственный магазин, расположенный в г. Лида Гродненской области. Расчетная температура наружного воздуха  $-22^{\circ}\text{C}$ .

Нагрузки на здание составляют: отопление – 30,2 кВт, вентиляция 28,2 кВт. Суммарное потребление тепла зданием составляет 58,4 кВт.

Рассматриваемое оборудование — тепловой насос NIBE SPLIT AMS 10-16 (наружный блок) и NIBE SPLIT HBS 05-16 (внутренний блок) тепловой производительностью 12,6 кВт каждый. Электрический котел Evan Practic 60 мощностью 60,0 кВт.

Как известно, работа теплового насоса основана на принципе отбора тепла от наружного воздуха к хладагенту, где последний сжимается в компрессоре. При этом происходит увеличение температуры хладагента. Сжатый хладагент поступает в теплообменник (внутренний блок теплового насоса), где передает тепло теплоносителю системы отопления. Отметим, чем ниже температура наружного воздуха, тем меньше тепла можно забрать из наружного воздуха.

На основе технических данных теплового насоса построена диаграмма производительности теплового насоса в зависимости от температуры наружного воздуха (см. рис. 1).

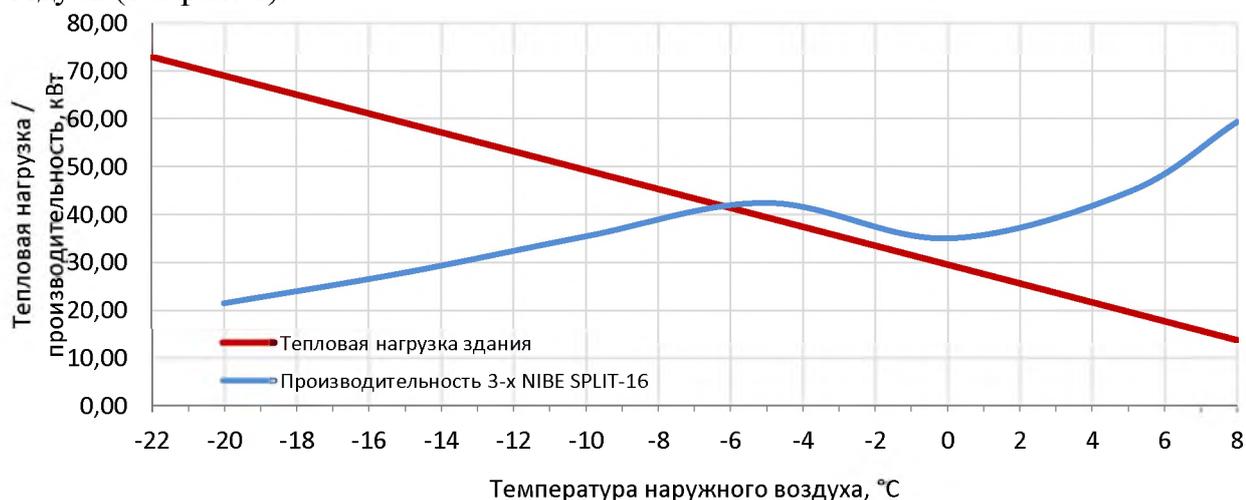


Рисунок 1 – График производительности теплового насоса «воздух-вода» в зависимости от температуры наружного воздуха

В соответствии с графиком тепловыми насосами обеспечивается 100% потребности тепловой энергии до  $-6,0^{\circ}\text{C}$ . При этом, эффективность теплового насоса COP составляет 3.0, что говорит о том, что на 1 кВт электрической энергии потребленной тепловым насосом вырабатывается 3,0 кВт тепла.

По расчетным данным тепловые потери рассматриваемого здания в зависимости от температуры наружного воздуха приведены в таблице 1.

Таблица 1. Тепловые потери

Температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$	-22	-20	-16	-12	-8	-4	0	+4	+8
Тепловая нагрузка на здания, кВт	58,4	55,9	50,9	45,9	40,9	36,0	31,0	26,0	21,0

Дальнейшее возмещение тепловых потерь здания, при снижении температуры наружного воздуха, осуществляется при помощи электрического котла с модуляцией вырабатываемой тепловой энергии. При понижении температуры наружного воздуха уменьшается количество тепла, вырабатываемого тепловыми насосами и увеличивается мощность электрического котла. При температурах ниже  $-20^{\circ}\text{C}$  обогрев здания будет осуществляться полностью за счет электрического котла. Работа теплового насоса при температурах  $-20^{\circ}\text{C}$  и ниже не является целесообразной, так как эксплуатационные затраты, связанные с размораживанием теплообменника наружного блока, будут выше чем количество вырабатываемого тепла.

В связи с тем, что последние десятилетия на территории Республики Беларусь зимний период мягкий (средняя температура наружного воздуха  $-6,9^{\circ}\text{C}$ ) применение систем отопления с использованием в качестве источника тепла тепловых насосов, в случае отсутствия инженерных систем тепло- и газоснабжения, является актуальным, несмотря на первоначальную дороговизну оборудования.

На основе анализа данных можно сделать вывод о том, что на протяжении отопительного периода обеспечение тепловой потребности здания будет осуществляться преимущественно за счет тепловых насосов, что позволит потреблять как минимум в 3 раза меньше электрической энергии по сравнению с традиционным электрическим котлом.

*Список использованных источников:*

1. Интернет портал [www.belstat.gov.by](http://www.belstat.gov.by) – Национальный статистический комитет Республики Беларусь.
2. Техническая информация производителя оборудования NIBE.

**Марчик Р.Л.**

## **АЛЬТЕРНАТИВНАЯ СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МИКРОРАЙОНА "ВОСТОЧНЫЙ" В Г.ИВАНОВО**

*Брестский государственный технический университет. Магистрант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции. Научный руководитель: Новосельцев В.Г., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции.*

Создание комфортной, удобной и качественной среды проживания жителей микрорайона города — задача, которую решают архитекторы и градостроители на