

В результате выполненной экспериментальной и расчетной части исследований была разработана охлаждающая оборотной схема в системе производственного водоснабжения ОАО «Брестмаш» и изучена оборотная схема в системе производственного водоснабжения ОАО «Брестский мясокомбинат»:

– выполнен расчет балансовой схемы водоснабжения и водоотведения по расходам воды, используемой в технологическом процессе;

– запроектированы сети и сооружения для сбора нагретой и отвода охлажденной воды, произведен подбор насосного оборудования и предварительный выбор охладительного устройства;

– произведен проверочный расчет вновь проектируемой градирни для заданного расхода воды, тепловой нагрузки и атмосферных условий (выполнен тепловой расчет с определением величины объемного коэффициента массоотдачи);

– выполнен тепловой расчет градирни и испарительного конденсатора со сравнением температуры охлаждения и конденсации при прямоточном и оборотном водоснабжении.

#### **Список цитированных источников**

1. Аксенов, В. И. Промышленное водоснабжение: учебное пособие / В. И. Аксенов [и др.] // Екатеринбург : УрФУ, 2010. – 221 с.

2. Волкова, Г. А. Охлаждающие оборотные схемы в системах производственного водоснабжения / Г. А. Волкова, С. В. Андреюк // Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях : материалы научного семинара, Брест, БрГТУ, 20 марта 2015 года. – Брест : БрГТУ, 2015 – С. 45–48.

3. Кучеренко, Д. И. Оборотное водоснабжение (Системы водяного охлаждения) / Д. И. Кучеренко, В. А. Гладков // М. : Стройиздат, 1980 г. – 168 с.

4. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник; под общ. ред И. В. Медведевой. – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2020. – 202 с.

5. Розрахунки вентиляторних градирень (расчеты вентиляторных градирен): методичні вказівки для курсового та дипломного проектування для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання / Уклад. О. Р. Пересьолков, О. В. Круглякова. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – 56 с.

6. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы Республики Беларусь: СН 4.01.01 – 2019. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2020

7. Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы Республики Беларусь: СН 4.01.02 – 2019. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2020.

УДК 624.042.5

*Засимук А. И.*

*Научный руководитель: к. т. н., доцент Мешик О. П.*

## **УЧЕТ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА ПРИ НОРМИРОВАНИИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ**

Природные изменения температуры атмосферного воздуха оказывают значительное влияние на работу ограждающих и несущих строительных конструкций и прочность стройматериалов. Данные изменения могут привести к потере

морозостойкости пористых материалов при их насыщении водой, возникновению гололеда и конденсата на поверхностях строительных конструкций, что активизирует дополнительные нагрузки и благоприятствует коррозии стальных и железобетонных конструкций. В несущих конструкциях от перепадов температуры могут возникнуть дополнительные перемещения и напряжения.

При учете влияния температуры воздуха на строительные конструкции большую роль также играет длительность ее действия, связанная с тепловой инерцией конструкций различного типа. Металлические конструкции из-за малой толщины и большой теплопроводности быстро реагируют на изменения температуры воздуха, следовательно в период проектирования необходимо принимать во внимание наибольшие отклонения температуры от среднесуточных значений, которые реализуются в течение часа или даже нескольких десятков минут. Более массивные и менее теплопроводные бетонные и железобетонные конструкции прогреваются медленнее, благодаря этому при проектировании следует учитывать усредненные температуры на протяжении нескольких часов.

Долговечность поверхностных слоёв наружных ограждающих конструкций зависит от их температурно-влажностного состояния в холодный период года. Температурно-влажностное состояние наружных ограждающих конструкций зданий зависит от нестационарных климатических воздействий в холодное время года, также от температуры и влажности воздуха внутри помещения, от свойств материалов, из которых состоит конструкция, от расположения плотных и пористых слоёв конструкции по отношению к потокам тепла и влаги.

Температурные воздействия на элементы конструкций учитывают при определении их расчетных параметров, подвергаемых суточным и годовым колебаниям температуры. Если конструкции не подвергаются температурным воздействиям, обусловленным климатическими условиями, данный вид воздействий не учитывается.

Изменения температуры наружного воздуха, солнечное излучение, обратное отражение приводят к изменению распределения температуры в составных элементах зданий и сооружений. В соответствии с европейскими стандартами, оценка годовой минимальной и максимальной температур наружного воздуха сводится к установлению их характеристических значений, соответствующих годовой вероятности превышения  $p = 0,02$  для географического положения сооружения, по национальным картам изотерм. Данные значения скорректированы применительно к высоте местности над уровнем моря, другим значениям вероятности превышения и с учетом влияния азональных (местных) условий [1].

Процесс изменения температуры воздуха имеет три характерных цикла изменчивости: сезонный цикл изменчивости температуры воздуха с годовым периодом, межсуточные случайные колебания температуры, суточный ход температуры.

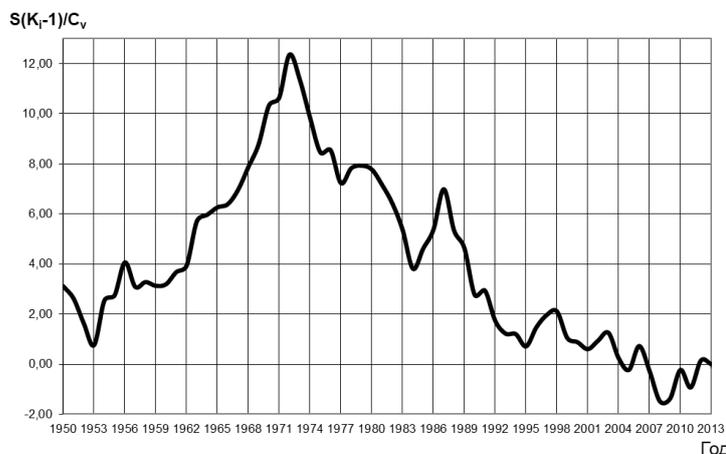
Целью данной работы является установление особенностей пространственно-временного распределения отрицательных экстремумов температур воздуха на территории Беларуси и исследование их влияния на строительные конструкции в современных условиях. В данной работе использовалась статистическая

информация ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» за период наблюдений с 1950 по 2013 гг.

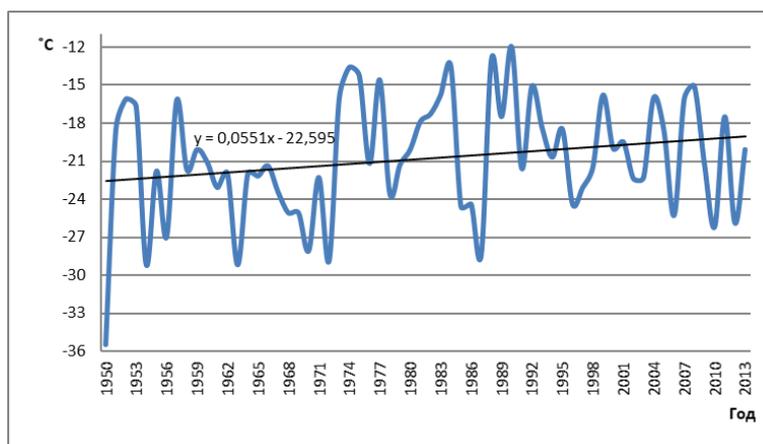
На формирование экстремальных отрицательных температур воздуха в границах территории Беларуси оказывает влияние рельеф и характер подстилающей поверхности. Экстремумы температуры воздуха приурочены к пониженным открытым участкам, крупным болотным массивам. Исключение составляет Припятское Полесье, на территории которого большая лесистость компенсирует адвективное выхолаживание поверхности.

Рост отрицательных экстремумов имеет место практически во всем рассматриваемом периоде. Анализ временных рядов экстремальных температур воздуха указывает на их ярко выраженную цикличность, которая устанавливается методами интегральных разностей и кривых скользящих средних. На рисунке 1 представлена нормированная разностная интегральная кривая абсолютных минимальных значений температур воздуха для города Бреста. Цикличность минимальных значений температур воздуха указывает на достаточно строгую периодичность в рядах исследованных характеристик. На фоне долгопериодических колебаний выделяется, прежде всего, 11-летний цикл, что напоминает о необходимости поиска связей крупных погодных аномалий с солнечной активностью. В качестве критерия оценки могут быть использованы относительные числа Вольфа, которые являются одним из главных индексов солнечной активности. В установленной цикличности объективно отражаются закономерности внутритерриториального пространственного распределения минимальных значений температур воздуха [2].

Установленные нами ранее градиенты экстремальных отрицательных температур воздуха по метеостанциям Беларуси за 10-летний период изменяются с достаточной периодичностью. На территории Брестской области происходит увеличение экстремумов отрицательных температур воздуха с градиентом за 10-летний период от 0,2 °С в Высоком до 0,7 °С в Пинске. Градиент распределения годовых значений экстремумов отрицательных температур воздуха по метеостанции Брест составляет 0,5 °С (рисунок 2).

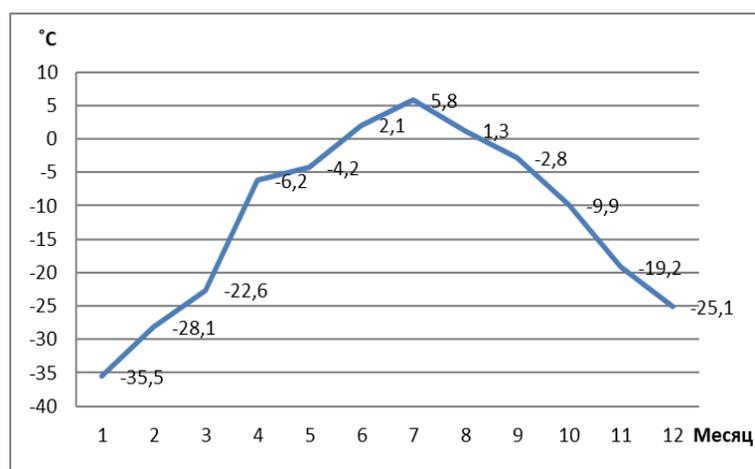


**Рисунок 1 – Нормированная разностная интегральная кривая абсолютных минимумов температур воздуха для г. Бреста**



**Рисунок 2 – Распределение годовых значений экстремальных отрицательных температур воздуха по метеостанции Брест**

Внутригодовое распределение экстремальных отрицательных температур воздуха по метеостанции Брест показывает изменчивость в диапазоне значений от  $-35,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Максимальные экстремумы приходятся в основном на зимний период и максимум из них наблюдался в январе ( $-35,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Внутригодовое распределение экстремальных температур воздуха по метеостанции Брест**

Выполненное районирование показывает в основном тенденцию выравнивания экстремальных минимальных температур воздуха на территории Беларуси. Имеет место необходимость периодического пересмотра карт изотерм отрицательных температур воздуха с пятилетней периодичностью, так как новые данные способны скорректировать современные тренды.

#### **Список цитированных источников**

1. Валуев, В. Е. Проблемы строительной климатологии в условиях современных колебаний / изменений климата Беларуси / В. Е. Валуев, О. П. Мешик // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2011. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 5–7.

2. Мешик, О. П. Экстремальные температуры воздуха на территории Беларуси / О. П. Мешик, И. А. Рыжковская // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2015. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 84–91.