

**МИНИСТЕРСТВО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

СВОД ПРАВИЛ

СП

**ЗДАНИЯ И ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И
ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ПРОДУКЦИИ**

Актуализированная редакция

СНиП 2.10.02-84

Издание официальное

МОСКВА 2011

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила разработки – постановлением Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2008 г. № 858 «О порядке разработки и утверждения сводов правил».

Сведения о своде правил

1. ИСПОЛНИТЕЛИ: ОАО «Гипронисельпром», ООО «Патент»
2. ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство».
3. ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом архитектуры, строительства и градостроительной политики.
4. УТВЕРЖДЕН приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от _____ № _____
И введен в действие с _____ 2012 г.
5. ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт).

Информация об изменениях к настоящему актуализированному своду правил публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте разработчика (Минрегион России) в сети Интернет.

Минрегион России, 2011

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Минрегиона России.

Содержание

Введение.	
1 Область применения	
2 Нормативные ссылки	
3 Термины и определения	
4 Общие положения	
5 Размещение, объемно-планировочные и конструктивные решения.	
6 Водопровод и канализация	
7 Отопление (охлаждение), вентиляция и горячее водоснабжение	
8 Теплотехнический расчет зданий для хранения и переработки картофеля и овощей	
8.1 Стационарный режим	
8.1.1 Здания для хранения картофеля и овощей	
8.1.2 производственные здания для переработки сельскохозяйственной продукции	
Приложения:	
Приложение А (справочное) Перечень нормативных документов	
Приложение Б (обязательное) Термины и определения	
Приложение В (добровольное) Перечень решаемых задач. Теплофизические процессы, происходящие в хранилище	
Приложение Г (добровольное) Взаимосвязанный теплообмен	
Приложение Е (справочное) Значения коэффициентов в формулах (1) и (2) для населенных пунктов страны	
Приложение Д (добровольное) Примеры расчетов нестационарного теплообмена	
Приложение Ж (справочное) Расчетные значения тепловлаговывделений и насыпной массы продукции	
Приложение З (справочное) Температура $t_{пр}$, °С, и расход воздуха L , м ³ /(ч·м), на выходе из вентилируемой прослойки картофеле- и овощехранилищ в зависимости от разности сопротивлений теплопередаче ограждающей конструкции $R_0 - R_{вп}$, м ² ·°С/Вт, толщины $\delta_{пр}$ и длины прослойки $h_{пр}$	
Приложение И (справочное) Гидравлическое сопротивление насыпи продукции, Па	
Приложение К (обязательное) Расчетные температуры наружного воздуха осени и весны	
Приложение Л (справочное) Средняя и максимальная суточная амплитуда температуры наружного воздуха	
Приложение М (справочное) Значения постоянных величин T_{3+9} для весенних и осенних месяцев. Карта районирования страны для определения постоянной величины T при расчете параметров t_n	

Введение

Настоящий свод правил составлен с целью повышения уровня безопасности людей в соответствии с Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», повышения соответствия зданий и сооружений их функциональному назначению, обеспечения снижения энергозатрат, применения единых методов определения эксплуатационных характеристик и методов оценки, повышения уровня гармонизации этих требований с европейскими и международными нормативными документами. Учитывались также требования Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и сводов правил системы противопожарной защиты.

Актуализация выполнена авторским коллективом:
ОАО «Гипронисельпром»: к.т.н. Т.С. Шарупич, к.т.н. А.Г. Горохов,
инж. Г.А. Воронецкая
ООО «Патент»: д.т.н. В.П. Шарупич, д.т.н. Моисеенко А.М.,
к.т.н. Кондрашов В.И., инж. Шарупич П.В.

СВОД ПРАВИЛ

ЗДАНИЯ И ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Master plans for agricultural

Дата введения

1 Область применения

1.1 Настоящий свод правил распространяется на проектирование зданий и помещений для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. К указанным зданиям и помещениям относятся здания и помещения: для хранения и товарной обработки продукции, переработки овощей, картофеля и продукции плодоводства и виноградарства, в том числе с регулируемой газовой средой с охлаждением для первичной переработки молока, скота, птицы, шерсти и меховых шкур, масличных и лубяных культур.

1.2. Проектирование зданий и помещений (камер) для хранения сельскохозяйственной продукции с охлаждением выполнять в соответствии с СНиП 2.11.02-87 «Холодильники».

2 Нормативные ссылки

Нормативные документы, на которые в тексте настоящих норм имеются ссылки, приведены в приложении А.

Примечание — При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим сводом правил следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем документе приняты термины и определения, приведенные в приложении Б.

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Настоящие нормы должны соблюдаться при проектировании вновь строящихся и реконструируемых зданий и помещений для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции круглогодичного производства и сезонного.

К указанным зданиям и помещениям относятся здания и помещения: для хранения (включая товарную обработку продукции) и переработки овощей, картофеля и продукции плодоводства и виноградарства, в том числе с регулируемой газовой средой с охлаждением; пункты первичного охлаждения; для первичной переработки молока, скота и птицы, шерсти и меховых шкурок, масличных и лубяных культур.

Требования настоящих норм распространяются на объекты, технологически совмещенные с другими производствами, при соблюдении экологических, санитарно-эпидемиологических требований и требований по безопасности.

4.2 Проектирование зданий и помещений (камер) для хранения сельскохозяйственной продукции с охлаждением выполнять в соответствии со СНиП «Холодильники».

По функциональному назначению здания и помещения для хранения сельскохозяйственной продукции подразделяются:

- хранилища безвирусного посадочного материалов и клонов;
- хранилища семенного картофеля и маточников овощных культур;
- хранилища продовольственных картофеля и овощей;
- хранилища картофеля и овощей при перерабатывающих предприятиях;
- хранилища овощей и фруктов с охлаждением и регулируемой газовой средой;
- хранилища лука всех генераций;
- хранилища сахарной свеклы.

4.3 Хранилища картофеля и овощей (фруктов) могут быть самостоятельными предприятиями или входить в комплексы:

- по выращиванию, хранению товарной обработке, фасовке и переработке сельскохозяйственной продукции;
- холодильники для хранения овощей и фруктов;
- по хранению картофеля в составе предприятий по выработке картофельной продукции (крахмал, чипсы и т.п.);

4.4 Предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции делятся на действующие круглогодично и сезонно, при этом хранилища при них функционируют, как правило, круглогодично.

4.5 Сезонные предприятия включают следующие производства:

- пункты доения крупного рогатого скота (КРС);
- пункты сушки зеленных культур;
- пункты обмолота зеленого горошка;
- пункты выработки томатной пульпы;
- пункты сортировки фруктов и овощей перед закладкой на хранение;
- пункты предпосадочной обработки семенного материала;
- пункты выработки соков семечковых культур;
- пункты предварительной обработки продукции масличных и лубяных культур;
- пункты предварительной обработки шкур каракульских ягнят;
- пункты по заготовке шерсти;
- пункты по заготовке хлопка;
- пункты предварительного охлаждения плодов и винограда;
- цехи скорозаморозки фруктов и овощей.

4.6 Сезонные цехи и пункты, функционирующие до начала отопительного периода (весной) или после начала отопительного периода (осенью) могут быть оборудованы системой отопления.

4.7 Помещения сезонных производств, функционирующих весной, летом и осенью либо в одном из двух периодов должны иметь солнцезащитные ограждающие конструкции.

4.8 В помещениях по товарной обработке, сортировке и переработки плодов и овощей в периоды нахождения в них обслуживающего персонала должна быть обеспечена инсоляция прямым солнечным светом.

4.9 Категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности устанавливаются в технологической части проекта в соответствии с СП 12.13130-2009 МЧС России «определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

4.10 Общая площадь здания определяется в соответствии с СП 56.13330.2010.

4.11 Сооружения (туннели, галереи, эстакады, каналы, бункера, этажерки, площадки, антресоли и др.) следует проектировать в соответствии со СП 43.13330.2010.

4.12 Административно-бытовые здания и бытовые помещения для работающих в зданиях, и помещениях для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции следует проектировать в соответствии с СП 56.13330.2010. Для работающих в зданиях для переработки сельскохозяйственной продукции, эксплуатируемых только в теплое время года (на сезонных предприятиях), допускается проектировать

гардеробные для хранения уличной и домашней одежды на вешалках с крючками (из расчета по два крючка на каждого работающего в двух наиболее многочисленных смежных сменах) и хранения рабочей одежды в открытых шкафах.

Бытовые помещения для перерабатывающих предприятий должны быть оборудованы по типу санпропускников и располагаться с таким расчетом, чтобы была исключена возможность направления людских потоков через сырьевые площадки и вспомогательные помещения. Состав помещений, зданий и сооружений предприятий по переработке проектируются в соответствии с технологической частью проекта [1].

При проектировании предприятий по переработке состав производственных, подсобных и складских помещений определяются технологической частью проекта.

Состав помещений хранилищ, а также зданий и сооружений приемно-сортировальных пунктов следует проектировать согласно [1].

4.13 При проектировании зданий и помещений для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции для Северной строительной-климатической зоны следует также выполнять соответствующие дополнительные требования СП 56.13330.2010.

4.14 Для размещения технологического, энергетического, холодильного и санитарно-технического оборудования, которое допускается устанавливать открыто (по нормам технологического проектирования, по паспортным данным, по специальным перечням, утвержденным в установленном порядке или в соответствии с технологической частью проекта), следует предусматривать открытые площадки.

Для размещения оборудования, которое не может быть установлено на открытой площадке из-за неблагоприятного влияния атмосферных осадков, ветра, пыли и эксплуатация которого не требует поддержания определенной плюсовой температуры и постоянного присутствия обслуживающего персонала, следует проектировать навесы или неотапливаемые здания.

4.15 Обеспечение доступности зданий и помещений, где организуются рабочие места для инвалидов, следует выполнять в соответствии с требованиями, изложенными в СП 56.13330.2010, санитарно-бытовое обслуживание работающих инвалидов - в соответствии с СП 56.13330.2010.

4.16 Для сезонных производств, функционирующих весной, летом, осенью административно-бытовые помещения могут предусматриваться перемещаемого типа.

4.17 Для выполнения погрузочно-разгрузочных операций по приемке сырья и отпуску продукции на границах внутренних и внешних грузовых транспортных сетей следует устраивать грузовые платформы (автомобильные или железнодорожные) согласно СНиП 31-04-2001, СП 57.13 330.2010.

4.18 Категории зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности устанавливаются в технологической части проекта в соответствии с требованиями Технического регламента о требованиях пожарной безопасности, СНиП 21-01-97, СП 12.13130, СП 3.13130, СП 4.13130, СП 8 13130, СП 2 13130, СП 7 131.30, СП 5 13130.

5 РАЗМЕЩЕНИЕ, ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

5.1 Зоны размещения производств, включающие здания и помещения для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, следует создавать на удалении от места выращивания (получения) сырья на расстоянии транспортного плеча внутрихозяйственных средств доставки сельскохозяйственной продукции на хранение, товарную обработку или переработку.

5.2 Здания и помещения для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции следует проектировать, как правило, одноэтажными без чердаков, прямоугольной формы в плане, с параллельно расположенными пролетами одинаковой ширины и высоты.

При проектировании одноэтажных зданий для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции необходимо принимать следующие параметры:

пролеты 12 и 18 м;

шаг колонн 6 м, допускается шаг 3 м по крайним рядам (вдоль границ секций навалного хранения продукции, закровов, секций хранения семенного фонда;

высоты помещений (от пола до низа несущих конструкций покрытия на опоре) 3,6; 4,8 и 6 м, допускается высота 7,2 м в зданиях для контейнерного хранения фруктов и овощей.

Здания с пролетами двух взаимно перпендикулярных направлений, а также с пролетами разной ширины и высоты допускается проектировать только при обосновании необходимости проведения технологического процесса и установки соответствующего оборудования. Перепады высот менее 1,2 м между пролетами одного направления многопролетных зданий не допускаются.

5.3 Многоэтажные здания допускается проектировать для строительства на ограниченных по площади (или на затесненных) земельных участках, на участках с резко выраженным рельефом, а также при наличии технико-экономических преимуществ таких зданий по сравнению с одноэтажными. Для предприятий перерабатывающей пищевой промышленности допускается проектировать многоэтажные здания с пролетами 6х6; 6х12 (м).

Количество этажей в зданиях следует принимать на основании технико – экономического сравнения вариантов размещения производств в зданиях различной этажности.

В одном здании следует объединять различные производства, размещая в нем помещения производственного, подсобного и складского назначения. Группы цехов (отделений) по переработке сельскохозяйственной продукции, связанных единым технологическим процессом (единая система оборудования, непрерывного конвейерного транспорта и т.п.) и требующих сходных метеорологических условий, как правило, должны размещаться в одном помещении.

При проектировании многоэтажных зданий необходимо принимать следующие параметры:

пролеты 6; и в покрытии верхнего этажа 12 м; 18.

шаг колонн 6 м;

высоты помещений 4,8 и 6 м.

5.4 В целях упрощения эксплуатационного режима вертикальных ограждающих конструкций и снижения энергопотребления технологического вентиляционного оборудования хранилищ с активной вентиляцией при компоновке помещений хранения (закрома,

секции) следует размещать отделенными от наружных стен проездами, проходными вентиляционными каналами, секциями хранения продукции при более высоких температурах.

5.4 Светильники в помещениях, в которых предусматриваются переработка и хранение открыто (без упаковки) пищевых продуктов или тары для их упаковки, должны иметь защитные устройства, исключающие возможность выпадения колб ламп или их осколков при разрушении.

5.5 Геометрические параметры зданий должны соответствовать требованиям ГОСТ 23838-89. Перепад высот между смежными пролетами одного направления следует принимать кратным модулю 6М. Сетка колонн и размеры в плане несущих конструкций покрытий должны соответствовать модулю 30М. В бесстропильных покрытиях опоры сборных плит покрытий следует размещать непосредственно на головах свай-колонн или колонн.

5.6 Высоту зданий для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции следует принимать наименьшей исходя из габаритов оборудования, инженерных систем, доступности обслуживания или наибольшей допускаемой высоты складирования продукции. Здания для хранения различных видов сельскохозяйственной продукции, к складированию которой предъявляются одинаковые требования, следует проектировать одной унифицированной высоты.

Высоту зданий для переработки сельскохозяйственной продукции следует принимать не менее 4,8 м, допускается устройство местных повышений, обусловленных габаритами технологического оборудования. Высоту помещений для хранения сельскохозяйственной продукции следует принимать наименьшей исходя из габаритов оборудования или наибольшей допускаемой высоты складирования продукции. Высоту цеха товарной обработки следует проектировать не менее 3,6 м. Здания для хранения различных видов сельскохозяйственной продукции, к складированию которой предъявляются одинаковые требования, следует проектировать одной унифицированной высоты.

5.7 Высота помещений от пола до низа оборудования и коммуникаций во всех зданиях должна быть не менее 2 м в местах регулярного прохода людей и 1,8 м в местах нерегулярного прохода людей. Наименьшее расстояние от верха технологического оборудования до потолка должно быть 0,4 м.

5.8. В хранилищах картофеля и овощей с навальным способом хранения изнутри, на отnose от наружных ограждающих конструкций, следует располагать подпорную перегородку, образующую отапливаемый отступ хранимой продукции от наружных стен.

5.9 В зданиях для переработки сельскохозяйственной продукции объем помещения на одного работающего наибольшей смены должен быть не менее 13 м³, а площадь пола - не менее 4 м². Допускается объем помещения на одного работающего уменьшать до 11 м³ при сохранении нормы площади пола и обеспечении требований технологии.

5.10 При проектировании зданий для переработки и хранения сельскохозяйственной продукции площадь этажа между противопожарными стенами, количество этажей и степень огнестойкости этих зданий, размещение в них производств различных категорий, обеспечение эвакуации людей и дымоудаления из зданий, а также устройство ограждающих конструкций помещений в зависимости от

категории размещаемых в них производств следует предусматривать в соответствии со СП 56.13330.2011, СП 1.13130, СП 2.13130, СП 3.13130, СП 4.13130, СП 12.13130 и техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности № 123-ФЗ.,

5.11 Помещения с производствами, в которых обращаются горючие пыли, могущие образовать взрывоопасные пылевоздушные смеси, следует проектировать так, чтобы не допускать непроветриваемых пространств и скопления пыли (взвешенной и осевшей в помещении).

5.12 Здания для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции следует проектировать преимущественно каркасными с применением сборных несущих и ограждающих конструкций, а также конструкций и изделий из местных строительных материалов (кирпича, природного камня и др.).

Материалы строительных конструкций и их облицовок, отделочных и защитных покрытий должны быть безвредными для пищевой продукции в местах возможного контакта с этой продукцией.

5.13 Невентилируемые покрытия зданий для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции над помещениями с влажным или мокрым режимом допускаются только при условии, если конструкция покрытия допускает вентиляцию подкровельного пространства и устройством пароизоляции исключается накопление влаги в конструкциях за годовой период эксплуатации.

5.14 Одноэтажные здания для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции следует проектировать без внутренних водостоков. Отапливаемые одноэтажные здания с покрытиями шириной более 72 м и многоэтажные здания допускается проектировать с внутренним водостоком.

5.15 Распределительные каналы в секциях навалного хранения картофеля и овощей с активной вентиляцией должны выполняться съемными напольного исполнения. Магистральные каналы должны быть преимущественно напольными и проходными.

5.16 Полы зданий для переработки сельскохозяйственной продукции следует проектировать с учетом нагрузок от складываемой продукции, вида и интенсивности механических и других воздействий включая выбор величины уклона полов в соответствии со СП 29.13330.2011. В производственных цехах предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции подготовку под полы следует предусматривать усиленной, позволяющей устанавливать оборудование без фундаментов и без крепления болтами, допускается устройство специальных фундаментов под сложное оборудование с динамическими нагрузками.

В помещениях для хранения картофеля, овощей и фруктов в таре и в проездах помещений для хранения картофеля и овощей в закромах следует проектировать асфальтобетонные и бетонные полы; в закромах и секциях для навалного хранения картофеля допускается предусматривать глинобитные и земляные полы.

В зданиях для хранения и переработки пищевой продукции (картофеля, овощей, фруктов, молока, скота, птицы и др.) полы и перекрытия должны быть без пустот. Для покрытий полов помещений, предназначенных для хранения и переработки пищевой продукции, не допускается применение дегтей и дегтевых мастик и пластических масс не пищевого качества.

5.17 Ворота зданий для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции следует принимать типовыми: распашными, раздвижными или шторными. Для эвакуации людей допускается предусматривать в распашных и раздвижных воротах для автомобильного транспорта калитки (без порогов или с порогами высотой не более 0,1 м), открывающиеся по направлению выхода из здания. Размеры ворот

в свету для пропуска безрельсового транспорта должны превышать наибольшие габаритные размеры порожних и груженых транспортных средств по высоте на 0,2 м и по ширине на 3,6 м.

5.18 В зданиях для переработки пищевой продукции необходимо предусматривать: ограждающие конструкции без пустот из материалов, не разрушаемых грызунами; сплошные и без пустот полотна наружных дверей, ворот и крышек люков; устройства в оконных проемах для крепления съемных сеток в местах открывающихся створок и фрамуг; устройства для закрывания отверстий каналов систем вентиляции; ограждения стальной оцинкованной сеткой (с ячейками не более 12×12 мм) вентиляционных отверстий в стенах и воздуховодах, расположенных в пределах 0,5 м над уровнем пола, и окон подвальных этажей.

В проектах таких зданий необходимо предусматривать указания о тщательной заделке отверстий для трубопроводов (в стенах, перегородках и перекрытиях) и сопряжений ограждающих конструкций помещений (внутренних и наружных стен и перегородок между собой и с полами или перекрытиями).

5.19 Закрома для картофеля и овощей, а также перегородки, отделяющие хранимую продукцию от наружных стен зданий (для создания воздушной прослойки), или перегородки, разделяющие здания на секции (по требованиям технологии хранения продукции), следует проектировать каркасными со сплошным ограждением из технических тканей, пленок, профилированных стальных листов и экструзионных панелей или водостойкой фанеры, а также из деревянных щитов .

В рабочих чертежах должна быть указана последовательность загрузки и выгрузки продукции при проектировании стенок из технических тканей, пленок и других рулонных и тонколистовых материалов, используемых по схеме мгновенно изменяющихся конструкций.

5.20 Ограждающие конструкции (стены, перекрытия, покрытия, полы и заполнение проемов) помещений (камер) с регулируемой газовой средой для хранения фруктов должны иметь с внутренней стороны газонепроницаемые покрытия. Заполнение проемов в стенах камер следует предусматривать с уплотняющими прокладками в притворах и фальцах.

5.21 Отделку внутренних поверхностей ограждающих конструкций помещений следует проектировать в соответствии с нормами технологической части проекта [1].

5.22 По периметру наружных стен зданий высотой до верха карниза более 10 м на кровлях следует предусматривать ограждения высотой не менее 0,6 м из несгораемых материалов. На зданиях без внутренних водостоков эти ограждения должны быть решетчатыми.

5.23 Для зданий высотой до верха карниза более 10 м следует проектировать наружные стальные вертикальные пожарные лестницы шириной 0,6 м; расстояние между лестницами по периметру здания должно быть не более 150 м. Пожарные лестницы должны начинаться на высоте 1,5 м от уровня земли, а вверху заканчиваться площадкой с поручнем.

5.24 Грузовые платформы (рампы) и пандусы для проезда и уклоны пандусов для въезда напольных транспортных средств следует проектировать в соответствии с СП 57.13330.2010, СНиП 31-04-2001, технологической частью проекта [1] и техническими характеристиками транспортных средств.

Рампы и площадки для приемки или отгрузки продукции должны обеспечивать безопасную установку и маневрирование транспортных средств, а также обслуживающего их подъемно-транспортного оборудования. Минимальные расстояния между постами погрузки и

разгрузки при торцевой (тупиковой) установке машин - 1 м, а при поточной (проездной) - 1,5 м. Фронт рампы принимают из расчета 4,5 м на автомашину.

5.25 При проектировании зданий и помещений необходимо учитывать нагрузки от сельскохозяйственной продукции, которые следует относить к временным длительным нагрузкам и воздействиям.

5.26 При расчете конструкций зданий и помещений для бестарного хранения картофеля, овощей и фруктов следует принимать:

- насыпную плотность картофеля, овощей и фруктов - по соответствующим нормам технологического проектирования;
- давление на конструкции - как для сыпучих тел;
- коэффициент перегрузки для лука - 1,2, для остальных видов продукции - 1,1;
- расчетный угол внутреннего трения капусты - 44° , моркови - 41° , картофеля и лука, столовых и кормовых корнеплодов, сахарной свеклы - 38° , фруктов семечковых - 20° ;
- расчетные значения коэффициентов трения насыпи картофеля, овощей и капусты по бетону, дереву, фанере, оцинкованной и окрашенной стали - 0,4, насыпи лука всех хозяйственно-биологических сортов и фруктов семечковых - 0,3.

При использовании технических тканей и пленок в качестве несущих конструкций ограждений насыпок в хранилищах коэффициент трения насыпи картофеля и овощей по ним следует принимать равным нулю.

При использовании тканей и пленок в качестве облицовочного слоя стенок следует принимать коэффициент трения всех видов продукции по ним равным 0,3.

5.27 Расчетные температуры наружного воздуха (t_{nc}^c) при проектировании ограждающих конструкций, отопления (t_{np}^c) и вентиляции (t_{nx}^c), зданий для переработки сельскохозяйственной продукции, эксплуатируемых только осенью или весной (сезонные предприятия), следует определять по таблице К1, приложение К (обязательное).

5.28 Показатели средней температуры воздуха наиболее холодного периода (t_{nx}), наиболее холодной пятидневки (t_{np}), наиболее холодных суток (t_{nc}) весенних и осенних месяцев для пунктов, отсутствующих в таблице 1, следует определять по формуле:

$$t^c (nx, np, nc) = t_x^c - 15,16 \frac{At_{cp}}{At_{max}} - T(3,4,5,6,7,8,9)$$

t_x^c – средняя температура воздуха весеннего или осеннего месяца в $^\circ\text{C}$, определяемая по графам 2-13 табл. 3 СНиП 23.01-99*

A_{cp} и A_{tmax} – соответственно средние и максимальные амплитуды колебания температуры наружного воздуха весеннего или осеннего месяца в $^\circ\text{C}$, определяемые по графам I-XII табл. 2 приложение Л (справочное).

$T_{3\div 9}$ – постоянные величины в $^\circ\text{C}$, определяемые по таблице М1 (Приложение М) в соответствии с районом расположения пункта на схематической карте районирования территории СНГ для определения постоянной величины Т, приведенной на схематической карте рис.М1 (Приложение М).

6 ВОДОПРОВОД И КАНАЛИЗАЦИЯ

6.1 Внутренний водопровод и канализацию зданий и помещений для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции следует проектировать в соответствии со СП 30.13330.2010 и нормами настоящего раздела.

6.2 Здания и помещения для переработки пищевой продукции (картофеля, овощей, фруктов, молока, скота, птицы и др.), а также для мокрой обработки растительного волокна (льна, конопли и др.) должны быть оборудованы внутренним производственным водопроводом для подачи воды питьевого качества, удовлетворяющей требованиям ГОСТ Р 51232-98, СанПин 2.1.4.116-02.

Примечание. Целесообразность проектирования объединенных систем внутреннего водопровода устанавливается в соответствии с СП 30.13330.2010.

6.3 В районах, где невозможно получать воду питьевого качества для всех нужд, качество воды для производств, не связанных с переработкой пищевой продукции, следует назначать в соответствии с нормами технологического проектирования [1] или с технологической частью проекта.

6.4 В зданиях для хранения картофеля и овощей без искусственного охлаждения и мокрой товарной обработки внутренний производственный водопровод и сети канализации не требуется.

6.5 Расход воды на производственные нужды (суточный, часовой, секунднй) и коэффициенты часовой неравномерности следует принимать в соответствии с нормами технологического проектирования или с технологической частью проекта [1].

6.6 При проектировании производственного водопровода зданий для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции следует предусматривать повторное использование воды во всех случаях, когда это допускается требованиями технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

6.7 На сетях внутреннего водопровода зданий сезонных предприятий по фасовке, переработке сельскохозяйственной продукции должны быть предусмотрены устройства для опорожнения трубопроводов [1].

6.8 В помещениях для переработки сельскохозяйственной продукции, оборудованных внутренним производственным водопроводом, следует предусматривать: краны для мытья полов и оборудования диаметром 20 мм из расчета радиуса действия 30 м; умывальники со смесителями и подводкой горячей и холодной воды; трапы диаметром 100 мм.

6.9 В зданиях для переработки пищевой продукции сети внутренней производственной и бытовой канализации должны быть раздельными.

Допускается стоки от умывальников, установленных в отдельных производственных помещениях этих зданий, отводить в производственную канализацию.

6.10 Прокладка сетей внутренней канализации под потолками (открыто и скрыто) помещений для фасовки, переработки и хранения пищевой продукции не допускается.

6.11 В проектах канализации зданий сезонных предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции необходимо предусматривать указания об опорожении трубопроводов канализационной сети, приборов и оборудования по окончании работы предприятия [1].

6.12 Для очистки производственных сточных вод перед выпуском их в наружную канализационную сеть необходимо предусматривать, как правило, вне зданий следующие местные установки: песколовки и отстойники - для сточных вод от мойки картофеля и овощей; жируловители - для сточных вод с содержанием жира от производств по переработке молока, скота и птицы; крахмалоуловители - для сточных вод с содержанием крахмала от производств по переработке картофеля. При проектировании песколовок количество выпадающего песка следует принимать $0,03 \text{ м}^3$ на 1 т картофеля и овощей, подлежащих мойке. Состав производственных сточных вод следует принимать по нормам технологического проектирования или технологической части проекта [1].

6.13 Выпуск концентрированных растворов и отходов переработки сельскохозяйственной продукции непосредственно в канализацию не допускается; сбор и утилизация этих растворов и отходов должны предусматриваться технологической частью проекта [1].

7 ОТОПЛЕНИЕ (ОХЛАЖДЕНИЕ), ВЕНТИЛЯЦИЯ И ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

7.1 Системы отопления (охлаждения) и вентиляции зданий для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции следует проектировать в соответствии со СП 60.13330.2010, СанПиН 2.2.1/2.1.1.2361-08 и нормами настоящего раздела.

7.2 Теплоснабжение зданий и помещений для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции (для отопления и вентиляции, горячего водоснабжения и технологических нужд) следует предусматривать от тепловых сетей ТЭЦ и котельных. При технической возможности и экономической целесообразности допускается использование других источников тепла (электронагревательных устройств, теплогенераторов и т. п.).

7.3 Расчетные параметры внутреннего воздуха (температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха) для проектирования отопления и вентиляции следует принимать:

а) в помещениях для хранения сельскохозяйственной продукции и в основных производственных помещениях - по нормам технологического проектирования [1];

б) в помещениях, для которых параметры внутреннего воздуха не установлены нормами технологического проектирования - в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88*.

7.4 При проектировании отопления и вентиляции зданий для переработки сельскохозяйственной продукции эксплуатируемых только осенью или весной (на сезонных предприятиях), расчетную температуру наружного воздуха следует принимать согласно Приложения К.

7.5 В зданиях и помещениях для хранения сельскохозяйственной продукции, в которых теплотери не компенсируются тепловыделениями, следует предусматривать воздушное отопление.

7.6 В зданиях и помещениях для переработки пищевой продукции в качестве местных нагревательных приборов следует применять радиаторы с гладкой поверхностью, предусматривая установку их в местах, доступных для очистки.

7.7 Кондиционирование воздуха в помещениях для хранения сельскохозяйственной продукции допускается предусматривать по требованиям технологии хранения продукции при экономической целесообразности, если заданные метеорологические условия и чистота воздуха в них не могут быть обеспечены вентиляцией, в том числе и вентиляцией с испарительным охлаждением воздуха.

7.8 Горячее водоснабжение зданий для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции следует проектировать в соответствии со СП 30.13330.2010; температуру и расход горячей воды следует принимать по нормам технологического проектирования или технологической части проекта.

7.9 В проектах отопления зданий сезонных предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции необходимо предусматривать указания об опорожнении трубопроводов тепловой сети, приборов и оборудования по окончании работы предприятия.

8. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЗДАНИЙ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

8.1 СТАЦИОНАРНЫЙ РЕЖИМ

8.1.1 ЗДАНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Теплотехнические расчеты ограждающих конструкций зданий для хранения картофеля и овощей следует выполнять для стационарного и нестационарного режимов в соответствии с СП 50.13330.2010, [1] с учетом особенностей теплообмена в этих зданиях, нормами раздела 8.1 и 8.2.

В теплотехнических расчетах следует учитывать основные требования технологии хранения овощей и микроклимата помещений:

- продукция хранится россыпью в закромах и без закровов (навалом) в условиях активной вентиляции, а также в контейнерах (расчеты ограждающих конструкций);
- температурный режим в массе продукции поддерживается оптимальным для каждого периода хранения вентилярованием наружным, внутренним воздухом, их смесью (при необходимости с подогревом);
- мощность технологического обогрева помещений хранения принимается с учетом тепловыделений продукции, участвующей в теплообмене (при навальном способе складирования);
- на внутренней поверхности покрытия не должна образовываться конденсационная капель при зимних расчетных температурах наружного воздуха, конденсация влаги на поверхности насыпи хранимой продукции не допускается;
- требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций определяют для стационарных условий теплообмена: температуры внутреннего и наружного воздуха принимают постоянными.

СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Расчет теплообмена в условиях естественной конвекции

8.1.1.1 Расчет теплообмена выполняется для поверхностей потолков и наружных стен, отделенных от насыпи продукции проходом или проездом.

8.1.1.2 Сопротивление теплопередаче R_0 , $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, ограждающих конструкций следует определять в соответствии со СП 50.13330-2010

8.1.1.3 За расчетную теплопередачу и относительную влажность воздуха в помещениях хранения следует принимать минимальные значения, приведенные в табл. 10 [2], кроме хранилища лука (при холодном способе хранения) и чеснока, для которых за расчетную относительную влажность следует принимать максимальные величины из этой таблицы 10 [2].

8.1.1.4 В зданиях хранилищ с искусственным охлаждением величину R_0 следует определять в соответствии с СНиП 2.11.02-87, при этом их значения должны быть не менее величин, определяемых по СП 50.13330-2010.

8.1.1.5 Сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{ок}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, ограждающей конструкции следует определять по минимуму приведенных затрат в соответствии с СП 50.13330-2010

8.1.1.6 Среднюю температуру отопительного периода $t_{\text{от.пер}}$, °C , и его продолжительность $z_{\text{от.пер}}$, ч, следует определять по формулам:

$$t_{\text{от.пер}} = a_1 t_{\text{г}}^2 + b_1 t_{\text{г}} + c_1; \quad (1)$$

$$z_{\text{от.пер}} = [a_2 t_{\text{г}}^2 + a_2 t_{\text{г}} + c_2] 10_2, \quad (2)$$

где $a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2$ следует принимать из прил. Г; $t_{\text{г}}$ - граничная температура наружного воздуха, °C , определяемая по формуле

$$t_{\text{г}} = t_{\text{в}} - q_{\text{м}} F_{\text{пр}} / (F_{\text{с}} / R_0^{\text{с}} + F_{\text{п}} / R_0^{\text{п}}), \quad (3)$$

где $q_{\text{м}}$ - тепловой поток, выходящий из насыпи продукции, равный для картофеля $2,7 \text{ Вт} / \text{м}^2$, для корнеплодов, лука, чеснока и капусты - $1,9 \text{ Вт} / \text{м}^2$; $F_{\text{пр}}$ - сумма площадей вертикальных, наклонных и горизонтальных (кроме граничащих с полом) поверхностей насыпи продукции, м^2 ; $F_{\text{с}}, F_{\text{п}}$ - площади всех поверхностей наружных стен, ограничивающих единый с помещением хранения объем, м^2 ; $R_0^{\text{с}}, R_0^{\text{п}}$ - сопротивления теплопередаче наружных стен и покрытия, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, определяемые с учетом тепловой инерции (кроме наружных стен с вентилируемой прослойкой).

8.1.1.7 При отделении насыпи продукции от поверхности наружной стены воздушной прослойкой с отношением ее высоты к толщине, большим 6 (стесненная конвекция), последнюю следует вентилировать внутренним воздухом с целью недопущения выпадения на ее поверхностях конденсата и промораживания пристенного слоя продукции.

8.1.1.8 Решение ограждающих конструкций следует принимать с устройством у их внутренних поверхностей вентилируемой воздушной прослойки с рациональной ее толщиной $\sigma_{\text{пр}} = 0,05 - 0,07 \text{ м}$.

*Расчет теплообмена у внутренней поверхности наружной стены при
наличии вентилируемой прослойки*

8.1.1.9 Сопротивление теплопередаче наружной стены с вентилируемой прослойкой $R_0^{\text{ЭК}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, следует определять в соответствии со СП 50.13330-2010

по методу наименьших приведенных затрат Π , руб/ м^2 :

$$\Pi = C_{\text{д}} + (t_{\text{в}} - t_{\text{от.пер}}) z_{\text{от.пер}} m C_{\text{T}} l_{\text{T}} \cdot 3600 / E_{\text{н.п.}} R_0, \quad (4)$$

где $C_{\text{д}}$ - стоимость ограждающей конструкции «в деле», руб/ м^2 , определяемая по формуле (5); m - коэффициент, учитывающий дополнительные потери тепла на инфильтрацию наружного воздуха, принимаемый равным 1,05; l_{T} - коэффициент, учитывающий изменение стоимости тепловой энергии на перспективу, принимаемый по СНиП 23-02-2003; C_{T} - стоимость энергии на отопление, руб/Дж; 3600 - переводной коэффициент в единицы измерения СИ; $E_{\text{н.п.}}$ - коэффициент для приведения разновременных затрат, 1/год, равный 0,08; R_0 - сопротивление теплопередаче вариантов ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, определяемое по формуле (7), принимаемое для расчета наименьших приведенных затрат.

8.1.1.10 Стоимость ограждающей конструкции «в деле»:

$$C_{\text{д}} = C_{\text{д1}} + C_{\text{д2}} \delta_2 + (C_{\text{T}} + V_{\text{в}} C_{\text{к}} + V_3) / F_{\text{с}}, \quad (5)$$

где $C_{\text{д1}}$, $C_{\text{д2}}$ - себестоимость строительно-монтажных работ слоев ограждающей конструкции с постоянной, руб/ м^2 , и изменяющейся (в процессе расчета) толщиной, руб/ м^3 ; δ_2 - переменная (варианты в процессе расчета) толщина слоя ограждающей конструкции, м; C_{T} - себестоимость вентиляторов, подающих воздух в прослойку, руб; $V_{\text{в}}$ - дополнительное количество, шт., электрокалориферов, необходимое для подогрева воздуха, поступающего из прослойки в верхнюю зону, определяемое по формуле (6); $C_{\text{к}}$ - себестоимость электрокалорифера, руб/шт.; V_3 - себестоимость воздуховодов, распределяющих воздух в прослойку, руб.

8.1.1.11 Дополнительное количество, шт., электрокалориферов в верхней зоне определяют по формуле

$$V_{\text{в}} = L C_{\text{p}} \gamma_{\text{в}} (t_{\text{в}} - t_{\text{пр}}) l' / (3600 \cdot N), \quad (6)$$

где L - объемный расход воздуха в прослойке, $\text{м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м})$, определяемый из прил. Е. Наиболее рациональным решением является подача воздуха в прослойку из верхней зоны без подогрева; C_{p} - удельная теплоемкость воздуха в прослойке, равная 1 кДж/(кг·°C); $\gamma_{\text{в}}$ - плотность воздуха в прослойке, кг/ м^3 ; $t_{\text{в}}$ - температура воздуха на входе в прослойку, забираемого из верхней зоны, принимается на 1 °C выше приведенной в [2]; $t_{\text{пр}}$ - температура воздуха на выходе из прослойки, °C, определяемая из прил. 3; l' - длина наружной части стены с вентилируемой прослойкой, м; N - мощность одного электрокалорифера, кВт.

Значение величины $V_{\text{в}}$ округляется до целого числа в большую сторону при дробной части его $\geq 0,3$; в меньшую сторону - в противном случае.

8.1.1.12 Сопротивление теплопередаче наружной стены R_0 , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, следует определять:

$$R_0 = \sum \delta_i / \lambda_i + 1 / a_n + 1 / a_{вп}, \quad (7)$$

где δ_i - толщина, м, λ_i - коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С), материала слоев ограждающей конструкции; a_n - коэффициент теплоотдачи для зимних условий наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С), принимаемый по СП 50.13330-2010; $a_{вп}$ - средний коэффициент теплоотдачи в прослойке, Вт/(м²·°С), определяемый по формуле

$$a_{вп} = 0,814 / (1/C_1 + 1/C_2 - 1/C_0) + 4,35 \cdot 10^{-3} (\delta_{пр} + 1)^{0,2} L^{0,8} / \delta_{пр}, \quad (8)$$

где C_0, C_1, C_2 - коэффициенты излучения абсолютно черного тела и материалов поверхностей в прослойке, Вт/(м²·°С⁴).

8.1.1.13 Объемный расход воздуха в вентилируемой прослойке и температуру на выходе из нее следует принимать по прил. 3 на основе расчета разности ΔR , м²·°С/Вт, между R_0 и $R_{вп} = 1/a_{вп}$. Эту разность определяют из формулы (7)

$$\Delta R = R_0 - R_{вп} = \sum \delta_i / \lambda_i + 1 / a_n. \quad (9)$$

8.1.1.14 Рассматриваемые варианты сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции следует получать путем варьирования толщины слоя с меньшим коэффициентом теплопроводности (утеплитель), а в случае применения панелей заводского изготовления следует учитывать существующую градацию их по толщине. При этом для каждой толщины ограждающей конструкции, принимаемой в расчете, сопротивление теплопередаче с соответствующим расходом воздуха в прослойке являются требуемыми величинами из условия обеспечения в ней невыпадения конденсата и исключения промораживания продукции в пристенном слое.

8.1.1.15 Оценивать сопротивление паропроонианию ограждающей конструкции следует по СП 50.13330-2010.

8.1.1.16 Материалы слоев ограждающей конструкции рекомендуется располагать в следующей последовательности: у внутренней поверхности должны находиться плотные, малопаропроницаемые материалы; к наружной поверхности располагать малотеплопроводные, пористые, более паропроницаемые слои. Сопротивление теплопередаче стенового ограждения ниже верха обваловки или отмотки на 1 м должно быть не менее его значения выше расположенной части, а при необходимости утепления пола (грунтовые воды и др.) ширину утепляющей зоны следует принимать 1,5 м.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОТОПЛЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ ХРАНЕНИЯ

8.1.1.17 Количество тепла на технологическое отопление Q_0 , Вт, следует определять из уравнения теплового баланса помещений хранения

$$Q_0 = Q_c + Q_n + Q_v - Q_m + Q_{пр}, \quad (10)$$

где Q_c - теплопотери наружными стенами, Вт; Q_n - теплопотери покрытием, Вт; Q_v - расход тепла на вентиляцию, Вт; Q_m - тепловыделение насыпью продукции, Вт; $Q_{пр}$ - расход тепла на нагревание воздуха, выходящего из вентилируемой прослойки в верхнюю зону, Вт.

При отсутствии вентилируемых прослоек у внутренних поверхностей наружных ограждений $Q_{пр} = 0$.
Уравнение (10) в развернутом виде

$$Q_0 = (F_c / R_0^c + F_n / R_0^n + 0,278 G' c_p W / (d_e - d_n))(t_{e,max} - t_n) + F_c^{cm} / R_0^{cm} (t_e - t_{cm}) - q_m F_{np} + 0,278 c_p \gamma_e G l' (t_{e,max} - t_{np}), \quad (11)$$

где 0,278 - переводной коэффициент в единицы измерения СИ; G' - масса хранимой продукции, т; c_p - удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°С); W - влаговыделения насыпи продукции, кг/(т·ч), определяемые по прил. Ж; d_e, d_n - влагосодержание соответственно внутреннего и наружного воздуха, кг/кг; $t_{e,max}$ - расчетная температура внутреннего воздуха для определения количества тепла на технологический обогрев, °С [2]; t_{cm} - температура воздуха в смежном помещении, °С; F_c^{cm}, R_0^{cm} - площадь поверхности, м², и сопротивление теплопередаче, м²·°С/Вт, стены смежного помещения; t_n - расчетная температура наружного воздуха, °С; l' - длина наружных стен с вентилируемой прослойкой, м.

8.1.1.18 Количество агрегатов технологического обогрева следует определять по формуле:

$$n = Q_0 / N_3, \quad (12)$$

где N_3 - мощность отопительного агрегата, Вт.

Тепло следует подавать в верхнюю зону хранилища и в технологические проезды, обеспечивая его равномерное распределение.

8.1.1.19 Количество тепла, необходимое для обогрева других помещений хранилища, следует определять в установленном порядке с учетом требований [2].

ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

8.1.1.20 Приточная вентиляционная система состоит из приточной шахты, вентилятора, магистрального и воздухораспределительного канала.

При установке между приточной шахтой и вентилятором калорифера последний должен иметь обводной канал с клапаном.

8.1.1.21 Для подачи воздуха в насыпь картофеля применяют подпольные или напольные воздухораспределительные каналы постоянного или переменного поперечного сечения. Сечение подпольных каналов рекомендуется выполнять прямоугольным, а напольных - треугольным, угол при вершине рекомендуется принимать равным 90°. Воздухораздающие решетки размещают в покрытии каналов. Допускается сплошное решетчатое покрытие каналов, а также устройство сплошных решетчатых полов с подпольем.

8.1.1.22 Площадь живого сечения воздухоподающих решеток, м², определяют по формуле:

а) при устройстве воздухораспределительных каналов для одного канала

$$S_{ж} = A в q / (k_l V_p 3600), \quad (13)$$

где A - размер насыпи продукции в плане вдоль канала, м; v - расстояние между осями соседних каналов, м [2]; q - интенсивность вентилирования насыпи продукции, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$; k_1 - коэффициент, учитывающий закрытие живого сечения решето с продукцией; $k_1 = 0,5$ (картофель, лук); $k_1 = 0,6$ (капуста, корнеплоды); V_p - средняя скорость воздуха в живом сечении решеток, м/с;

б) при устройстве решетчатого пола площадь живого сечения решеток также определяют по формуле (13) с заменой величины v на B - размер насыпи продукции, перпендикулярный размеру A , м, в горизонтальной плоскости.

8.1.1.23 Интенсивность вентилирования насыпи продукции определяют по формуле

$$q = v G / (AB), \quad (14)$$

где v - удельный расход воздуха, $\text{м}^3/(\text{т} \cdot \text{ч})$ [6]; G - масса насыпи продукции, т.

8.1.1.24 Количество распределительных каналов m , шт., определяют из соотношения

$$m = B / v. \quad (15)$$

8.1.1.25 Площадь поперечного сечения напольного канала должна удовлетворять условию

$$S_k \geq 0,12 S_{ж}. \quad (16)$$

8.1.1.26 Воздухораспределительные каналы должны иметь на входе воздуха шибер или дроссель-клапан с ручным или автоматическим управлением.

8.1.1.27 Коэффициент местного сопротивления (КМС) подпольных каналов, отнесенный к средней скорости во входном сечении, рекомендуется принимать в зависимости от суммарной относительной площади выходных отверстий по табл. 1. КМС напольных каналов с поперечным расположением планок, образующих щели для выхода воздуха, также рекомендуется определять по табл. 1. КМС напольных каналов с продольным расположением планок и внутренним каркасом рекомендуется принимать равным 1,5 и относить к скорости в первом по ходу воздуха суженном сечении, образованном каркасом.

Т а б л и ц а 1 - Коэффициенты местных сопротивлений каналов

Наименование	Обозначение	Коэффициент							
		1	1,5	2	3	4	5	6	10
Относительная площадь выхода	$S_{ж}/S_k$	1	1,5	2	3	4	5	6	10
Коэффициент местного сопротивления	ξ	19	10	6	4	3	2,5	2	1,1

8.1.1.28 К магистральным относят каналы, расположенные между вентилятором и воздухораспределительными каналами. Магистральные каналы должны быть проходными.

8.1.1.29 К магистральному каналу должно быть подсоединено не менее двух вентиляторов. Следует предусматривать дублирование работы вентиляторов. Соединение вентилятора с магистральным каналом рекомендуется выполнять переходным участком с минимальным аэродинамическим сопротивлением.

8.1.1.30 Для подачи воздуха в насыпь продукции следует устанавливать центробежные (радиальные) вентиляторы низкого давления. Допускается использовать осевые вентиляторы, развивающие необходимое давление.

Рекомендуется применять вентиляторы с колесом на валу электродвигателя.

8.1.1.31 Производительность вентилятора, м³/с, подающего воздух в насыпь продукции, определяют исходя из удельного расхода воздуха по формуле

$$L = G v / 3600 S, \quad (17)$$

где S - количество вентустановок.

8.1.1.32 Общее сопротивление приточной вентиляционной сети H_c , Па, выражается формулой

$$H_c = 1,1 (H_{п.ш} + H_{м.к} + H_{в.к} + H_n), \quad (18)$$

где $H_{п.ш}$ - сопротивление приточной шахты, Па; $H_{м.к}$ - сопротивление магистрального канала, Па; $H_{в.к}$ - сопротивление воздухораспределительного канала, Па; H_n - сопротивление насыпи продукции, Па.

8.1.1.33 Потери давления (сопротивление) в приточной шахте и магистральном клапане определяют путем расчета (обычными методами). Например, методом удельных потерь давления. При расчете магистрального канала следует производить увязку сопротивлений по ответвлениям с учетом сопротивления насыпи.

8.1.1.34 Сопротивление воздухораспределительного канала находят по формуле

$$H_{в.к} = \xi P_{д.в.х} = \xi \rho V_{к}^2 / 2, \quad (19)$$

где ξ - коэффициент сопротивления канала определяют по табл. 1; $P_{д.в.х}$ - среднее динамическое давление на входе в канал, Па; $V_{к}$ - средняя скорость воздуха на входе в канал, м/с.

8.1.1.35 Плотность перемещаемого вентилятором воздуха, кг/м³, определяют по формуле

$$\rho = 0,35 P_{бар} / (273+t), \quad (20)$$

где $P_{бар}$ - барометрическое давление, гПа (определяют по СП 60.13330.2010); t - температура воздуха, °С.

Гидравлическое сопротивление насыпи продукции, Па, определяют по прил. И.

8.1.1.36 Подбор вентиляционного оборудования при расчетных значениях производительности вентилятора и сопротивления сети следует производить, пользуясь характеристиками вентиляторов в соответствии с действующими нормативными документами.

8.1.1.37 Мощность электродвигателя вентилятора N_v , кВт, определяют по формуле

$$N_v = L H_c / \eta_v \eta_n 10^3, \quad (21)$$

где η_v - КПД вентилятора; η_n - КПД передачи.

8.1.1.38 КПД вентилятора и частоту вращения определяют по характеристике вентилятора. Передача вращающего момента от электродвигателя к колесу вентилятора осуществляется обычно клиновыми ремнями, для которых $\eta_{\text{п}} = 0,95$. При креплении колеса на валу электродвигателя $\eta_{\text{п}} = 1$.

8.1.1.39 Установленная мощность электродвигателя:

$$N_{\text{уст}} = k N_{\text{в}}, \quad (22)$$

где k - берем из СП 60.13330.2010.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ЛУКА

8.1.1.40 Удельный расход воздуха V , $\text{м}^3 / (\text{т} \cdot \text{ч})$, при тепловой обработке лука различных генераций определяется по формуле:

$$V = v \varepsilon \cdot 3600 / k_1 \rho_{\text{н}} h, \quad (23)$$

где V - скорость фильтрации воздуха через массу продукции, $\text{м}/\text{с}$; ε - плотность насыпи лука, равная 0,36; k_1 - коэффициент запаса, учитывающий непроизводительные потери тепла, равный 0,7; $\rho_{\text{н}}$ - насыпная плотность лука, $\text{т}/\text{м}^3$, равная 0,6; h - высота насыпи лука, м .

8.1.1.41 Скорость фильтрации воздуха v , $\text{м}/\text{с}$, через массу продукции определяется по формуле

$$v = B h / t_{\text{ос}} \tau_{\text{с}}, \quad (24)$$

где B - коэффициент, зависящий от процентного содержания влаги, подлежащей удалению из лука при начальной влажности чешуи 50 %, принимается по табл. 2.

8.1.1.42 В случае поступления на просушку лука с начальной влажностью чешуи, отличающейся от 50 %, в формуле (24) вместо коэффициента B следует принимать из табл. 2 коэффициент B_1 , умноженный на разность между начальной и конечной влажностями чешуи лука.

Т а б л и ц а 2 - Значения коэффициентов в зависимости от генерации лука и среднего диаметра

Коэффициенты B_1 и B	Лук-репка и лук-матка, размеры луковиц, см			Лук-выборок	Лук-севок
	8 - 10	5 - 7	3 - 4		
На 1 % снижения влажности чешуй - коэффициент B_1	3,48	3,76	4,51	5,71	6,95
За весь период сушки при начальной влажности чешуй 50 % - коэффициент B	121,7	131,6	158	200	243,2

8.1.1.43 Процентное содержание влаги η , %, подлежащей удалению из продукции:

$$\eta = \tau_c / 6,6. \quad (25)$$

8.1.1.44 Производительность системы вентиляции L , м³/ч:

$$L = V G_l, \quad (26)$$

где G_l - масса продукции, т, подвергающаяся одновременно тепловой обработке.

8.1.1.45 Мощность вентиляционного оборудования N , кВт, определяется из условия подогрева расчетного количества вентиляционного воздуха до температуры вдуваемого воздуха по формуле

$$N = \kappa_2 c_B L (t_0 - t_{но}) / 3600, \quad (27)$$

где κ_2 - коэффициент, учитывающий потери тепла в воздухораспределительной системе, равный 1,2 - 1,5.

Минимальное значение κ_2 принимается при коротких теплоизолированных воздуховодах, максимальное - при разветвленной системе теплоизолированных воздуховодов; c_B - средняя объемная теплоемкость воздуха, кДж / (м³·°С), равная 1,1; t_0 - температура воздуха, °С, на входе в массу лука, принимаемая равной температуре вдуваемого воздуха при сушке $t_{ос}$ или термической обработке $t_{от}$; $t_{но}$ - температура воздуха, °С на входе в калорифер, определяемая по [1] для данного периода обработки лука.

8.1.1.46 Продолжительность нагрева τ_T , ч, массы лука, поступающего на термическую обработку с начальной температурой 35°С определяется по формуле

$$\tau_T = 8,2 h^{0,74} d_3^{0,26} / v, \quad (28)$$

где d_3 - эквивалентный диаметр луковиц, м, определяемый из соотношения $d_3 = 0,375 d_{cp}$; d_{cp} - средний диаметр луковиц, м, принимаемый по табл. 2; v - скорость фильтрации воздуха, м/с, определяемая по (24) для периода сушки.

8.1.2 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

8.1.2.1 Основными вредными факторами в производственных помещениях в летний период являются тепло - и влаговыделения, а в зимний и переходный периоды - влаговыделения.

8.1.2.2 Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций $R_{тв}^{тп}$, м²·°С/Вт, предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции, имеющих технологические тепло - и влаговыделения, определяют по СП 50.13330-2010. Расчетную температуру t_b , °С, и относительную влажность ϕ_b , %, внутреннего воздуха следует принимать [2].

8.1.2.3 Требуемую толщину утепляющего слоя $\delta_{ут}^{тп}$, м, ограждающей конструкции определяют по формуле

$$\delta_{ут}^{тп} = \lambda_{ут} [R_0^{тп} - (1/a_{в} + 1/a_{н} + \sum(\delta_i/\lambda_i)], \quad (29)$$

где $\lambda_{ут}$ - коэффициент теплопроводности утепляющего слоя, Вт/(м \cdot °С); $a_{в}$, $a_{н}$ - коэффициенты теплоотдачи соответственно внутренней и наружной поверхности ограждающей конструкции Вт/(м 2 °С), принимают по СП 50.13330-2010; δ_i - толщина, м, слоев ограждающей конструкции, принимаемая по конструктивным соображениям; λ_i - коэффициент теплопроводности слоев ограждающей конструкции, принимаемый по СП 50.13330-2010, Вт/(м \cdot °С).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛА НА ОТОПЛЕНИЕ

8.1.2.4 Количество тепла на отопление $Q_{от}$, Вт, определяют по формуле

$$Q_{от} = Q_{т.п} + Q_{в} - Q_{т.в}, \quad (30)$$

где $Q_{т.п}$ - теплопотери помещений, Вт; $Q_{в}$ - количество тепла на нагрев приточного воздуха, Вт; $Q_{т.в}$ - теплопоступления в помещение, Вт.

8.1.2.5 Теплопотери, Вт, помещением определяют по формуле

$$Q_{т.п} = Q_{огр} + Q_{т}, \quad (31)$$

где $Q_{огр}$ - теплопотери ограждающими конструкциями, Вт, определяемые по формуле (32); $Q_{т}$ - теплопотери на нагрев поступающей в помещение тары, Вт, определяемые по формуле (34).

8.1.2.6 Теплопотери ограждающими конструкциями

$$Q_{огр} = \sum F_1^i / R_{0,1}^i (t_{0,3} - t_{н}) + \sum F_2^i / R_{0,2}^i [(t_{0,3} + t_{в,3}) / 2 - t_{н}] + F_2 / R_0^{пок} (t_{0,3} - t_{н}), \quad (32)$$

где F_1^i - площади поверхностей пола, наружных стен и остекленных поверхностей до высоты 4,0 м от пола, м 2 , $R_{0,1}^i$ - сопротивление теплопередаче пола, наружных стен и остекленных поверхностей до высоты 4,0 м от пола, м 2 °С/Вт; $t_{0,3}$ - температура воздуха в обслуживаемой зоне, °С, принимаемая равной нормируемой внутренней температуре для расчетного периода; $t_{н}$ - расчетная температура наружного воздуха, °С, определяемая по параметру Б в СП 60.13330.2010; F_2^i - площади поверхностей наружных стен и остекленных поверхностей на высоте свыше 4,0 м от пола, м 2 ; $R_{0,2}^i$ - сопротивление теплопередаче наружных стен и остекленных поверхностей на высоте свыше 4,0 м от пола, м 2 °С/Вт; $t_{в,3}$ - температура воздуха в верхней зоне, °С, определяют по формуле

$$t_{в,3} = t_{0,3} + \square (h - 4), \quad (33)$$

где Δ - температурный градиент, усредненное значение которого при рассеянном притоке в нижнюю зону помещения принимается по рис. 2, °C/м; h - высота помещения, м; q - граница разделения высоты помещения, м, при определении теплопотерь согласно СП 60.13330.2010; $F_{\text{п}}$ - площадь поверхности покрытия, м², $R_0^{\text{пок}}$ - сопротивление теплопередаче покрытия, м²°C/Вт.

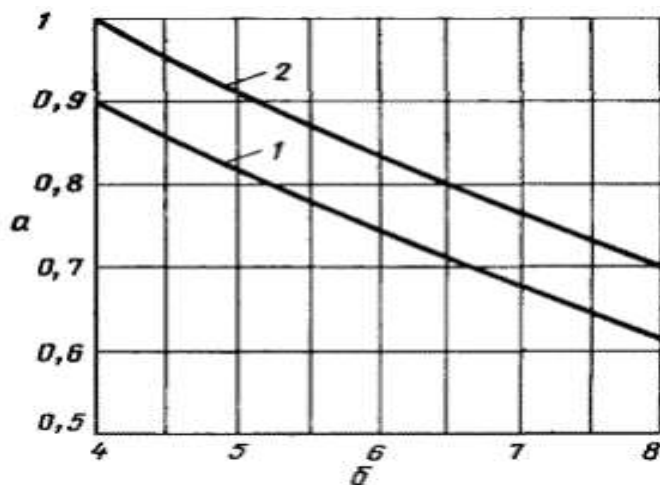


Рисунок 2 - Средние значения температурного градиента Δ , °C/м, в зависимости от высоты помещения и теплонапряженности q , Вт/м³

a - температурный градиент Δ , °C/м; b - высота помещения, м; 1 - до 23 Вт/м³; 2 - до 46 Вт/м³

8.53 Температуру наружного воздуха при расчете отопления и вентиляции для сезонных предприятий следует определять в соответствии с настоящими нормами.

Количество составляющих в формуле (32) зависит от вида ограждающей конструкции и высоты помещения.

8.1.2.7 Теплопотери на нагрев тары, поступающей в помещение,

$$Q_T = \sum P c_T (t_{0,3} - t_T) / 3,6, \quad (34)$$

где P - вес тары, поступающей в помещение, кг/ч; c_T - удельная теплоемкость материала тары, кДж/(кг·°C); t_T - температура материала тары, °C, принимаемая равной расчетной температуре наружного воздуха для отопления.

8.1.2.8 Количество тепла на нагрев приточного воздуха определяют:

$$Q_B = L c_p \gamma (t_{0,3} - t_H) / 3,6, \quad (35)$$

где L - количество наружного воздуха для разбавления влаги в помещении, м³/ч, согласно п.п.5.12; 5.13; $c_p = 1$ кДж/(кг·°С) - удельная теплоемкость воздуха; γ - плотность приточного воздуха, кг/м³; 3,6 - переводной коэффициент в систему СИ.

8.1.2.9 Теплопоступления в помещение $Q_{тв}$, Вт, определяют по формуле

$$Q_{тв} = Q_э + Q_я + Q_{с.м} + Q_{то} + Q_{эо}, \quad (36)$$

где $Q_э$ - теплопоступления от установленных электродвигателей, Вт; $Q_я$ - теплопоступления от обслуживающего персонала, Вт; $Q_{с.м}$ - теплопоступления от смежных помещений, Вт; $Q_{то}$ - теплопоступления от нагретых поверхностей оборудования, Вт; $Q_{эо}$ - теплопоступления от электроосвещения, Вт.

8.1.2.10 Теплопоступления от электродвигателей:

$$Q_э = 10^3 \mu_1 \mu_2 \mu_3 \mu_4 N_{ном}, \text{ Вт} \quad (37)$$

где 10^3 – коэффициент пропорциональности; μ_1 - коэффициент использования установленной мощности, принимаемый в пределах 0,7 - 0,9; μ_2 - коэффициент загрузки (отношение среднего потребления мощности к максимальному), принимаемый равным 0,5 - 0,8; μ_3 - коэффициент одновременности работы машин, принимаемый равным 0,5 - 1 согласно технологическим требованиям; μ_4 - коэффициент, учитывающий ассимиляцию выделяющегося тепла воздухом, принимаемый равным 0,65 - 1; $N_{ном}$ - суммарная номинальная мощность установленных электродвигателей, кВт. Значения коэффициентов μ_1 - μ_4 принимают по справочным данным.

8.1.2.11 Теплопоступления от обслуживающего персонала следует определять по формуле

$$Q_я = п (q_п - q_с), \quad (38)$$

где $п$ - количество обслуживающего персонала, чел.; $q_п$ - полные теплопоступления от одного человека, Вт/чел.; $q_с$ - количество скрытого тепла, расходуемого на испарение влаги, Вт/чел. Величины $q_п$ и $q_с$ следует определять по рис. 3.

Величины $q_п$ и $q_с$ следует определять по рисунку 3.

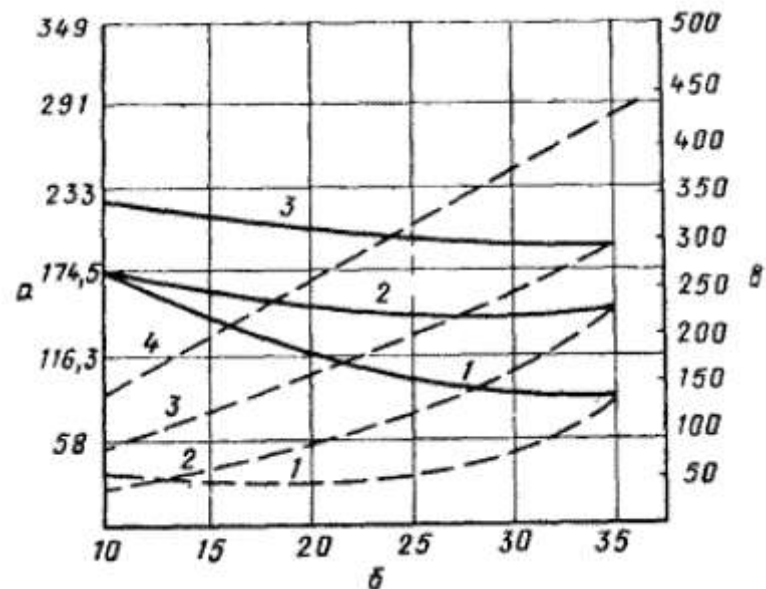


Рисунок 3 - Зависимость количества тепла и влаги, выделяемых человеком, от температуры воздуха в помещении и характера работы
a - тепловыделение, Вт; *б* - температура воздуха, °С; *в* - влаговыделение, г/ч
 — - полное количество тепла, - - - - тепло, идущее на испарение влаги;
 1 - человек в покое; 2 - легкая работа в учреждении; 3 - физическая работа; 4 - тяжелая физическая работа

8.1.2.12 Теплопоступления от смежных помещений определяют по формуле

$$Q_{см} = (1/R_{см}) \Delta t_{см} F_{см}, \quad (39)$$

где $R_{см}$ - сопротивление теплопередаче ограждения, разделяющего смежные помещения, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$; $\Delta t_{см}$ - температурный перепад между смежными помещениями, $^\circ C$; $F_{см}$ - площадь поверхности ограждения, разделяющего смежные помещения, m^2 .

8.1.2.13 Тепловыделения от нагретых поверхностей технологического оборудования принимают по [2] или паспортным данным. Теплопоступления от источников света равны суммарной установленной мощности.

8.1.2.14 Количество единиц отопительного оборудования определяют на основе его единичной мощности и значения $Q_{от}$, а его размещение (с учетом объемно-планировочного решения) должно обеспечивать равномерное распределение температурного поля в объеме помещения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗДУХООБМЕНА В ЗИМНИЙ (ОСЕННИЙ) И ЛЕТНИЙ ПЕРИОДЫ

8.1.2.15 Воздухообмен в производственных помещениях осуществляют локализирующей и общеобменной системами вентиляции.

Локализирующую вентиляцию следует предусматривать от оборудования с большими тепло- и влаговыделениями.

Неулавливаемые местными отсосами и выделенные в цех тепло и влага разбавляются общеобменной вентиляцией до достижения внутренним воздухом нормативных значений температуры и относительной влажности (при работающей в зимний период системе отопления).

Количество воздуха, удаляемого общеобменной вентиляцией, следует определять для двух периодов года - зимнего и летнего - в соответствии с режимом работы производственного помещения.

8.1.2.16 Основными влаговыделениями в помещении являются испарения с открытых поверхностей жидкости, находящейся в технологическом оборудовании W , кг/ч. Значения этих влаговыделений в связи с подвижностью воздуха в помещениях $V > 0,2$ м/с (система воздушного отопления, механическая вентиляция) рекомендуется определять по рис. 4 и 5.

Испарение со смоченной поверхности пола ввиду его эпизодического характера в расчетах не учитывается.

8.1.2.17 При наличии местных отсосов воздухообмен для общеобменной вентиляции в холодный период (количество приточного воздуха) $L_{о.з}^{зим}$, м³/ч, принимается в объеме, равном производительности местных отсосов:

$$L_{о.з}^{зим} = \rho_{м.о} L_{л.в}.$$

8.1.2.18 Количество воздуха $L_{л.в}$, кг/ч, удаляемого местным отсосом при отсутствии данных о его величине, следует определять по формуле

$$L_{л.в} = 3600 f V \rho_{м.о}, \quad (40)$$

где f - площадь расчетного сечения укрытия, м²; V - средняя скорость в расчетном сечении укрытия, принимаемая по указаниям нормативных документов и находящаяся для тепло- и влаговыделений в пределах 0,2 - 0,7 м/с; $\rho_{м.о}$ - масса влажного воздуха, удаляемого местными отсосами, кг/м³.

8.1.2.19 Воздухообмен общеобменной вентиляции для создания допустимой температуры в помещении в летний период определяют по формуле

$$L_{о.з}^{лет} = 3,6 (Q_{т.о} + Q_{огр.л} + Q_{э} + Q_{я}) / (I_2 - I_1), \quad (41)$$

где 3,6 - коэффициент перевода в систему единиц СИ; $Q_{\text{огр.л}}$ - количество тепла, Вт, поступающего в помещение через ограждающие конструкции и световые проемы от солнечной радиации, определяемого по формулам СП 60.13330.2010; I_2 - удельная энтальпия внутреннего воздуха, кДж/кг, определяем по $I - d$ диаграмме с помощью луча процесса ε , кДж/кг:

$$\varepsilon = (Q_{\text{т.о}} + Q_{\text{огр.л}} + Q_3 + Q_4 \cdot 3,6) / W_a; \quad (42)$$

I_1 - удельная энтальпия приточного воздуха, кДж/кг.

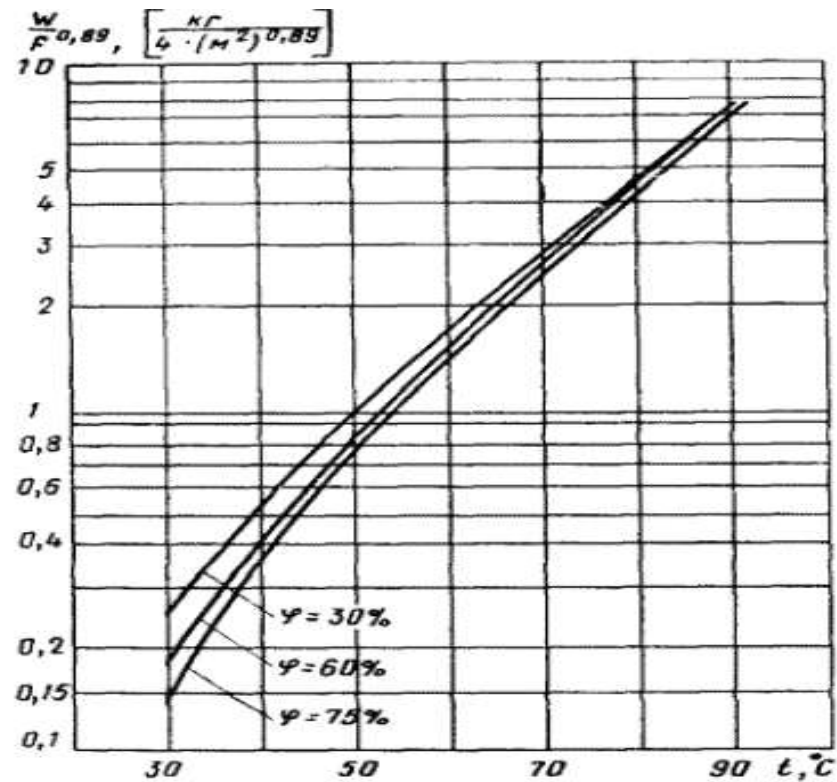


Рисунок 4 - Влаговыведения с открытой водной поверхности технологического оборудования в зависимости от относительной влажности внутреннего воздуха φ , % и температуры воды t , $^{\circ}\text{C}$, для $t_{\text{в}} = 16^{\circ}\text{C}$, $P_{\delta} = 1,01 \cdot 10^5$ Па

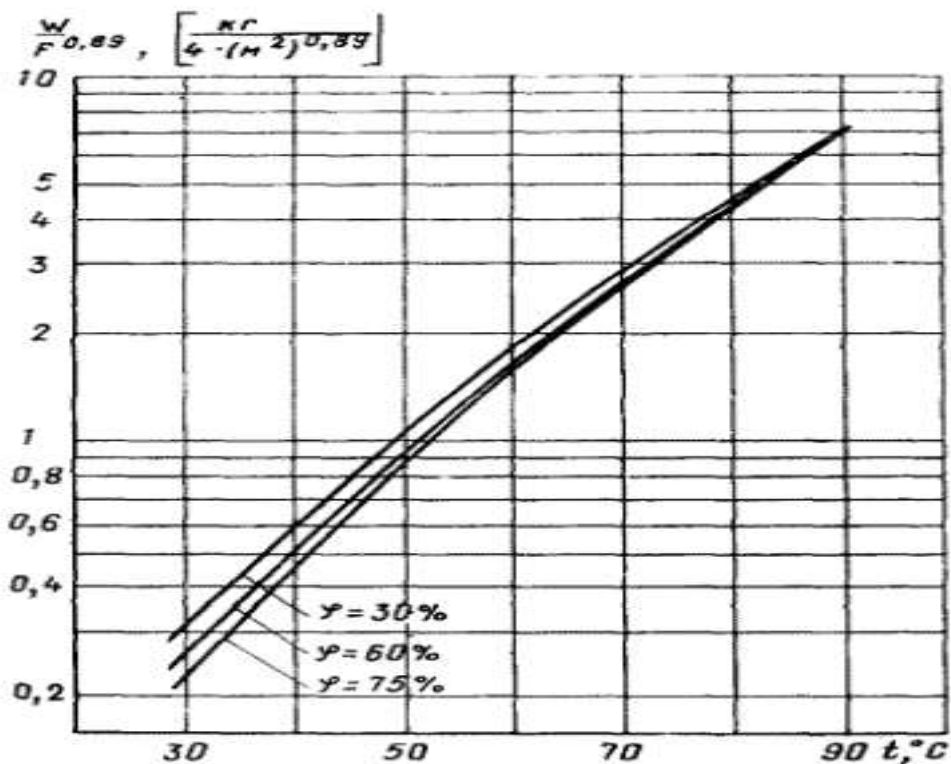


Рисунок 5 - Влаговыведения с открытой водной поверхностью технологического оборудования в зависимости от относительной влажности внутреннего воздуха φ , %, и температура воды t , $^\circ\text{C}$, для $t_w = 22 ^\circ\text{C}$ и $P\delta = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}$

ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ РАСЧЕТНЫЕ РЕЖИМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

8.1.2.20 Значительное выделение конвективного и лучистого тепла, загрязнение воздуха рабочих помещений вредными выделениями и их распространение должны предотвращать следующие мероприятия:

источники выделений конвективного или лучистого тепла (вакуум-аппараты, подогреватели, сушилки, трубопроводы и т.п.) должны иметь соответствующую теплоизоляцию. Температура внешних поверхностей оборудования, установленного в рабочих помещениях, не должна превышать значений, приведенных в СанПиН 2.2.1/2.1.1.2361-08 с изменениями 2009 г, СП 60.13330.2010, СП 2.2.1.1312-03;

технологическое оборудование со значительными влаговыведениями должно быть герметизировано или иметь крышки, укрытия в виде кабин, кожухов, шкафов, зонтов с местными отсосами водяных паров;

процессы со значительными выделениями пыли (производство тары и др.) должны быть изолированы от других производственных процессов. Оборудование или части его, являющиеся источниками выделений пыли, должны быть укрыты и максимально герметизированы.

8.1.2.21 Зимний и летний расчетные режимы следует обеспечивать с помощью отопления и механической приточно-вытяжной вентиляции.

При наличии общеобменной вентиляции вытяжка должна, как правило, осуществляться из верхней зоны помещения. Продолжительность работы локализирующей вентиляции следует определять по времени работы оборудования, от которого предусмотрены местные отсосы.

8.1.2.22 Следует предусматривать блокировку работы вытяжного вентиляционного оборудования локализирующей и общеобменной вентиляции с технологическим оборудованием, от которого предусматриваются местные отсосы.

8.1.2.23 В зимний и летний периоды в производственных помещениях может иметь место несколько вариантов распределения количества вентиляционного воздуха между локализирующей и общеобменной вентиляцией:

$$\begin{array}{l}
 \text{I} \quad \left. \begin{array}{l} L_{л.в} = L_{о.в} \\ L_{л.в} = L_{о.в} \\ L_{л.в} < L_{о.в} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{а) для зимнего периода} \\ \\ \text{б) для летнего периода} \end{array} \\
 \\
 \text{II} \quad \begin{array}{ll} L_{л.в} < L_{о.в} & \text{для зимнего периода} \\ L_{л.в} < L_{о.в} & \text{для летнего периода} \end{array} \\
 \\
 \text{III} \quad L_{л.в} = 0.
 \end{array}$$

В варианте I для зимнего (случай а) периодов основное вентиляционное оборудование следует выбирать по количеству воздуха, удаляемого локализирующей вентиляцией, а для случая б (условия летнего режима) необходимо устанавливать дополнительное вентиляционное оборудование. Дополнительные приточно-вытяжные установки (устройства) выбирают по количеству воздуха, м³/ч, равному

$$L_{т.в.}^{лет} - L_{о.в.}^{зим}$$

Для варианта II основное приточное вентиляционное оборудование следует выбирать по производительности общеобменной вентиляции, а основное вытяжное вентиляционное оборудование при работе местных отсосов - по количеству воздуха

$$L_{0.в}^{ЗИМ} - L_{л.в}$$

В зимний период в зависимости от уровня допустимой относительной влажности воздуха в помещении возможна работа вентиляционной системы на рециркуляцию.

В летний период года вентиляция должна обеспечивать производительность $L_{0.в}^{ЛЕТ}$. Производительность дополнительного вентиляционного оборудования - $L_{0.в}^{ЛЕТ} - L_{0.в}^{ЗИМ}$.

Для варианта III основное приточно-вытяжное вентиляционное оборудование следует выбирать по количеству воздуха $L_{0.в}^{ЗИМ}$, дополнительное - по количеству воздуха $L_{0.в}^{ЛЕТ} - L_{0.в}^{ЗИМ}$.

8.1.2.24 При переходе на летний режим отключают отопление и включают дополнительные приточно-вытяжные вентиляционные установки общеобменной вентиляции, которые при совместной работе с основными установками зимнего периода обеспечивают условия летнего периода. Приточный воздух подают в помещение в соответствии с требованиями в СанПиН 2.2.1/2.1.1.2361-08 с изменениями 2009 г, СП 60.13330.2010, СП 2.2.1.1312-03.

8.1.2.25 Отопление всех производственных помещений должно быть воздушным, совмещенным с приточной вентиляцией и устройством дежурного водяного или парового отопления. Отопление регулируют по температуре воздуха в рабочей зоне.

8.2 НЕСТАЦИОНАРНЫЙ РЕЖИМ

8.2.1 ЗДАНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ, ОВОЩЕЙ ФРУКТОВ

8.2.1.1 Теплотехнический расчет хранилищ для картофеля, овощей и фруктов в нестационарном режиме следует выполнять в соответствии со СП 50.13330.2010, СП 2.2.1.1312-03 в СанПиН 2.2.1/2.1.1.2361-08 с изменениями 2009 г, СП 60.13330.2010 и нормами настоящего раздела.

8.2.1.2 Теплотехнический расчет хранилищ для картофеля, овощей и фруктов в нестационарном режиме следует выполнять с использованием программных средств типа «ПОСОХ», «FEMLAB», «COMSOL».

8.2.1.3 «ПОСОХ» - специализированное программное средство для теплотехнического расчета хранилищ для картофеля, овощей и фруктов в нестационарном режиме при проектировании и эксплуатации хранилищ.

8.2.1.4 Проектирование на основе ПС "ПОСОХ" осуществляется путем выбора геометрических и теплофизических параметров ограждающих конструкций, характеристик работы инженерного оборудования, обеспечивающих в хранилищах требуемый температурно-влажностный режим (микроклимат).

8.2.1.5 Параметры хранения определяются в зависимости от климатической зоны и вида хранимой продукции.

8.2.1.6 Вариантное проектирование выполняется с учетом типа хранилища, периода хранения (зимнего, летнего) и режимов вентиляции.

8.2.1.7 Расчет взаимосвязанного теплопереноса в хранилище для выбранного промежутка времени следует выполнять согласно приложению Г.

8.2.1.8 Прогноз микроклимата в хранилище в случае неблагоприятных условий следует выполнять путем моделирования ситуаций на основе характеристик:

- температуры окружающей среды;
- температуры и относительной влажности вентиляционного воздуха на входе в насыпь;
- расхода вентиляционного воздуха на 1 тонну хранимой продукции;
- температуры воздуха в верхней зоне хранилища;
- удельной мощности источников тепла для обогрева верхней зоны.

8.2.1.9 Работа с ПС "ПОСОХ" выполняется по схеме:

- загрузка с диска пользовательских исходных данных для их экранного редактирования и использования в расчете;
- сохранение измененных пользователем исходных данных на диске в файле с выбранным пользователем именем;
- сохранение результатов расчета для последнего временного шага в файле на диске, причем имя для этого файла совпадает с именем файла исходных данных
- выбор типа хранилища для последующего моделирования;
- выбор вида хранимой продукции из базы данных;
- расчет температурных и влажностных полей в хранилище для выбранного пользователем расчетного периода;
- отображение на экране результатов расчета (промежуточных и окончательного) в различных графических формах;
- сохранение результатов расчета в виде таблиц для всех промежуточных состояний (или с шагом, выбранным пользователем) в файле на диске;
- просмотр и редактирование исходных данных на экране дисплея.

8.2.1.10 Подготовку исходных данных для расчета следует выполнять на основе Перечня решаемых задач приложения В.

ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное)

Перечень нормативных документов

Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Градостроительный кодекс Российской Федерации

Земельный кодекс Российской Федерации

СП 19.13330.20011 – Генеральные планы сельскохозяйственных предприятий.

СП 12.13130-2009 – Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

СП 56.13330.2010 – Производственные здания.

СП 43.13330.2010 – Сооружения промышленных предприятий

СП 57.13330.2010 – Складские здания

СП 3.13130.2009 – Система противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей на пожаре.

Требования пожарной безопасности.

СП 4.13130.2009 – Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструкторским решениям.

СП 8.13130.2009 – Система противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности.

СП 2.13130 .2009 - Система противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.

СП 7.13130.2009 – Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования.

СП 5.13130.2009 – Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

СП 1.13130.2009 – Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы.

СП 30.13330.2010 – Внутренний водопровод и канализация зданий.

СП 29.13330.2011 – Полы.

СП 60.13330.2010 – Отопление, вентиляция и кондиционирование.

СП 50.13330.2010 – Тепловая защита зданий.

СП 2.2.1.1312-03 – Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.

СНиП 31-04-2001 – Складские здания.

СНиП 21-01-97

СНиП 23.01-99*- Строительная климатология

СНиП 2.11.02-87 Холодильники

ГОСТ 23838 -89 – Здания предприятий. Параметры.

ГОСТ Р51232-98 – Вода питьевая. Определение содержания летучих галогенорганических соединений газожидкостной хроматографией.

ГОСТ 12.1.005-88* - ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

СанПин 2.1.4.116-02

СанПиН 2.2.1/2.1.1.2361-08 – Санитарно-защитные зоны

РДС 35-201-98 - Порядок реализации требований доступности для инвалидов к объектам социальной инфраструктуры.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное)

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем документе использованы следующие термины с соответствующими определениями:

Комплексное предприятие (комплекс) по хранению, обработке и переработке плодоовощной продукции представляет собой совокупность зданий и сооружений, связанных между собой общим технологическим процессом хранения, послепослеуборочной и предреализационной обработки продукции и переработки нестандартной части продукции, обеспечивающим безотходное производство и поточную механизацию трудоемких процессов.

Секция - это объемно-планировочный элемент хранилища, образованный помещениями для размещения картофеля и овощей, инженерного оборудования по созданию требуемого микроклимата и транспортным коридором, позволяющим объединить секции между собой и с сортировальным пунктом. Секция, как правило, устраивается изолированной и представляет собой законченный объект.

Камера - изолированное помещение, предназначенное для хранения плодоовощной продукции, оборудованное системой поддержания микроклимата.

Приемно-сортировальный пункт (ПСП) представляет собой совокупность зданий и сооружений производственного, подсобного и вспомогательного назначения, расположенных на одной территории и связанных общим технологическим процессом приемки, сортировки и реализации продукции. На ПСП осуществляется централизованное управление процессом передачи продукции из хозяйства и распределение ее между получателями в соответствии с договорами контракции и графиками реализации.

Станция предварительного охлаждения (СПУ) представляет собой сооружение, оснащенное холодильным оборудованием, предназначенным для быстрого охлаждения плодоовощной продукции перед длительной транспортировкой.

Сезонное предприятие-предприятие или участки, сроки работы которых соответствуют периоду поступления свежего сырья.

Сырьевая площадка-площадка для кратковременного хранения сырья под навесом или в закрытом помещении.

Нагрузка- механическая сила, прилагаемая к строительным конструкциям и (или) основанию здания или сооружения и определяющая их напряженно-деформированное состояние.

Строительная конструкция – часть здания или сооружения, выполняющая определенные, несущие, ограждающие и (или) эстетические функции.

Приложение В (добровольное)

Перечень решаемых задач

Теплофизические процессы, происходящие в хранилище

Процессы, происходящие в хранилище:

- биологические процессы, происходящие в насыпи (штабеле) хранимой продукции;
- тепломассообмен продукции с вентиляционным воздухом;
- процессы, обусловленные влиянием окружающей среды .

С точки зрения моделирования этих процессов в ПС "ПОСОХ" рассматриваются:

- дыхание элементов хранимой продукции (саморазогрев продукции);
- испарительное охлаждение продукции вентиляционным воздухом;
- лучистый теплообмен между верхним слоем продукции и поверхностью покрытия;
- конвективный теплообмен между окружающей средой и поверхностью ограждения, включая инфильтрацию воздуха через щели, имеющиеся в ограждениях хранилища;
- передача тепла через ограждения теплопроводностью;
- лучистый теплообмен между ограждением и экраном, отделяющим продукцию от наружных стен.

Все моделируемые процессы являются, взаимосвязанными, нестационарными и при моделировании это учитывается.

Способы и принципы хранения

В основном, при хранении сочного сельскохозяйственного сырья, используются два способа хранения: хранение навалом и хранение в контейнерах. Как указано в многочисленных работах на эту тему, оба эти способа имеют и достоинства и недостатки. ПС "ПОСОХ" позволяет промоделировать и навалное и контейнерное хранение.

Продукция хранится в наземных или заглубленных (полузаглубленных) хранилищах. Расчетные схемы для этих хранилищ имеют существенные различия, хотя общая математическая модель одна и та же.

Различают хранилища с активной и общеобменной вентиляцией. ПС "ПОСОХ" позволяет промоделировать различные режимы вентиляции, а именно:

- непрерывная вентиляция продукции с маленьким расходом вентиляционного воздуха;
- периодическая вентиляция продукции с большим расходом вентиляционного воздуха.

Основные режимы хранения

Наиболее продолжительными и характерными для всех видов хранящейся продукции являются два режима хранения:

- охлаждение (доведение температуры продукции до оптимальной для хранения температуры);
- собственно хранение.

Моделирование этих двух режимов различается тем, что для охлаждения пользователь задает начальную температуру, с которой начинается охлаждение и конечную температуру, которая и является температурой хранения для данного вида продукции.

Примечание: при моделировании следует учесть, что на температуру хранения, исходя из технологии, накладываются жесткие ограничения. Перепад температур при хранении не может превышать 2-3 градусов.

Воздушно-тепловая защита хранилищ

Окружающая среда оказывает влияние, в первую очередь, на периферийные слои продукции: боковые и верхние. Толща же насыпи практически не подвержена внешнему влиянию. Поэтому возникает необходимость защитить периферийные слои продукции.

Защита реализуется в раздельном режиме, а именно:

- для защиты боковых слоев используется воздушная прослойка, в которую с определенной скоростью подается воздух с заданной температурой с целью уменьшить влияние окружающей среды;
- для защиты верхних слоев продукции используются источники тепла, они подогревают поверхность покрытия, тем самым уменьшая неблагоприятный для продукции лучистый теплообмен ее верхних слоев с поверхностью покрытия.

Типы хранилищ применительно к ПС "ПОСОХ"

Наземное хранилище с вентилируемой воздушной прослойкой

Наземное хранилище с вентилируемой воздушной прослойкой с точки зрения моделирования происходящих в нем процессов теплообмена является наиболее общим случаем и математическая модель описания этих процессов для данного типа хранилищ является общей для всех рассматриваемых в ПС "ПОСОХ" типов хранилищ.

Для хранилища с вентилируемой воздушной прослойкой рассматриваются следующие процессы:

- теплообмен наружной стены с окружающей средой;
- инфильтрация воздуха через щели наружной стены;
- передача тепла теплопроводностью через наружную стену;
- передача тепла конвекцией и теплопроводностью в воздушной прослойке;
- передача тепла теплопроводностью через отделяющий экран
- лучистый теплообмен между поверхностями наружной стены и отделяющего экрана
- конвективный теплообмен между продукцией и вентиляционным воздухом;
- массообмен между продукцией и воздухом;
- экзотермический процесс дыхания элементов продукции;
- передача тепла через насыпь теплопроводностью;
- конвективный теплообмен между верхним слоем насыпи и верхней зоной;
- лучистый теплообмен между поверхностью продукции и поверхностью покрытия;
- передача тепла теплопроводностью через покрытие;
- теплообмен покрытия с окружающей средой.

Все эти процессы описываются уравнениями и граничными условиями двумерной нестационарной физико-математической модели для хранилища с вентилируемой воздушной прослойкой (приложение 2).

Заглубленные хранилища

Для заглубленных хранилищ применяется та же самая математическая модель. Отличие от хранилища с вентилируемой воздушной прослойкой состоит в том, что для заглубленной части хранилища рассматривается теплообмен не с окружающей средой, а с грунтом. Кроме этого, данный тип хранилища не содержит воздушной прослойки.

Контейнерные хранилища

Для контейнерных хранилищ математическая модель не меняется, но место воздушной прослойки занимает боковой канал. В ПС "ПОСОХ" рассматривается не контейнерное хранилище, а тепломассобменные процессы для отдельно взятого контейнера, что практически не снижает точность решения задачи.

Задачи, решаемые с помощью ПС "ПОСОХ"

ПС "ПОСОХ" позволяет определить температуры в любой точке хранилища и влажность в насыпи (штабеле) хранимой продукции. ПС "ПОСОХ" позволяет проектировщику на основе полученных значений температур и влажности путем вычислительного эксперимента выбрать теплозащитные характеристики ограждающих конструкций и параметры инженерного оборудования, обеспечивающие оптимальный микроклимат для всего периода эксплуатации хранилища в зависимости от климатической зоны и вида хранимой продукции.

ПС "ПОСОХ" позволяет просчитать различные нештатные ситуации, возникающие при эксплуатации хранилища и выбрать те значения параметров инженерного оборудования, которые обеспечат выход из такой ситуации с наименьшими потерями.

Как пользоваться ПС "ПОСОХ": После запуска файла POSOH.EXE на экране появится Главное Меню (рис. 1). Выбор пунктов меню осуществляется клавишами управления



Рисунок В1

Каждый из пунктов главного меню (рис. 1) реализует доступ к подготовке целого блока исходных данных или выполняет функции работы с дисковыми файлами, просмотра результатов и т. д.

"Файл"

Этот пункт главного меню предназначен для загрузки исходных данных из файла, уже имеющегося на диске, и сохранению отредактированных данных в файле.

"Продукт"

ПС "ПОСОХ" позволяет моделировать процесс хранения различных видов продуктов. Данный пункт позволяет выбрать вид продукта и его теплофизические характеристики, изменять их и записать в файл исходных данных для непосредственно расчета. Информация о виде продукта и его теплофизических характеристиках хранится в базе данных, которая входит в комплект поставки ПС "ПОСОХ".

"Хранилище"

Данный пункт главного меню позволяет выбрать тип хранилища, а затем, через подменю "Параметры" и "Схема" - теплофизические характеристики материалов ограждающих конструкций, скорости инфильтрации через ограждения, коэффициенты теплообмена (лучистого и конвективного), параметры грунта для заглубленного хранилища, а также геометрические параметры ограждающих конструкций и самой насыпи(штабеля) продукции.

"Климат"

При проектировании хранилищ учитываются не только его тип, но и климатические особенности района, для которого оно проектируется. Поэтому в "ПОСОХ" есть возможность установить среднесуточную температуру окружающей среды и амплитуду суточного изменения температуры окружающей среды, и, если это необходимо, изменять их значения. Эти задачи и решает "Климат".

"Режим"

Существует несколько режимов хранения продукции, причем для разных ее видов перечень этих режимов может меняться. Но два основных режима есть обязательно. Это режим подготовки продукции к хранению, то есть постепенное доведение температуры продукции от начальной до температуры, при которой согласно технологии, она должна храниться. Такой режим называется охлаждением. Второй режим - непосредственно хранение, для которого задаются минимально допустимая и максимально допустимая температуры продукции. Задачи выбора режима, установки и изменения вышеперечисленных величин и решает "Режим".

"Расчет"

После выбора вида продукта, типа хранилища, режима хранения и параметров окружающей среды для данного климатического района, для окончательной подготовки исходных данных к расчету, требуется ввести параметры вентиляционного воздуха, мощность источников тепла в верхней зоне, а также начальные условия (для момента времени, равного началу расчетного периода),

продолжительность расчетного периода, временной шаг, сетку для решения задачи определения температурно-влажностных полей в хранилище конечно-разностным методом и некоторые другие величины.

Их ввод, изменение и просмотр реализуются пунктом главного меню "Расчет". В "Расчет" имеется также пункт "Начало расчета", активизация которого и запускает расчетную часть ПС "ПОСОХ" на выполнение.

"Результаты"

ПС "ПОСОХ" реализует просмотр результатов расчета от промежуточного до конечного, представленных в различных графических и табличной формах. После окончания расчета результаты расчета для конечного момента расчетного периода сохраняются в файле, имеющем такое же имя, как имя файла исходных данных, но расширение ".OUT". В этом же файле сохраняется информация о длине расчетного периода, сетке и других величинах. Пункт "Результат" реализует просмотр результатов, соответствующих конечному моменту расчетного периода для соответствующего варианта исходных данных.

"Выход"

Этот пункт не нуждается в объяснениях, за исключением того, что Вы можете выйти, сохранив всю информацию (исходные данные и результаты) в файлах с выбранным Вами именем или не сохраняя ее.

Кроме перечисленных пунктов главного меню после запуска расчетной программы имеется доступ к еще одной системе меню, которая реализует работу с результатами расчета в процессе расчета и после его окончания. Та же система меню будет доступна при работе с пунктом главного меню "Результаты".

Особенности редактирования информации и сохранения изменений

При вводе и редактировании информации доступ к элементу исходных данных осуществляется клавишей <ENTER>. После ее нажатия Вы можете вводить числовую информацию. Сохранение уже отредактированной информации осуществляется повторным нажатием клавиши <ENTER>.

При работе с пунктами главного меню "Хранилище" и "Расчет" необходимо для сохранения ВСЕЙ отредактированной в этих пунктах меню информации установить цветной прямоугольник на "Сохранить изменения" или "Готово" и нажать клавишу <ENTER>.

Только в этом случае информация сохранится в отредактированном виде. В противном случае останется лишь тот вариант, который был до редактирования

Загрузка и сохранение исходных данных и результатов расчета

Для подготовки исходных данных к расчету прежде всего необходимо сделать данные, хранящиеся в файле на диске доступными пользователю для просмотра и изменения. Поэтому после запуска ПС "ПОСОХ" в работу цветной прямоугольник "подсвечивает" первый пункт главного меню - пункт "Файл".

По нажатию клавиши <ENTER> Вы получите доступ к подменю "Загрузить", "Новый" и "Сохранить" (рис. В2).



Рисунок В2

При установке "подсветки" на пункт "Загрузить" и <ENTER> на экране появится сообщение "Введите имя файла" и рядом "Noname". Это означает, что если Вы хотите работать с последним вариантом, для которого что-то изменили, но не сохранили его на диске с определенным именем, то Вы можете работать с файлом с именем "Noname", в котором все эти изменения сохраняются автоматически.

Если Вам не нравятся практически все значения исходных данных и Вы хотите все начать с "нуля", то "подсветите" подменю "Новый" и нажмите <ENTER>. В результате почти для всех элементов исходных данных будут установлены нулевые значения.

Выбор вида продукта и его теплофизических характеристик

Вернувшись с помощью клавиши <ESC> в главное меню, установите "подсветку" на пункт "Продукт" и нажмите клавишу <ENTER>. Появится картинка, изображенная на рис. В3.

Файл	Продукт	Хранилище	Климат	Режим	Расчет	Результаты	Выход
	Вид продукта					Картофель	
	Тепло дыхания при 0° С, Вт/т					10.0	
	температурный коэффициент дыхания, 1/° С					0.0617	
	теплопроводность насыпи, Вт/м·° С					0.52	
Картофель	емкость насыпи, Дж/кг·° С					3560.0	
Свекла	тепловая плотность, Кг/м ³					1080.0	
Морковь	емкость насыпи, доли единицы					0.4	
Яблоки	теплопроводность насыпи, 10 ⁻⁸ ·м ² /с					12.73	
	тепловая поверхность насыпи, м ² /м ³					173.0	
	испарительная способность насыпи, доли единицы					0.012	

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ
 ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
 ХРАНИЛИЩ
 ДЕМОСТРАЦИОННАЯ ВЕРСИЯ
 © Ахсофт г. Орел 1995 г.

Рисунок В3

При работе с исходными данными, загруженными из существующего файла, в графе "Вид продукта" стоит название продукта, а рядом его теплофизические характеристики, взятые из Вашего файла. Если Вы захотите изменить вид продукта, нажмите <ENTER> и у Вас появятся названия продуктов, теплофизические характеристики которых хранятся в базе данных, входящей в комплект поставки ПС "ПОСОХ". Вы можете отредактировать эти характеристики и записать в файл исходных данных с определенным именем или именем "Noname", берущимся по умолчанию. Все изменения пойдут только в файл исходных данных (Ваш файл).

"Хранилище" и связанная с ним информация

При выборе "Хранилище" на экране появится картинка, изображенная на рис. В4. Теперь можно выбрать тип хранилища и получить доступ к подменю "Параметры" и "Схема". В ПС "ПОСОХ" реализовано моделирование процессов хранения для трех типов хранилищ:

- наземное с воздушной прослойкой навалного типа;
- заглубленное (полузаглубленное) навалного типа;
- контейнерное.

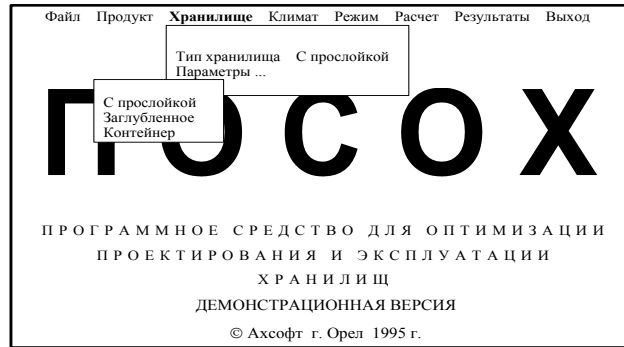


Рисунок В4

После нажатия <ENTER> в графе "Тип хранилища" стоит тип, взятый из файла исходных данных. Если нужно поменять тип хранилища, следует "подсветить" "Тип хранилища" и <ENTER>.

В зависимости от выбранного типа хранилища при работе с подменю "Параметры" и "Схема" осуществляется доступ к информации в соответствии с выбранным типом.

При выборе типа "Хранилище с прослойкой" на экране появится картинка, изображенная на рис. В5.

ХРАНИЛИЩЕ С ПРОСЛОЙКОЙ			
Покрытие		Боковое ограждение	
Теплопроводность, Вт/м. ⁰ С	0.18	Теплопроводность, Вт/м. ⁰ С	0.81
Теплоемкости, Дж/кг. ⁰ С	2300.0	Теплоемкости, Дж/кг. ⁰ С	880.0
Плотность, Кг/м ³	500.0	Плотность, Кг/м ³	1800.0
Скорость инфильтрации через покрытие, М/сек	0.0005	Скорость инфильтрации через бок. огражд., М/сек	0.0005
Коэф. теплообмена между покр. и окр. средой, Вт/ м ² . ⁰ С	20.0	Коэф. теплообмена между бок. огр. и окр. средой, Вт/ м ² . ⁰ С	23.0
Коэф. лучистого теплообмена между покрытием и верх. слоем насыпи, Вт/ м ² . ⁰ С	2.7	Экран	
Коэф. конвективного теплообмена между покрытием и верх. зоной, Вт/ м ² . ⁰ С	0.000001		
Прослойка		Экран	
Скорость воздуха на входе, М/с	1.0	Теплопроводность, Вт/м. ⁰ С	0.4
Температура воздуха на входе, ° С	4.0	Теплоемкости, Дж/кг. ⁰ С	
		Плотность, Кг/м ³	3.6
		Коэф. лучистого теплообмена между экраном и внутр. поверх. бок. огр., Вт/ м ² . ⁰ С	
Сохранение изменения			

Рисунок В5

Получен доступ к материалам (их теплоемкости, плотности, теплопроводности) ограждающих конструкций, к коэффициентам лучистого и конвективного теплообмена, к скорости и температуре воздуха, подаваемого в воздушную прослойку.

Для части этих исходных данных значения следует взять из справочников. Это:

- теплоемкость, плотность, теплопроводность конструкционных материалов;
- коэффициенты конвективного теплообмена между воздухом и поверхностью ограждений.

При выборе температуры воздуха на входе в воздушную прослойку следует исходить из того, что с одной стороны нужно подвести достаточно тепла к наружным ограждениям, а с другой - не допустить перегрева нижних слоев хранимой продукции.

При изменении типа хранилища на заглубленное хранилище появится картинка, изображенная на рис. В6.

ЗАГЛУБЛЕННОЕ ХРАНИЛИЩЕ			
Покрытие		Боковое ограждение	
Теплопроводность, Вт/м ^{° С}	0.18	Теплопроводность, Вт/м ^{° С}	0.81
Теплоемкости, Дж/кг ^{° С}	2300.0	Теплоемкости, Дж/кг ^{° С}	880.0
Плотность, Кг/м ³	500.0	Плотность, Кг/м ³	1800.0
Скорость инфильтрации через покрытие, М/сек	0.0005	Скорость инфильтрации через бок. огражд., М/сек	0.0005
Коэф. теплообмена между покр. и окр. средой, Вт/ м ² .° С	20.0	Коэф. теплообмена между бок. огр. и окр. средой, Вт/ м ² .° С	23.0
Коэф. лучистого теплообмена между покрытием и верх. слоем насыпи, Вт/ м ² .° С	2.7	Грунт	
Коэф. конвективного теплообмена между покрытием и верх. зоной, Вт/ м ² .° С	0.000001	Температура грунта внизу, ° С	5.0
		Коэф. теплообмена между грунтом и стеной, Вт/ м ² .° С	100000.0

Сохранение изменения

Рисунок В6

Основное отличие "Параметров" для заглубленного хранилища состоит в том, что для него задается температура грунта у заглубленной части и коэффициент теплообмена между грунтом и заглубленной частью стены.

"Параметры для "Контейнера" (рис. В7) отличаются от "Параметров" для первых двух типов. "Контейнер" представляет собой контейнер с продукцией с и с воздушными каналами по бокам.

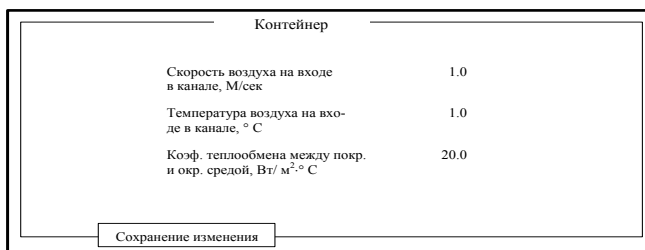


Рисунок В7

Хранилище с прослойкой. При установке цветного прямоугольника на "Схему" и <ENTER> на экране появится картинка, изображенная на рис. В8

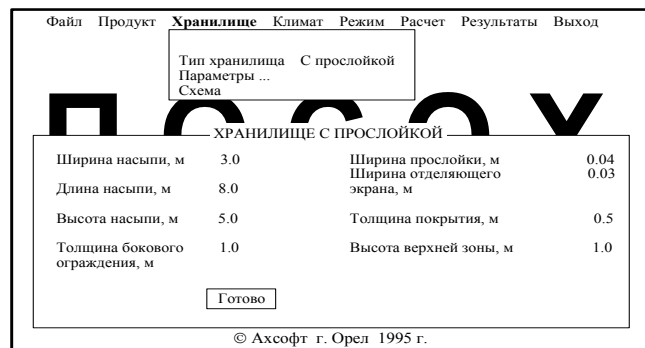


Рисунок В8

"Схема" позволяет выбрать геометрические параметры ограждающих конструкций и ширину воздушной прослойки. Если Вы изменили какой-нибудь из параметров или несколько, то для сохранения изменений необходимо установить цветной прямоугольник на "Готово" и нажать <ENTER>.

Аналогичная информация будет доступна при работе с пунктом "Схема" и для других типов хранилищ (рис. В9 и рис. В10).

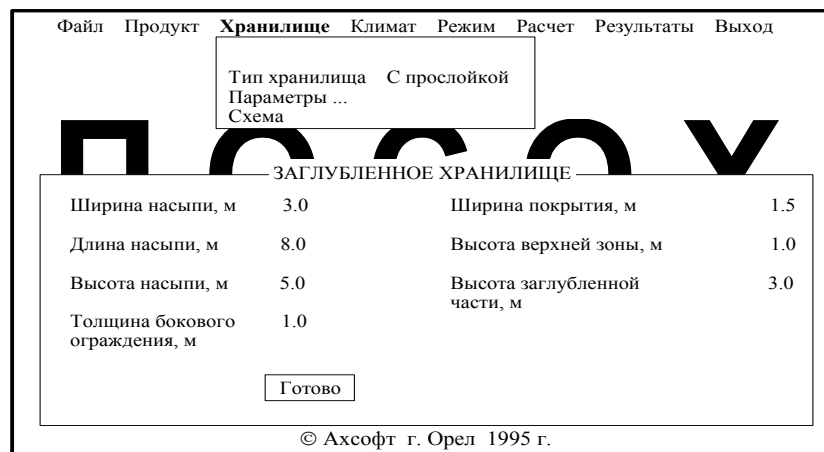


Рисунок В9

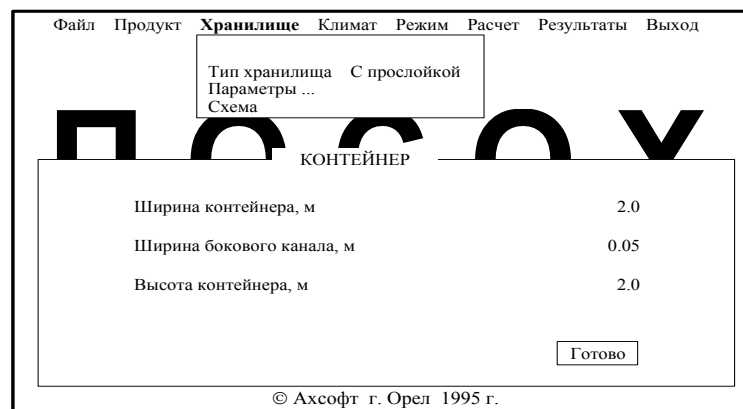


Рисунок В10

При выборе пункта "Климат" появится картинка, изображенная на рисунке 11. Для расчета ограждающих конструкций на теплоустойчивость можно задать среднесуточную температуру окружающей среды и амплитуду изменения температуры окружающей среды в течении суток. Задав эти величины можно промоделировать изменение температуры ограждающих конструкций при гармоническом изменении температуры наружного воздуха в течение суток.

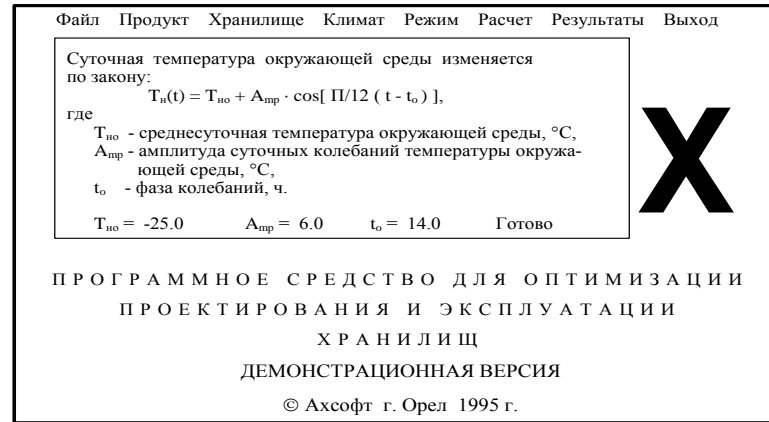


Рисунок В11

Режимы хранения и связанные с ними величины

При выборе пункта "Режим" на экране появится картинка, изображенная на рис. В12.

Режим "Охлаждение" (рис. В13) реализован следующим образом: если насыпь охладилась до температуры вентиляционного воздуха, то температура вентиляционного воздуха автоматически уменьшается на 3 градуса; если температура насыпи равна температуре в конце охлаждения, введенной в пункте "Режим", то расчет заканчивается.



Рисунок В12

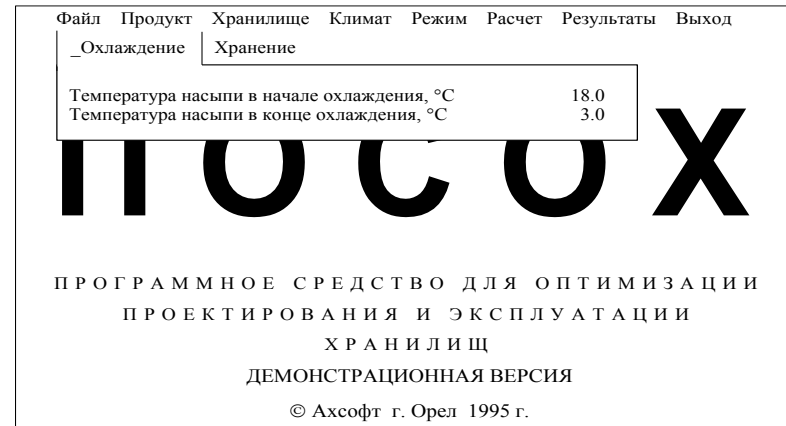


Рисунок В13

Для режима охлаждения задаются две величины: в начальный момент, когда продукция еще теплая после уборки и в конечный момент, когда температура продукции доведена до температуры основного хранения. Для картофеля это 18 градусов и 3 градуса. Если выбран режим "Хранения", то для него задаются две величины: минимально и максимально допустимые температуры продукции. Для картофеля это 2 градуса и 4 градуса. Эта информация понадобится, когда выполняется работа с результатами расчета.

Работа с пунктом главного меню "Расчет"

Основной пункт главного меню, завершающий подготовку исходных данных - пункт "Расчет" (рис. В14).

Файл	Продукт	Хранилище	Климат	Режим	Расчет	Результаты	Выход
Расход воздуха в насыпи, м ³ /т·ч (G _{вв})							10.0
Влажность воздуха на входе в насыпь, доли единицы (Ф)							1.0
Температура воздуха на входе в насыпь, °С (Т _{вв})							1.0
Продолжительность расчетного периода, ч (τ)							10.0
Шаг по времени, ч (Δτ)							1.0
Температура верхней зоны, °С (Т _{вз})							2.0
Удельная мощность источников тепла в верхней зоне, Вт/м ² (Q _н)							0.0
Коэф. конвективного теплообмена между вентил. возд. и насыпью (А)							
Начальные условия							
Сетка							
Начало расчета ...							
ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ХРАНИЛИЩ ДЕМОНСТРАЦИОННАЯ ВЕРСИЯ © Ахсофт г. Орел 1995 г.							

Рисунок В14

Активизировав этот пункт, Вы получите доступ к величинам, непосредственно влияющим на продукцию, к начальным условиям моделирования, к сетке разбиения зон, количество которых и названия для разных типов хранилища различаются, как и начальные условия. Кроме этого, в этом пункте главного меню Вы получаете доступ к коэффициенту конвективного теплообмена между насыпью и вентиляционным воздухом (рис. В15).

Этот коэффициент можно задать формулой $C1 + C2 \cdot V$ в степени γ , где V , м/с - это скорость продувки насыпи (штабеля). Под эту формулу подходят многочисленные формулы, имеющиеся в литературе. Различия лишь в коэффициентах. Коэффициент конвективного теплообмена между продукцией и воздухом оказывает большое влияние на получаемые при расчете значения температур.

Файл	Продукт	Хранилище	Климат	Режим	Расчет	Результаты	Выход
Расход воздуха в насыпи, м ³ /т·ч (G _{на})					10.0		
Влажность воздуха на входе в насыпь, доли единицы (Ф)					1.0		
Температура воздуха на входе в насыпь, °С (T _{на})					1.0		
Продолжительность расчетного периода, ч (τ)					0.0		
Шаг по времени, ч (Δτ)					1.0		
Температура верхней зоны, °С (T _{вз})					2.0		
Удельная мощность источников тепла в верхней зоне, Вт/м ² (Q _н)					0.0		
Козф. конвективного теплообмена между вентил. возд. и насыпью (А)							
Начальные условия							
Кэффициент конвективного теплообмена между вентиляцион- ным воздухом и насыпью вычисляется по формуле вида:							
$\alpha = C1 + C2 \cdot V^\gamma$							
где							
V - скорость воздуха в насыпи,							
C1, C2, γ - числовые константы.							
Введите новые константы:							
C1= 0.0		C2= 16.0		γ= 0.0		Готово	
© Ахсофт г. Орел 1995 г.							

Рисунок В15

Величинами, непосредственно влияющими на микроклимат в насыпи, являются также:

- температура вентиляционного воздуха на входе в штабель(насыпь). Обычно эта температура на 3-4 градуса ниже, чем температура продукции.
- расход воздуха в насыпи. Для непрерывного вентилирования рекомендуем задавать расход 10-15 куб. метров на тонну в час, для прерывистого режима - 100-350 куб. м. на тонну в час.
- относительная влажность воздуха, подаваемого в насыпь. Рекомендуем задавать ее в пределах 95-100%.
- температура окружающей среды. Задается в зависимости от времени года и района, для которого проводится моделирование.
- температура верхней зоны;
- удельная мощность источников тепла в верхней зоне.

В подменю: "начальные условия" и "сетка" (рис. В16 и рис. В17).

задаются начальные условия и сетка разбиения зон хранилища, а также временной шаг

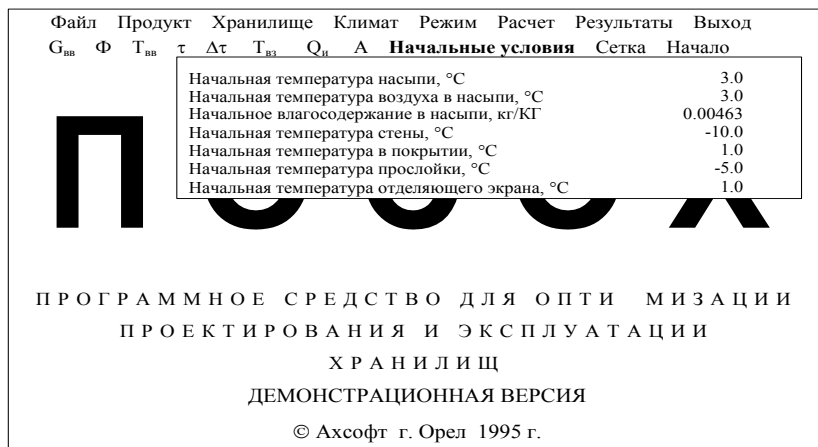


Рисунок В16

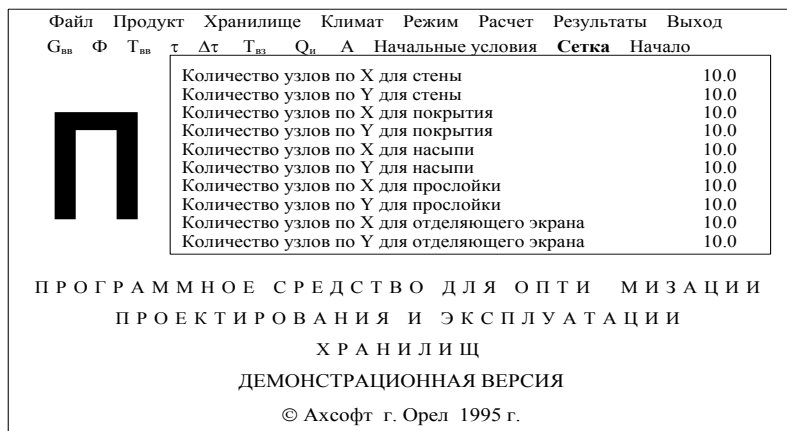


Рисунок В17

При решении задачи большое влияние на быстроту и точность счета оказывает сетка разбиения зон хранилища, а также временной шаг. Рекомендуется шаг, равный одному часу. Но Вы можете и сетку и шаг по времени задавать по своему выбору.

Результаты

После задания всех параметров следует установить цветной прямоугольник на пункт "Начало расчета" и нажать клавишу <ENTER>. Экран переходит в графический режим. На экране появится общий вид хранилища (точнее, его расчетной схемы) с разбиением на узлы для каждой зоны согласно выбранной сетки. Справа имеется еще одна система меню, но уже для работы с формами представления результатов.

С ее помощью Вы можете выбрать зону, для которой Вы будете наблюдать динамику температур и влажности в процессе расчета, форму представления результатов для этой зоны (для разных зон формы также могут быть разные). Кроме этого, Вам предоставляется "Рамка", с помощью которой Вы можете выделить прямоугольником область на общем виде или для уже выбранной зоны с целью уточнения для этой области всех результатов и более укрупненного просмотра. Вам предоставляется возможность выхода в главное меню для дальнейшей работы с ПС "ПОСОХ".

Выбор зоны

Установите "подсветку" на интересующую Вас зону и нажмите <ENTER>. Предположим, что выбрана "Насыпь". На экране появится расчетная схема для насыпи. Для нее приведены все имеющиеся формы представления результатов расчета. "Насыпь" выбрана потому, что для нее работают все формы представления результатов, имеющиеся в ПС "ПОСОХ". Для других зон работает только часть этих форм.

Формы графического представления результатов расчета

В ПС "ПОСОХ" имеются следующие формы графического представления результатов расчета:

- изотермы;
- линии равного влагосодержания (аналог изотерм);
- графики зависимости температуры в выбранной зоне от координат X и Y, причем получается зависимость и от X и от Y одновременно. Изменение второй координаты имитируется цветами.
- графики зависимости относительной влажности в насыпи(штабеле) от обеих координат;
- графики зависимости влагосодержания от обеих координат Кроме этого имеются еще две формы представления результатов, дающие наиболее наглядное представление о процессах, происходящих в насыпи (штабеле).

Первая из них - это "Т. зоны" (температурные зоны). Для насыпи рассматриваются три температурные зоны:

- переохлаждения;
- нормального хранения (в режиме "Охлаждение" температура в конце охлаждения плюс минус 0.5 градуса;
- перегрева.

Точки насыпи, температуры в которых ниже минимальной, составляют зоны переохлаждения (белый цвет). Точки, температуры в которых выше максимальной, составляют зоны перегрева (красный цвет). Все остальные точки составляют зоны нормального хранения.

"Конденсат" - здесь рассматриваются две зоны: нормы и конденсата. Точки насыпи, относительная влажность воздуха над которыми больше 100% (голубой цвет), составляют зоны выпадения конденсата. Все остальные нормы (серый цвет).

Все формы представления результатов предоставляются не только для выбранной зоны, но и для всего хранилища или любой, выбранной "Рамкой", области.

Работа с ПС "ПОСОХ" в процессе расчета и после его окончания

После "Начала расчета" на экране появляется общий вид хранилища (расчетной схемы) и справа - меню. Если Вы выберете какую-нибудь зону или все хранилище, войдете в " Результаты " и выберете интересующую Вас форму их представления, то на экране появится картинка, соответствующая начальному распределению температур и влажности, т. е. "Начальным условиям". После того как картинка полностью нарисована, для начала (продолжения) расчета нужно нажать клавишу <Пробел>. Для прерывания расчета и возврата в меню для выбора другой формы представления результатов или другой зоны для дальнейшего просмотра в процессе расчета, нужно нажать клавишу <ESC>. Если Вы довели расчет до конца, то есть просчитали весь расчетный период, то сообщение о продолжении расчета исчезнет, а останется только "ESC-меню" и Вы получаете возможность просмотреть все формы представления результатов для любой зоны для последнего временного шага, то есть в конечный момент расчетного периода. Результаты расчета для этого момента времени сохраняются в файле либо с тем же именем, что и соответствующий файл исходных данных, либо по умолчанию в файле "Noname.out". Теперь Вы можете вернуться в главное меню и войдя в пункт "Результаты", но уже главного меню ПС "ПОСОХ", просмотреть все результаты для последнего временного шага в любой форме и в любой зоне, то есть работа с пунктом "Результаты" полностью идентична работе с результатами в процессе расчета, за исключением того, что здесь никакой расчет не проводится.

Таблицы

Во время расчета автоматически формируется файл "KUA.TXT", в котором сохранены результаты расчетов на каждом временном шаге в виде таблиц.

Описание демонстрационного примера

Описание исходных данных для расчета

Демонстрационный пример представляет собой расчет для хранилища с прослойкой полей температуры и влажности по исходным данным из файла "PROSL.INP", входящего в комплект поставки ПС "ПОСОХ".

Моделирование тепломассобменных процессов проводится для кирпичного хранилища, хранимая продукция - картофель, способ хранения - навалный. Параметры хранимой продукции:

- тепло дыхания при 0°C, Вт/т	10.0;
- температурный коэффициент дыхания, 1/°C	0.0617;
- теплопроводность насыпи, Вт/м·°C	0.52;
- теплоемкость насыпи, Дж/кг·°C	560.0;
- физическая плотность, Кг/м ³	1080.0;
- пористость насыпи, доли единицы	0.4;
- температуропроводность насыпи, 10 ⁻⁸ ·м ² /с	12.73;
- удельная поверхность насыпи, м ² /м ³	173.0;
- испарительная способность насыпи, доли единицы	0.012.

Насыпь картофеля вентилируется воздухом, подаваемым снизу через решетчатые полы. Режим вентилирования - непрерывный. Расход воздуха на 1 тонну хранимой продукции принимается равным 10 куб.м./час.

Временной шаг - 1 час. Среднесуточная температура окружающей среды --25°C . В хранилище предусмотрена воздушно-тепловая защита, включающая вентилируемую воздушную прослойку и источники тепла в верхней зоне.

Воздух в воздушную прослойку подается со скоростью 1 м/с, что при ширине прослойки 0.04м обеспечивает ламинарный режим течения (Re < 2300). Температура воздуха на входе в прослойку принимается равной 4 °C. Относительная влажность подаваемого в насыпь воздуха равна 100%. Удельная мощность источников тепла в верхней зоне равна 20 Вт/кв.м. Начальные условия и сетка для расчета в точности соответствуют рис. В16 и рис. В17.

Результаты расчета

После текстового файла KUA.TXT приведены рисунки с формами графического представления результатов расчета. Это изотермы, "Температурные зоны" и "Влагосодержание" для насыпи продукции.

Файл KUA.TXT – числовые значения расчетных характеристик

***** 10.час. *****

распределение температур в наружной стене

y=	.000	-22.10	-19.20	-16.30	-13.40	-10.50	-7.60	-4.70	-1.80	1.10
y=	.500	-22.83	-19.80	-16.99	-14.48	-12.27	-10.28	-8.37	-6.41	-4.31
y=	1.000	-22.84	-19.82	-17.03	-14.58	-12.46	-10.58	-8.80	-6.99	-5.04
y=	1.500	-22.84	-19.83	-17.05	-14.62	-12.53	-10.69	-8.97	-7.24	-5.38
y=	2.000	-22.85	-19.84	-17.07	-14.65	-12.57	-10.76	-9.08	-7.39	-5.60
y=	2.500	-22.85	-19.84	-17.08	-14.66	-12.60	-10.81	-9.16	-7.51	-5.77
y=	3.000	-22.85	-19.85	-17.09	-14.68	-12.63	-10.85	-9.22	-7.60	-5.90

y=	3.500	-22.85	-19.85	-17.09	-14.69	-12.65	-10.88	-9.27	-7.68	-6.00
y=	4.000	-22.85	-19.85	-17.10	-14.70	-12.67	-10.91	-9.31	-7.74	-6.10
y=	4.500	-22.85	-19.86	-17.11	-14.71	-12.68	-10.93	-9.35	-7.80	-6.18
y=	5.000	-22.86	-19.86	-17.11	-14.72	-12.70	-10.96	-9.39	-7.85	-6.26

распределение температур в прослойке

y=	.500	1.62	3.27	3.81	3.95	3.98	3.98	3.91	3.67	2.93
y=	1.000	.35	2.51	3.49	3.84	3.94	3.92	3.76	3.30	2.27
y=	1.500	-.41	1.86	3.13	3.68	3.85	3.82	3.58	2.97	1.84
y=	2.000	-.93	1.33	2.77	3.48	3.73	3.70	3.38	2.67	1.52
y=	2.500	-1.32	.89	2.42	3.26	3.58	3.55	3.19	2.42	1.27
y=	3.000	-1.63	.52	2.10	3.02	3.41	3.39	2.99	2.20	1.06
y=	3.500	-1.89	.20	1.80	2.79	3.23	3.21	2.80	1.99	.88
y=	4.000	-2.11	-.08	1.52	2.55	3.03	3.03	2.61	1.81	.72
y=	4.500	-2.30	-.33	1.25	2.31	2.82	2.84	2.42	1.64	.58
y=	5.000	-2.45	-.55	1.01	2.08	2.61	2.65	2.25	1.51	.56

распределение температур в отделяющем экране

y=	.500	1.26	1.27	1.27	1.28	1.29	1.30	1.32	1.33	1.34
y=	1.000	.69	.71	.73	.75	.77	.79	.81	.83	.86
y=	1.500	.35	.38	.40	.43	.45	.48	.51	.54	.56
y=	2.000	.11	.14	.17	.20	.23	.26	.30	.33	.36
y=	2.500	-.07	-.04	.00	.03	.06	.10	.13	.17	.20
y=	3.000	-.22	-.18	-.15	-.11	-.08	-.04	.00	.04	.07
y=	3.500	-.35	-.31	-.27	-.23	-.19	-.15	-.12	-.08	-.04
y=	4.000	-.46	-.42	-.38	-.34	-.30	-.26	-.22	-.18	-.14
y=	4.500	-.55	-.51	-.47	-.42	-.38	-.33	-.29	-.25	-.21
y=	5.000	-.64	-.60	-.55	-.50	-.46	-.41	-.37	-.32	-.28

распределение температур воздуха в насыпи

y=	.000	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
y=	.500	1.69	1.72	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70

y= 1.000	2.15	2.21	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18
y= 1.500	2.45	2.53	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
y= 2.000	2.64	2.74	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
y= 2.500	2.77	2.87	2.88	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85
y= 3.000	2.85	2.96	2.97	2.97	2.97	2.94	2.95	2.95	2.95
y= 3.500	2.90	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02
y= 4.000	2.93	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06
y= 4.500	3.01	3.14	3.14	3.14	3.14	3.14	3.14	3.14	3.14
y= 5.000	3.01	3.14	3.14	3.14	3.14	3.14	3.14	3.14	3.14

распределение влагосодержания в насыпи

y= .000	.00402	.00402	.00402	.00402	.00402	.00402	.00402	.00402	.00402
y= .500	.00423	.00424	.00424	.00424	.00424	.00424	.00424	.00424	.00424
y= 1.000	.00437	.00439	.00439	.00439	.00439	.00439	.00439	.00439	.00439
y= 1.500	.00446	.00449	.00449	.00449	.00449	.00449	.00449	.00449	.00449
y= 2.000	.00452	.00455	.00455	.00455	.00455	.00455	.00455	.00455	.00455
y= 2.500	.00456	.00460	.00460	.00460	.00460	.00460	.00460	.00460	.00460
y= 3.000	.00459	.00462	.00462	.00462	.00462	.00462	.00462	.00462	.00462
y= 3.500	.00460	.00464	.00464	.00464	.00464	.00464	.00464	.00464	.00464
y= 4.000	.00461	.00465	.00465	.00465	.00465	.00465	.00465	.00465	.00465
y= 4.500	.00464	.00468	.00468	.00468	.00468	.00468	.00468	.00468	.00468
y= 5.000	.00466	.00470	.00470	.00470	.00470	.00470	.00470	.00470	.00470

распределение влажности в насыпи

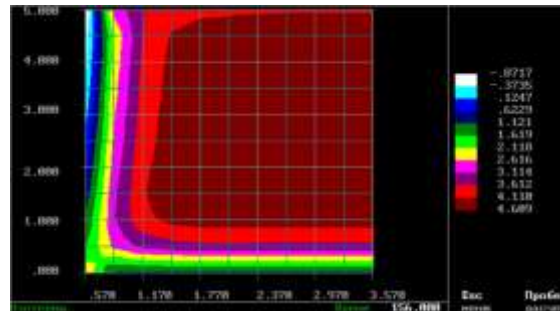
y= .000	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
y= .500	100.00	100.00	100.15	100.15	100.15	100.15	100.15	100.15	100.15
y= 1.000	100.00	100.00	100.21	100.21	100.20	100.20	100.20	100.20	100.20
y= 1.500	100.00	100.00	100.21	100.21	100.20	100.20	100.20	100.20	100.20
y= 2.000	100.00	100.00	100.19	100.19	100.18	100.18	100.18	100.18	100.18
y= 2.500	100.00	100.00	100.00	100.16	100.16	100.16	100.16	100.15	100.15
y= .000	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.13	100.13	100.13	100.13

y= .500	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
y= .000	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
y= .500	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
y= .000	100.51	100.54	100.55	100.54	100.54	100.54	100.54	100.54	100.54

температура покрытия

y= .000	19.48	19.48	19.48	19.48	19.48	19.48	19.48	19.48	19.48
y= .050	6.65	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67
y= .100	-1.68	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67
y= .150	-6.31	-6.30	-6.30	-6.30	-6.30	-6.30	-6.30	-6.30	-6.30
y= .200	-8.60	-8.60	-8.60	-8.60	-8.60	-8.60	-8.60	-8.60	-8.60
y= .250	-9.78	-9.78	-9.78	-9.78	-9.78	-9.78	-9.78	-9.78	-9.78
y= .300	-10.71	-10.71	-10.71	-10.71	-10.71	-10.71	-10.71	-10.71	-10.71
y= .350	-12.08	-12.08	-12.08	-12.08	-12.08	-12.08	-12.08	-12.08	-12.08
y= .400	-14.56	-14.56	-14.56	-14.56	-14.56	-14.56	-14.56	-14.56	-14.56
y= .450	-18.61	-18.61	-18.61	-18.61	-18.61	-18.61	-18.61	-18.61	-18.61
y= .500	-24.03	-24.03	-24.03	-24.03	-24.03	-24.03	-24.03	-24.03	-24.03

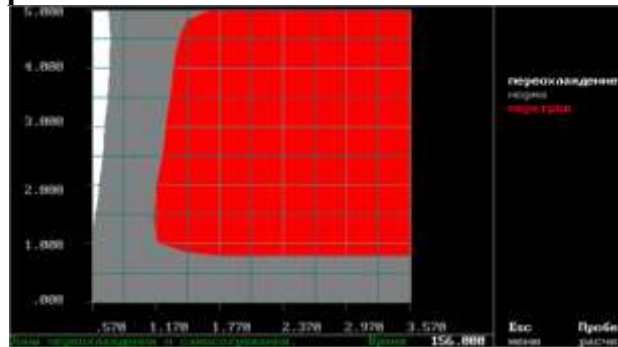
Изотермы в насыпи через 156 часов



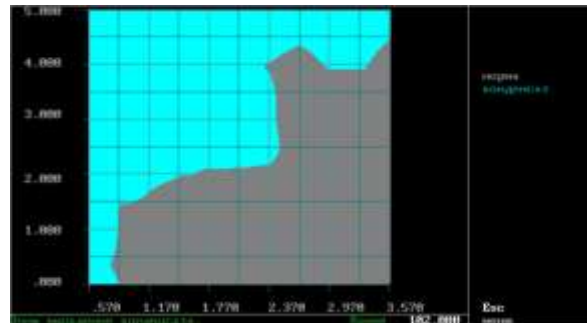
Конденсат в насыпи через 156 часов



Зоны перегрева, нормы и переохлаждения через 156 часов



Конденсат в насыпи через 102 часа



ПРИЛОЖЕНИЕ Г (добровольное)

Взаимосвязанный тепловлагодобмен

Б.1 Взаимосвязанный тепловлагодобмен биологической продукции в хранилище следует определять с учетом термодинамических процессов в ЭБС, внешних тепловых воздействий через конструкции хранилищ, тепловых возмущений, вносимых инженерным оборудованием.

Б.2 Взаимосвязанный теплообмен следует определять последовательным решением комплекса тепловых задач (рис.Г1).

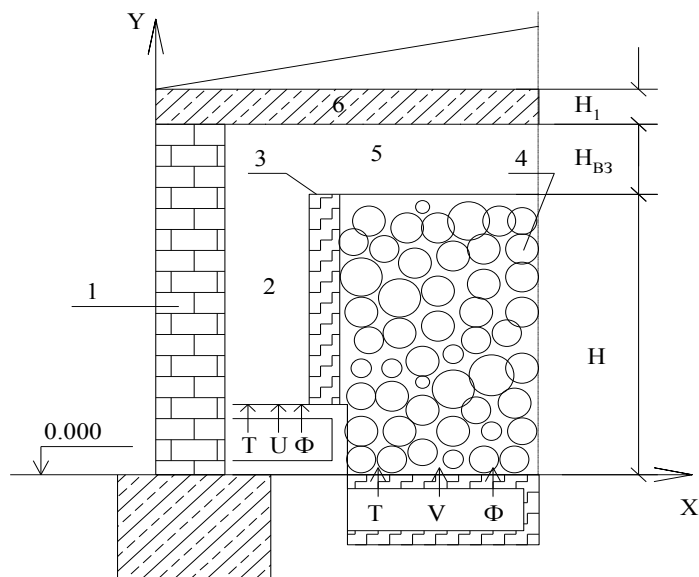


Рисунок Г1 - Хранилище с воздушной прослойкой.

1 - наружная стена; 2 - воздушная прослойка; 3 - отделяющий экран; 4 - насыпь продукции; 5 - верхняя зона; 6 - покрытие; H - высота насыпи; $H_{ВЗ}$ - высота верхней зоны; H_1 - высота покрытия; T - температура вентиляционного воздуха; Φ - относительная влажность воздуха; V - скорость воздуха в прослойке; U - скорость воздуха в насыпи.

Б.3 Комплекс тепловых задач

Б.3.1 Теплопроводность бокового ограждения

$$\frac{\partial T_1}{\partial \tau} + W_x \frac{\rho_B c_B}{(\rho c)_1} \frac{\partial T_1}{\partial x} = a_1 \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_1}{\partial y^2} \right). \quad (1)$$

Б.3.2 Энергия воздуха в воздушной прослойке

$$\frac{\partial T_B}{\partial \tau} + u(x) \frac{\partial T_B}{\partial y} = a_B \frac{\partial^2 T_B}{\partial x^2} + dissF. \quad (2)$$

Б.3.3 Теплопроводность отделяющего экрана

$$\frac{\partial T_2}{\partial \tau} = a_2 \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_2}{\partial y^2} \right). \quad (3)$$

Б.3.4 Энергия насыпи продукта

$$\begin{aligned} \frac{\partial T_M}{\partial \tau} = & \frac{1}{c_n} q_o e^{bT_M} - \frac{\beta q_n F_H \varepsilon_H E}{\rho_H c_H} (f(T_M) - d) + \\ & + \hat{a}_M \left(\frac{\partial^2 T_M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_M}{\partial y^2} \right) - k_1 (T_M - T_{BB}) \end{aligned} \quad (4)$$

Б.3.5 Энергия воздуха в насыпи продукта

$$\frac{\partial T_{BB}}{\partial \tau} + u_x \frac{\partial T_{BB}}{\partial x} + u_y \frac{\partial T_{BB}}{\partial y} = \hat{a}_B \left(\frac{\partial^2 T_{BB}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_{BB}}{\partial y^2} \right) + k_2 (T_i - T_{BB}). \quad (5)$$

Б.3.6 Диффузия влаги в воздухе

$$\frac{\partial d}{\partial \tau} + u_x \frac{\partial d}{\partial x} + u_y \frac{\partial d}{\partial y} = \frac{D}{\varepsilon} \left(\frac{\partial^2 d}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 d}{\partial y^2} \right) + \frac{\beta F_H \varepsilon_H E}{\rho_\varepsilon \varepsilon} (f(T_M) - d). \quad (6)$$

Б.3.7 Теплопроводность покрытия

$$\frac{\partial T_n}{\partial \tau} = a_n \left(\frac{\partial^2 T_n}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_n}{\partial y^2} \right). \quad (7)$$

Б.3.8 Движение воздуха в насыпи для смешанной конвекции

$$\frac{\partial u_x}{\partial \tau} + u_x \frac{\partial u_x}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_x}{\partial y} = -\frac{1}{\rho_B} \frac{\partial P}{\partial x} - \frac{u_x}{\rho_B w} F(w), \quad (8)$$

$$\frac{\partial u_y}{\partial \tau} + u_x \frac{\partial u_y}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_y}{\partial y} = -\frac{1}{\rho_B} \frac{\partial P}{\partial y} - \frac{u_y}{\rho_B w} F(w) - \beta_o g (T_{BB} - T_c). \quad (9)$$

Б.3.9 Неразрывность движения воздуха

$$\frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_y}{\partial y} = 0. \quad (10)$$

Б.3.10 Начальные условия ($\tau=0$)

$$\begin{aligned} T_1(x, y, 0) &= T_{10} ; \\ T_B(x, y, 0) &= T_{B0} ; \\ T_2(x, y, 0) &= T_{20} ; \\ T_M(x, y, 0) &= T_{M0} ; \\ T_{BB}(x, y, 0) &= T_{BBO} ; \\ d(x, y, 0) &= d_0 ; \\ T_n(x, y, 0) &= T_{no} ; \\ u_x(x, y, 0) &= u_{xo} ; \\ u_y(x, y, 0) &= u_{yo} . \end{aligned}$$

Б.3.11 Граничные условия по оси 0X

Б.3.11.1. Теплообмен на границе: окружающая среда - боковое ограждение ($x=0$):

$$(1-p)\lambda_1 \left. \frac{\partial T_1}{\partial x} \right|_{x=0} = \alpha_H (T_1|_{x=0} - T_H); \quad \alpha_H = \alpha_K + \alpha_\sigma.$$

Б.3.11.2. Теплообмен на границе: боковое ограждение - воздушная прослойка ($x=l_1$):

$$\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial x} \Big|_{x=l_1} = \lambda_B \frac{\partial T_B}{\partial x} \Big|_{x=l_1} + \alpha_{l_1} (T_2|_{x=l_2} - T_1|_{x=l_1}),$$

$$T_1|_{x=l_1} = T_B|_{x=l_1}.$$

Б.3.11.3. Теплообмен на границе: воздушная прослойка - отделяющий экран ($x=l_2$):

$$\lambda_B \frac{\partial T_B}{\partial x} \Big|_{x=l_2} + \alpha_{l_1} (T_2|_{x=l_2} - T_B|_{x=l_2}) = \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial x} \Big|_{x=l_2},$$

$$T_B|_{x=l_2} = T_2|_{x=l_2}.$$

Б.3.11.4. Теплообмен на границе: отделяющий экран - насыпь продукции ($x=l_3$)

$$\lambda_M \frac{\partial T_M}{\partial x} \Big|_{x=l_3} = \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial x} \Big|_{x=l_3}, \quad T_2|_{x=l_3} = T_M|_{x=l_3} = T_{BB}|_{x=l_3}.$$

Б.3.11.5. Условия на оси симметрии ($x=l_4$)

$$\frac{\partial T_M}{\partial x} \Big|_{x=l_4} = \frac{\partial T_{BB}}{\partial x} \Big|_{x=l_4} = \frac{\partial T_n}{\partial x} \Big|_{x=l_4} = \frac{\partial d}{\partial x} \Big|_{x=l_4} = 0.$$

Б.3.11.6. Условие влагонепроницаемости отделяющего экрана:

$$\frac{\partial d}{\partial x} \Big|_{x=l_3} = 0.$$

Б.3.12 Граничные условия по оси OY

Б.3.12.1. Условия при $y=0$:

$$T_1|_{y=0} = T_1(x),$$

$$T_B|_{y=0} = T_{B_{Bx}},$$

$$T_2|_{y=0} = T_{2_{Bx}}.$$

Б.3.12.2 На выходе из вентиляционных каналов:

$$T_{BB}|_{y=0} = T_{BB_{Bx}}, \quad d|_{y=0} = f(T_{BB_{Bx}}, \Phi).$$

Б.3.12.3 Для остальной части нижней границы насыпи:

$$T_{BB}|_{y=0} = \theta_1, \quad \frac{\partial d}{\partial y}|_{y=0} = 0.$$

Б.3.12.4 Теплообмен на границе: насыпь продукта - верхняя зона хранилища (y=h)

$$-\lambda \frac{\partial T_M}{\partial y}|_{y=h} = \alpha_{k2} (T_M|_{y=h} - T_{B3}) + \alpha_{l2} (T_M|_{y=h} - \dot{Q}_i|_{y=h_1}),$$

$$\frac{\partial^2 d}{\partial y^2}|_{y=h} = 0$$

$$\frac{\partial^2 T_{BB}}{\partial y^2}|_{y=h} = 0$$

- “мягкие” условия стабилизации градиентов температуры воздуха и влагосодержания.

Б.3.12.5. Теплообмен на границе: верхняя зона - покрытие (y=h₁)

$$-\lambda_n \frac{\partial T_{nn}}{\partial y}|_{y=h_1} = \alpha_{k2} (T_n|_{y=h_1} - T_{B3}|_{y=h_1}) + \alpha_{l2} (T_M|_{y=h} - T_n|_{y=h_1}) + Q_i.$$

Б.3.12.6. Теплообмен на границе: покрытие - окружающая среда ($y=h_2$)

$$-\lambda_n \frac{\partial T_n}{\partial y} \Big|_{y=h_2} = \alpha_H (T_n|_{y=h_2} - T_M).$$

Б.3.13.1. Граничные условия для уравнений движения (вынужденная конвекция) (рис. Г2)

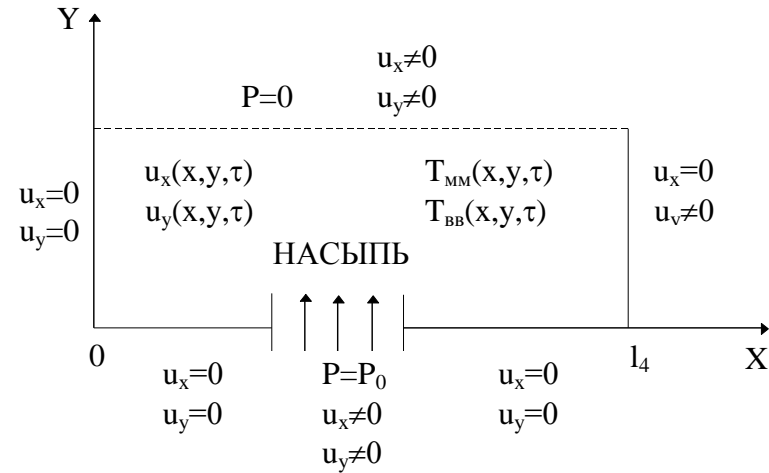


Рисунок Г2

Б.3.13.2. Граничные условия для уравнений движения (естественная конвекция) (рис. Г3)

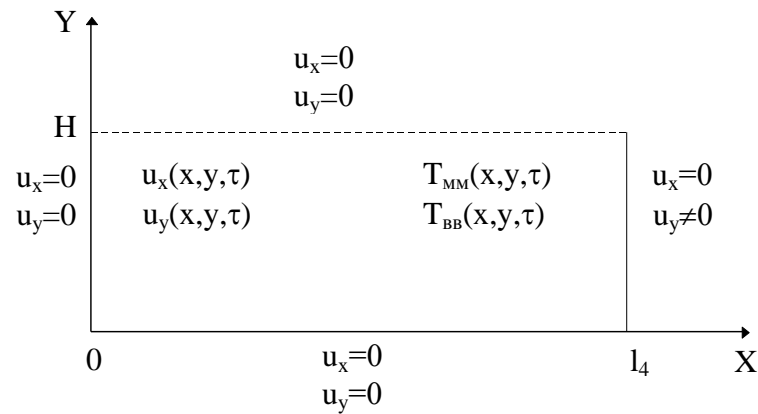


Рисунок Г3

Используемые обозначения:

$T_1(x, y, \tau)$ - температура бокового ограждения, °C;

$T_B(x, y, \tau)$ - температура воздуха в воздушной прослойке, °C;

$T_2(x, y, \tau)$ - температура отделяющего экрана, °C;

$T_M(x, y, \tau)$ - температура в насыпи продукции, °C;

$T_{BB}(x, y, \tau)$ - температура воздуха в насыпи, °C;

$d(x, y, \tau)$ - влагосодержание воздуха в насыпи, кг/кг ;

$T_n(x, y, \tau)$ - температура покрытия, °C;

$T_H(x, y, \tau)$ - температура окружающей среды, °C;

T_{B_3} - температура воздуха, в верхней зоне, °C;

a_1 - температуропроводность бокового ограждения, м²/сек,

$$a_E = a(1 - p);$$

p - пористость бокового ограждения;

a_B - температуропроводность воздуха, м²/сек;

a_2 - температуропроводность отделяющего экрана, м²/сек;

\hat{a}_M - температуропроводность насыпи с учетом пористости, м²/сек;

\hat{a}_B - температуропроводность воздуха в насыпи с учетом пористости, м²/сек;

a_n - температуропроводность покрытия, м²/сек;

D - коэффициент диффузии, м²/сек;

λ_1 - теплопроводность бокового ограждения, Вт/м·°С, $\lambda_E = \lambda(1 - n)$;

λ_B - теплопроводность воздуха, Вт/м·°С;

λ_2 - теплопроводность отделяющего экрана, Вт/м·°С;

λ_H - теплопроводность насыпи, Вт/м·°С;

λ_n - теплопроводность покрытия, Вт/м·°С;

$$k_1 = \frac{\alpha_{k_1} F_H}{\rho_H c_H} ;$$

α_{k_1} - коэффициент конвективного теплообмена между насыпью и воздухом, Вт/м²·°С;

F_H - удельная поверхность насыпи, м²/м³;

c_H - теплоемкость насыпи, Дж/кг·°С;

ρ_H - насыпная плотность продукта:

$$\rho_H = (1 - \varepsilon) \cdot \rho_\Phi ,$$

где ρ_Φ - физическая плотность продукта, кг/м³;

ε - пористость насыпи, доли единицы;

$$k_2 = \frac{\alpha_{k_1} F_H}{\varepsilon \rho_B c_B} ;$$

c_B - теплоемкость воздуха, Дж/кг·°С;

ρ_B - плотность воздуха, кг/м³;

W_x - скорость инфильтрации через боковое ограждение, м/сек;

c_1 - теплоемкость бокового ограждения, Дж/кг·°С, с учетом пористости;
 ρ_1 - плотность бокового ограждения, кг/м³, с учетом пористости;
 $u(x)$ - скорость воздуха в воздушной прослойке, м/сек;
 u_x - x- компонента скорости фильтрации в насыпи, м/сек;
 u_y - y-компонента скорости фильтрации в насыпи, м/сек;
 β - коэффициент влагообмена, кг/м² Па сек;
 α_{k_2} - коэффициент конвективного теплообмена воздуха с поверхностями насыпи и покрытия, Вт/м²·°С;
 α_{l_1} - коэффициент лучистого теплообмена между поверхностями бокового ограждения и отделяющего экрана, Вт/м²·°С;
 α_{l_2} - коэффициент лучистого теплообмена между поверхностями насыпи и покрытия, Вт/м²·°С;
 α_H - коэффициент конвективного теплообмена между внешней поверхностью ограждений и окружающей средой, Вт/м²·°С;
 Q_i - удельная мощность источников тепла в верхней зоне, Вт/м² ;
 q_n - удельная теплота парообразования, Дж/кг;
 q_o - теплота дыхания элементов насыпи, Вт/т;
 b - температурный коэффициент дыхания, 1/°С;
 ε_H - испарительная способность элементов насыпи, доли единицы;
 Φ - относительная влажность воздуха в насыпи, %;
 θ_1 - температура грунта под насыпью, °С;
 T_c - средняя температура воздуха в насыпи, °С;
 β_o - коэффициент объемного расширения, 1/°С;
 W - модуль скорости фильтрации в насыпи, м/ч; м/ч; $W = \sqrt{u_x^2 + u_y^2}$;
 $F(W)$ - гидравлическое сопротивление, зависит от числа Рейнольдса и пористых свойств насыпи;
 $P(x,y,\tau)$ - давление в насыпи, Па;
 $f(T_M) = a + bT_M$ - аппроксимация равновесного влагосодержания воздуха от температуры, где
 $a=0,00371$ кг/кг;
 $b=0,000308$ кг/кг·°С;

$E=161332$ Па - переводной коэффициент;

$$u(x) = \begin{cases} \frac{3}{2} \bar{u} (1 - z^2) & \text{- для ламинарного режима} \\ u_{\max} (1 - z^2)^{\frac{1}{7}} & \text{- для турбулентного режима} \end{cases},$$

где

$$z = \frac{x - \frac{l_1 + l_2}{2}}{\frac{l_1 + l_2}{2}};$$

$$a_{B,T} = 0,1 \frac{l_1 + l_2}{2} \frac{\bar{u}}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}}} (1 - z);$$

$$u_{\max.} = 1,2 \bar{u};$$

\bar{u} - скорость воздуха на входе в прослойку.

Для хранилища с заглублением (рис.Г4); к уравнениям (1)-(10) добавляются теплопроводности для грунта и условия сопряжения (теплового баланса) на границе грунт - внешняя часть конструкции.

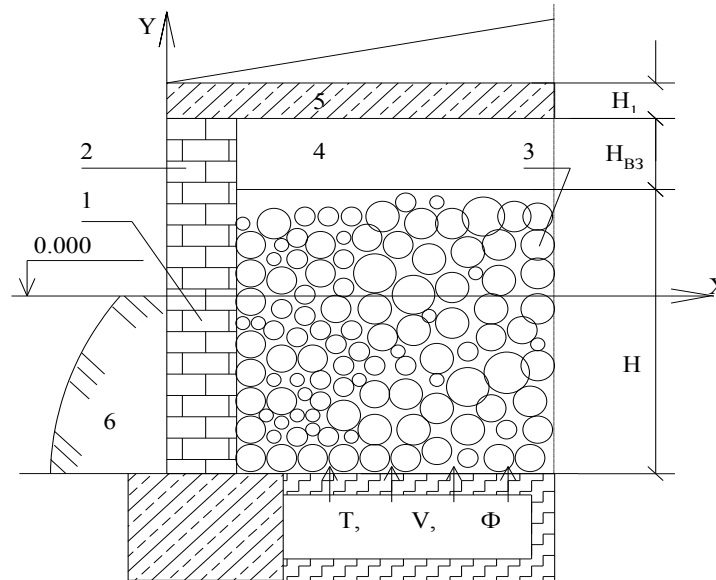


Рисунок Г4 - Хранилище с заглублением.

1 - заглубленная часть наружной стены; 2 - наземная часть наружной стены; 3 - насыпь продукции; 4 - верхняя зона; 5 - покрытие; 6 - грунт; H - высота насыпи; $H_{вз}$ - высота верхней зоны; H_1 - высота покрытия; T - температура воздуха; Ф - относительная влажность воздуха; V - скорость воздуха.

При отсутствии воздушной прослойки математическая модель упрощается за счет отбрасывания уравнения (2) и довольно сложных граничных условий конвективно-радиационного теплообмена на поверхностях, ограничивающих прослойку.

При рассмотрении контейнерного способа хранения (рис. Г5) следует иметь в виду переформулировку математических условий для прослойки на воздушный канал между контейнерами.

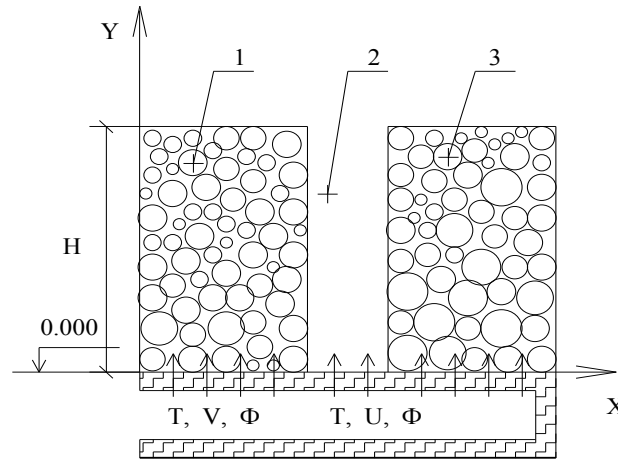


Рисунок Г5 - Контейнерное хранилище.

1 - контейнер с продукцией; 2 - воздушный канал; 3 - контейнер с продукцией; H - высота контейнера; T - температура воздуха; Φ - относительная влажность воздуха; V - скорость воздуха в контейнере.

Для решения тепловых задач использовались неявные разностные схемы с различными модификациями и организацией быстро сходящихся итерационных процессов. Разработанный метод решения апробирован для расчета тепло-влажностных процессов в реальных хранилищах различных типов. Проведена экспериментальная проверка получаемых результатов.

Приложение Д (добровольное)

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

Пример 1. Определить толщину утеплителя в панели наружной стены и покрытия картофелехранилища при теплообмене в условиях естественной конвекции.

Исходные данные.

Район строительства - г. Орел.

Стеновая панель - 2 железобетонные плиты плотностью $\gamma_1 = \gamma_3 = 2500 \text{ кг/м}^3$, толщиной $\delta_1 = 60 \text{ мм}$, $\delta_3 = 120 \text{ мм}$ (внутренняя) и утеплитель между ними из жестких минераловатных плит $\gamma_2 = 200 \text{ кг/м}^3$ (ГОСТ 9573-96).

Режим хранения - влажный (СП 50.13330.2010), условия эксплуатации ограждающих конструкций (СП 50.13330.2010).

Теплотехническая характеристика материала трехслойной панели (СП 50.13330.2010):

коэффициент теплопроводности железобетона $\lambda_1 = \lambda_3 = 2,04 \text{ Вт / (м} \cdot \text{°C)}$, коэффициент его теплоусвоения $S_1 = S_3 = 16,95 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$;

коэффициент теплопроводности утеплителя $\lambda_2 = 0,08 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, коэффициент его теплоусвоения $S_2 = 1,11 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C)}$.

Покрытие состоит из четырех слоев рубероида плотностью $\gamma_1 = 600 \text{ кг/м}^3$ на битумной мастике $\gamma_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$ общей толщиной $\delta_1 = 0,0105 \text{ м}$, грунтовки битумной толщиной $\delta_2 = 0,0015 \text{ м}$, пароизоляции (рубероид) толщиной $\delta_3 = 0,0025 \text{ м}$, плиты ПКЖ $\gamma_3 = 2500 \text{ кг/м}^3$ толщиной $\delta_4 = 0,03 \text{ м}$, утеплителя из минераловатных плит $\gamma_{\text{ут}} = 200 \text{ кг/м}^3$ (ГОСТ 9573-96).

Вместимость хранилища $G = 3000 \text{ т}$.

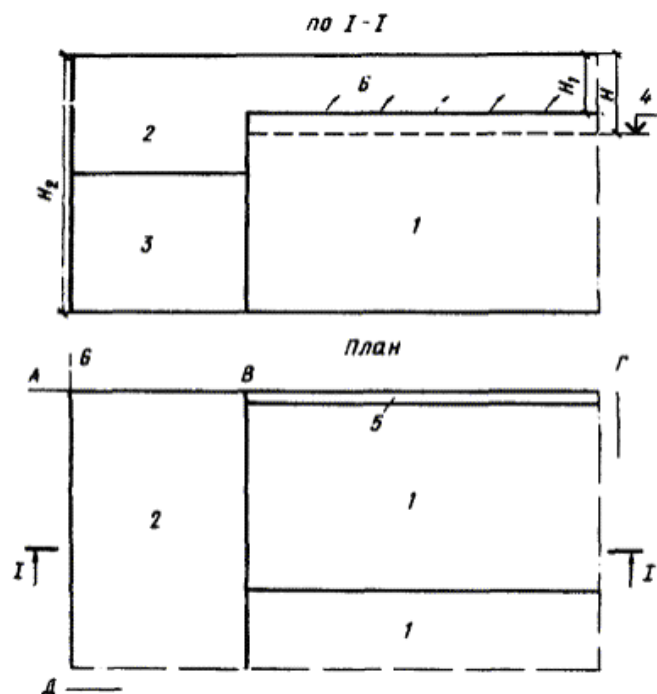


Рисунок Д1 - Фрагменты схем сечения картофелехранилища

H - высота верхней зоны; 1 - секция хранения; 2 - венткамера в общем объеме верхней зоны; 3 - технологический проезд; 4 - уровень верха насыпи; 5 - вентилируемая прослойка; 6 - выход воздуха из прослойки

Площадь поверхности наружных стен $F_c = 500 \text{ м}^2$, покрытия $F_{\text{п}} = 1750 \text{ м}^2$.

В качестве примера отнесения внутренних поверхностей наружных стен к случаю теплообмена в условиях естественной конвекции являются их участки $BB, A \rightarrow D$ по высоте $H_2, B \rightarrow Г$ по высоте H_1 на рис. Д1.

Сумма площадей вертикальных, наклонных и горизонтальных поверхностей насыпи продукции (кроме граничащих с полом) $F_{\text{пр}} = 2400 \text{ м}^2$.

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стен и покрытия $a_{\text{в}} = 8,7$
Вт/ ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$) (по СП 50.13330.2010).

Расчетная температура внутреннего воздуха $t_{\text{в}} = 2 \text{°C}$, его относительная влажность $\phi_{\text{в}} = 90 \%$ (по [1]).

Расчетную температуру наружного воздуха для Орла предварительно принимаем равной средней температуре наиболее холодной зимней пятидневки $t_{\text{н}} = -26 \text{°C}$ (по СНиП 23-01-99*).

Порядок расчета.

Определение сопротивления теплопередаче наружной стены

1. Температуру точки росы определяют по $t_{\text{в}} = 2 \text{°C}$ и $\phi_{\text{в}} = 90 \%$ - $t_{\text{р}} = 0,5 \text{°C}$.
2. Требуемое сопротивление теплопередаче панели определяют по СП 50.13330.2010

$$R_0^{\text{тп}} = (2 + 26) / 8,7 (2 - 0,5) = 2,146 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

3. Проверяем правильность принятой расчетной температуры наружного воздуха.
Требуемая толщина утепляющего слоя

$$\delta_{\text{ут}}^{\text{тп}} = 0,08 [2,146 - (1/8,7 + 1/23 + 0,12/2,04 + 0,06/2,04)] = 0,151 \text{ м}.$$

Согласно существующей градации толщин утеплителя, принимаем

$$\delta_{\text{ут}} = 0,15 \text{ м}.$$

Термическое сопротивление слоев панели по СП 50.13330.2010

$$R_1 = 0,12/2,04 = 0,0588 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_2 = 0,15/0,08 = 1,87 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_3 = 0,06/2,04 = 0,0294 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_1 + R_3 = 0,0588 + 0,0294 = 0,088 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

Тепловую инерцию определяют по СП 50.13330.2010:

$$D = 0,088 \cdot 16,95 + 1,87 \cdot 1,11 = 3,57 < 4.$$

Следовательно, согласно СП 50.13330.2010, стеновую панель необходимо отнести к малоинерционным и в качестве расчетной зимней температуры следует принять среднюю температуру наиболее холодных зимних суток (для г. Орла = -31 °С).

$$R_0^{\text{тп}} = (2 + 31) / 8,7 (2 - 0,5) = 2,529 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

Требуемая толщина утепляющего слоя

$$\delta_{\text{ут}}^{\text{тп}} = 0,08 [2,529 - (1/8,7 + 1/23 + 0,088)] = 0,182 \text{ м.}$$

Согласно существующей градации толщин утеплителя, принимаем $\delta_{\text{ут}} = 0,18 \text{ м.}$

По СНиП 23-02-2003 определяем термическое сопротивление утепляющего слоя

$$R_{\text{ут}} = 0,18/0,08 = 2,25 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

Термическое сопротивление слоев конструкции определяют по СП 50.13330.2010.

$$R_{\text{к}} = 0,088 + 2,25 = 2,338 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

Сопротивление теплопередаче панели определяют по СП 50.13330.2010.

$$R_0 = 1/8,7 + 2,338 + 1/23 = 2,50 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

Определение требуемого сопротивления теплопередаче покрытия

1. Требуемое сопротивление теплопередаче покрытия определяют по СП 50.13330.2010.

$$R_0^{\text{тп}} = (2 + 26) / 8,7 \cdot 0,8 (2 - 0,5) = 2,682 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

2. Уточнение расчетной температуры наружного воздуха. Требуемая толщина утепляющего слоя

$$\delta_{\text{ут}}^{\text{тп}} = 0,08 [2,682 - (1,87 + 1/23 + (0,0105 + 0,0015 + 0,025 + 0,3) / 0,175 + 0,03/2,04)] = 0,08 (2,682 - 0,2554) = 0,192 \text{ м.}$$

Согласно существующей градации толщин утеплителя, принимаем

$$\delta_{\text{ут}} = 0,19 \text{ м.}$$

Термическое сопротивление слоев покрытия определяют по СП 50.13330.2010.

$$R_1 = 0,0105/0,17 = 0,062 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}; R_2 = 0,0015/0,17 = 0,0088 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

$$R_3 = 0,0025/0,17 = 0,0147 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}; R_4 = 0,03/2,04 = 0,0147 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

$$R_{\text{ут}} = 0,19/0,08 = 2,375 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Тепловую инерцию ограждающей конструкции определяют по СП 50.13330.2010.

$$D = 0,062 (3,53 + 4,56) / 2 + 0,088 \cdot 4,56 + 0,0147 \cdot 3,53 + 0,147 \cdot 16,95 + 2,375 \cdot 1,11 = 0,251 + 0,04 + 0,052 + 0,249 + 2,636 = 3,23.$$

Следовательно, согласно СП 50.13330.2010, покрытие необходимо отнести к малоинерционным и в качестве расчетной зимней температуры принять среднюю температуру наиболее холодных суток (для г. Орла $t_{\text{н}} = -31 \text{ °C}$).

3. Новое значение требуемого сопротивления теплопередаче покрытия

$$R_0^{\text{тп}} = (2 + 31) / 8,7 \cdot 0,8 (2 - 0,5) = 3,161 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Требуемая толщина утепляющего слоя

$$\delta_{\text{ут}}^{\text{тп}} = 0,08 (3,161 - 0,2554) = 0,232 \text{ м}.$$

Согласно существующей градации толщин утеплителя, принимаем $\delta_2 = \delta_{\text{ут}} = 0,23 \text{ м}$.

По СП 50.13330.2010 определяют термическое сопротивление утепляющего слоя

$$R_{\text{ут}} = 0,23/0,08 = 2,875 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Термическое сопротивление слоев конструкции определяют по СП 50.13330.2010.

$$R_{\text{к}} = 0,062 + 0,0088 + 0,0147 + 0,0147 + 2,875 = 2,975 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Сопротивление теплопередаче покрытия определяют по СП 50.13330.2010.

$$R_0 = 1/8,7 + 1/23 + 2,975 = 3,13 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Пример 2. Определить мощность технологического отопления помещения хранения картофелехранилища.

Исходные данные.

Расчетная температура наружного воздуха $t_{\text{н}} = -26 \text{ °C}$ внутреннего $t_{\text{в}} = 6 \text{ °C}$ ([1]).

Сопротивление теплопередаче покрытия $R_0 = 3,13 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ (с учетом тепловой инерции).

Площадь поверхности покрытия $F_{\text{п}} = 1750 \text{ м}^2$.

Площадь поверхности наружной стены без вентилируемой прослойки $F_{\text{с}} = 250 \text{ м}^2$, ее сопротивление теплопередаче $R_{\text{с}}^{\text{ст}} = 2,50 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Масса хранимой продукции $G = 3000 \text{ т}$ (три секции по 1000 т каждая с общим объемом верхней зоны) ее удельные влаговыведения $W = 4,9 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/(\text{т} \cdot \text{ч})$ по табл. P1. [1])

Теплоемкость воздуха, $c = 1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{°C})$, его плотность $\gamma = 1,3 \text{ кг}/\text{м}^3$, расход $L = 109 \text{ м}^3/(\text{м} \cdot \text{ч})$ (из примера 2), длина наружных стен, занятая вентилируемой прослойкой, $l' = 48 \text{ м}$.

Температура воздуха на выходе из прослойки $t_{\text{пр}} = 2,7 \text{ °C}$ (из примера 2). Влагосодержание наружного воздуха $d_{\text{н}} = 0,62 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{кг}$, внутреннего $d_{\text{в}} = 5,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{кг}$.

Площадь поверхности насыпи продукции $F_{\text{пр}} = 2400 \text{ м}^2$.

Порядок расчета.

1. По формуле (11) определяют величину Q_0

$$Q_0 = [250/2,50 + 1750/3,13 + 0,278 \cdot 3000 \cdot 1 \cdot 4,9 \cdot 10^{-3}/10^{-3} (5,4 - 0,62)] \cdot (6 + 26) - 2,7 \cdot 2400 + 0,278 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 109 \cdot 48 (6 - 2,7) = 48209 \text{ Вт}.$$

2. По формуле (12) при $N_3 = 10 \text{ кВт}$ получим $n = 48209/1000 \cdot 10 = 4,8 \text{ шт}$.

К установке принимаем $n = 5 \text{ шт}$.

Агрегаты технологического отопления в помещениях хранения следует размещать исходя из условия обеспечения равномерного распределения температурного поля в обогреваемых объемах.

Пример 3. Определить основные параметры воздухораспределительных устройств для картофелехранилища емкостью 3000 т, расположенного в районе Читы. Хранилище имеет три секции по 1000 т, размер каждой секции в плане $12 \times 26 \text{ м}$. Высота насыпи несортированного картофеля 4 м. Расчетная температура подаваемого воздуха 12 °C .

Определить размеры и число каналов, количество решеток и шаг между ними, площадь живого сечения и среднюю скорость воздуха на выходе из решеток.

Подобрать вентиляторы, определить их количество и установочную мощность.

Порядок расчета.

1. Принимаем для распределения воздуха подпольные каналы, параллельные короткой стороне насыпи в плане. Длину магистрального канала принимаем равной 25 м (см. [1]). Расстояние между осями воздухораспределительных каналов $b = 2 \text{ м}$. Число каналов, согласно формуле (15), равно:

$$m = 26/2 = 13.$$

2. Удельный расход воздуха V найдем из табл. 15 [1]. $50 \text{ м}^3/(\text{т}\cdot\text{ч})$ для районов с расчетной зимней температурой $\leq -30 \text{ }^\circ\text{C}$. Интенсивность вентилирования определяем по формуле (14)

$$q = 1000 \cdot 50/26 \cdot 12 = 160 \text{ м}^3/(\text{м}^2\cdot\text{ч}).$$

3. Примем среднюю скорость воздуха на выходе из решеток канала равной $0,8 \text{ м/с}$. Тогда площадь живого сечения решеток, согласно формуле (13), составит:

$$S_{\text{ж}} = 160 \cdot 12 \cdot 2/0,5 \cdot 0,8 \cdot 3600 = 2,67 \text{ м}^2.$$

Расстояние между решетками в канале (шаг) примем равным 1 м . Количество решеток при длине канала $11,6 \text{ м}$ будет равно 12 , а площадь живого сечения одной решетки - $2,68 : 12 = 0,22 \text{ м}^2$.

4. Площадь начального сечения канала, согласно формуле (16), примем равной

$$S_{\text{к}} = 0,12 \cdot 2,67 = 0,32 \text{ м}^2.$$

При ширине прямоугольного сечения канала $0,6 \text{ м}$ начальная глубина канала равна $0,32 : 0,6 = 0,53 \text{ м}$.

5. Объем воздуха $L_{\text{к}}$, подаваемого в один канал, составит:

$$L_{\text{к}} = 1000 \cdot 50/13 = 3845 \text{ м}^3/\text{ч} = 1,07 \text{ м}^3/\text{с}.$$

6. Скорость воздуха на входе в канал

$$V_{\text{к}} = 1,07/0,32 = 3,35 \text{ м/с}.$$

7. Плотность воздуха определяем по формуле (20)

$$\rho = 0,35 \cdot 935 / (273 + 12) = 1,15 \text{ кг/м}^3.$$

Среднее динамическое давление на входе в распределительный канал

$$P_{\text{д.в.х}} = 1,15 \cdot 3,35^2/2 = 6,45 \text{ Па}.$$

$$\frac{S_{\text{ж}}}{S_{\text{к}}} = \frac{2,67}{0,32} = 8,35 > 6$$

8. Коэффициент сопротивления распределительного канала при $\frac{S_{\text{ж}}}{S_{\text{к}}} = \frac{2,67}{0,32} = 8,35 > 6$, согласно п. 5.29, равен $1,5$.

9. Потери давления (сопротивление) в распределительном канале находим согласно формуле (19)

$$H_{\text{в.к}} = 1,5 \cdot 6,45 = 9,7 \text{ Па}.$$

10. Сопротивление приточной шахты примем равным 60 Па , а сопротивление магистрального канала - 200 Па .

11. Аэродинамическое сопротивление насыпи продукции $P = 78,1$ Па. Величину $P = 78,1$ Па определяем путем интерполирования по прил. 4.

12. Общее сопротивление вентиляционной сети составит по формуле (18)

$$H_c = (78,1 + 9 \cdot 7 + 60 + 200) 1,1 = 383 \text{ Па.}$$

13. С учетом числа секций и п. 5.31 примем количество установленных вентиляторов равным 6. Таким образом, на каждую секцию приходится 2 вентилятора. Количество воздуха, подаваемого одним вентилятором, должно быть равным согласно формуле (17)

$$L = 3000 \cdot 50/3600 \cdot 6 = 6,94 \text{ м}^3/\text{с} = 25000 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

14. Согласно характеристикам вентиляторов, принимаем к установке вентилятор Ц4-70 № 10. с $n_B = 500$ об/мин., КПД 0,7 и клиноремной передачей (КПД передачи = 0,95).

15. Мощность электродвигателя к вентилятору N_B , кВт, определяем по формуле (21)

$$N_B = 6,94 \cdot 383/0,7 \cdot 0,95 \cdot 10^3 = 3,99 \text{ кВт.}$$

16. Установочная мощность электродвигателя по (22) составит

$$N_{уст} = 1,15 \cdot 3,99 = 4,59 \text{ кВт.}$$

При замене данного вентилятора 6-го исполнения вентилятором 1-го исполнения (с колесом на валу электродвигателя). Число оборотов последнего должно быть ближайшим большим к расчетному.

Пример 4. Определить мощность оборудования для тепловой обработки лука.

Исходные данные.

Лукохранилище вместимостью $G = 1500$ т.

Количество лука-матки, проходящего сушку и термическую обработку в сушильных камерах при условии поступления лука в хранилище в количестве 43 т в течение суток, равно $G_1 = 43$ т.

Средний диаметр луковиц $d_{cp} = 0,04$ м.

Начальная температура лука при сушке $t_{н.о} = 18$ °С, при термической обработке $t_{н.о} = 30$ °С ([1]). Конечная температура лука, равная температуре вдуваемого воздуха при сушке - $t_{о.с} = 35$ °С, при термической обработке - $t_{о.т} = 45$ °С.

Высота насыпи лука = 2 м. Продолжительность этапа сушки принимаем $\tau_c = 48$ ч.

Количество лука-матки, проходящего одновременную термическую обработку, $G_1 = 43$ т. Коэффициент $B = 158$ (по табл. 2).

Порядок расчета.

1. Скорость фильтрации воздуха при сушке определяется по формуле (24)

$$v_c = 158 \cdot 2 / 35 \cdot 48 = 0,19 \text{ м/с.}$$

2. Удельный расход воздуха при сушке определяется по формуле (23)

$$V_c = 0,19 \cdot 0,36 \cdot 3600 / 0,7 \cdot 0,6 \cdot 2 = 293 \text{ м}^3(\text{т} \cdot \text{ч}).$$

3. Производительность системы вентиляции при сушке лука определяем по формуле (26)

$$L_c = 293 \cdot 43 = 12599 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

4. Потребная тепловая мощность калорифера при сушке определяется по формуле (27)

$$N_c = 1,2 \cdot 1,1 \cdot 12599 (35 - 18) / 3600 = 79 \text{ кВт.}$$

5. Усушку* продукции определяем по формуле (25) $\eta = 48 / 6,6 = 7,3 \%$,

что больше нормируемого значения, равного 5 %.

* Количество удаляемой влаги, %, первоначальной массы лука.

6. Определяем продолжительность просушки в зависимости от нормируемого значения усушки из формулы (25)

$$\tau_c = 6,6 \cdot 5 = 33 \text{ ч.}$$

Для этого времени сушки:

скорость фильтрации $v_c = 0,27 \text{ м/с}$;

удельный расход воздуха $V_c = 417 \text{ м}^3/(\text{т} \cdot \text{ч})$;

производительность системы вентиляции $L_c = 17\,431 \text{ м}^3/\text{ч}$;

мощность калорифера $N_c = 112 \text{ кВт}$.

Целесообразное время сушки следует принимать исходя из условия обеспечения минимума приведенных затрат, руб/т, определяемых расчетом для вариантов с различной продолжительностью сушки, т.е. с разными значениями мощностей калориферов и вентиляторов при нормируемой величине усушки продукции.

7. Продолжительность нагрева массы лука при прокаливании определяем по формуле (28)

$$\tau_T = 8,2 \cdot 2^{0,74} (0,375 \cdot 0,04)^{0,26} / 0,27 = 17 \text{ ч.}$$

Пример 5 (ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЦЕХА ОВОЩНЫХ КОНСЕРВОВ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 5 МУБ/ГОД (КРУГЛОГОДИЧНОЕ) ПО ТИПОВОМУ ПРОЕКТУ 814-93*)

Исходные данные.

Место строительства - г. Минск, расчетная температура наружного воздуха $t_n = -25$ °С, внутреннего - $t_b = 16$ °С, его относительная влажность $\varphi_b = 60$ %. Наружные стены изготовлены из панелей, состоящих из двух железобетонных плит плотностью $\gamma_3 = 2500$ кг/м³, толщиной $\delta_1 = 60$ мм, $\delta_3 = 120$ мм (внутренняя) и утеплителя между ними из жестких минераловатных плит с $\gamma_2 = 200$ кг/м³ (ГОСТ 9573-96).

Режим хранения - нормальный (СП 50.13330.2010), условия эксплуатации ограждающих конструкций - Б (СП 50.13330.2010). Теплотехнические характеристики материалов трехслойной панели (СП 50.13330.2010):

коэффициент теплопроводности железобетона $\lambda_1 = \lambda_3 = 2,04$ Вт/(м·°С), его коэффициент теплоусвоения $S_1 = S_3 = 16,95$ Вт/(м²·С);

коэффициент теплопроводности утеплителя $\lambda_2 = 0,08$ Вт/(м·°С), коэффициент теплоусвоения $S_2 = 1,11$ Вт/(м²·°С).

* Муб - миллион условных банок.

Стоимость энергии технологического отопления $C_t = 2,07 \cdot 10^9$ руб/Дж (Прейскурант 09 - 01), стоимость утеплителя $C_{ут} = 58,5$ руб/м³ (СНиП IV-4-82. Часть 1. Строительные материалы).

Площади поверхностей стен: $F_1 = 137$ м², $F_2 = F_3 = 205$ м², $F_{пол} = F_{п} = 864$ м². Тепловыделяющим оборудованием в цехе являются: автоклавы 66-КАВ-2, 10 шт.; подогреватель КТП-2, 2 шт. (площадь поверхности $F_k = 5,61$ м²); аппарат тепловой МЗС-320, 1 шт. (площадь поверхности $F_t = 7,85$ м²); котел варочный МЗС-244б, 2 шт. (площадь поверхности $F_6 = 5,12$ м²).

Суммарная мощность источников освещения $N_{уст} = 6,56$ кВт.

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стен и потолка $a_b = 8,7$ Вт/(м²·°С).

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для зимних условий $a_n = 23$ Вт/(м²·С).

Порядок расчета.

Расчет требуемого сопротивления теплопередаче наружной стены

1. По СП 50.13330.2010 определяют требуемое сопротивление теплопередаче наружной стены.

$$R_0^{тп} = (16 + 25) / 8,7 = 0,59 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}.$$

2. Требуемую толщину панели определяют по формуле (29):

$$\delta_2 = 0,08 [0,59 - (1/8,7 + 1/23 + 0,06/2,04 + 0,12/2,04)] = 0,08 [0,59 - (0,115 + 0,043 + 0,0294 + 0,0588)] = 0,027 \text{ м}.$$

Согласно существующей градации толщин утеплителя, принимаем $\delta_2 = 0,04$ м.

3. Термические сопротивления слоев панели определяют по СП 50.13330.2010.

$$R_1 = 0,06/2,04 = 0,0294 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}; R_2 = 0,04/0,08 = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

$$R_3 = 0,12/2,04 = 0,0588 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

4. Тепловую инерцию панели определяют по СП 50.13330.2010.

$$D = 0,0294 \cdot 16,95 + 0,5 \cdot 1,11 + 0,0588 \cdot 16,95 = 2,05.$$

5. Согласно СП 50.13330.2010, ограждение малой инерционности и в качестве расчетной зимней температуры следует принимать среднюю температуру наиболее холодных зимних суток. Для Минска $t_{н} = -29$ °С.

$$\text{По СП 50.13330.2010 } R_0^{\text{тп}} = (16 + 29) 1/8 \cdot 8,7 = 0,66 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

6. Требуемую толщину утепляющего слоя определяют по формуле (29).

$$\delta_2 = 0,08 [0,66 - (1/8,7 + 1/23 + (0,06 + 0,12) / 2,04)] = 0,032 \text{ м}.$$

К расчету принимаем $\delta_{\text{ут}} = 0,04$ м по СП 50.13330.2010.

$$R_{\text{к}} = 0,18/2,04 + 0,04/0,08 = 0,59 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

7. По СП 50.13330.2010 $R_0 = 1/8,7 + 0,59 + 1/23,0 = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$

Расчет требуемого сопротивления теплопередаче покрытия

1. Требуемое сопротивление теплопередаче покрытия определяют по СП 50.13330.2010 $R_0^{\text{тп}} = (16 + 25) 1/7 \cdot 8,7 = 0,673 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$

2. Термическое сопротивление слоев покрытия (кроме утеплителя) состоит из: четырех слоев рубероида $R_1 = 0,0105/0,170 = 0,062 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$ грунтовок битумной $R_2 = 0,0015/0,170 = 0,0088 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$ пароизоляции $R_3 = 0,0025/0,170 = 0,0147 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$ плиты ПКЖ $R_4 = 0,03/2,04 = 0,0147 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$

По СП 50.13330.2010 $R_{\text{к}} = 0,062 + 0,0088 + 0,0147 + 0,0147 = 0,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$

3. По формуле (29) $\delta_{\text{ут}} = 0,08 [0,673 - (1/8,7 + 1/23 + 0,1)] = 0,033 \text{ м}.$

Согласно существующей градации утеплителя, принимаем $\delta_{\text{ут}} = 0,04$ м, $R_{\text{ут}} = 0,04/0,08 = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$

4. Тепловую инерцию определяют по СП 50.13330.2010.

$$D = 0,062 \cdot 3,53 + 0,0088 \cdot 4 \cdot 4,56 + 0,0147 \cdot 3,53 + 0,014 \cdot 16,95 + 0,5 \cdot 1,11 = 1,12,$$

т.е. ограждение безинерционное, поэтому к расчету следует принять абсолютно минимальную температуру наружного воздуха: $t_{н} = -39$ °С.

5. По СП 50.13330.2010 $R_0^{\text{тп}} = (16 + 39) 1/7 \cdot 8,7 = 0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.
6. По формуле (29) $\delta_{\text{ут}} = 0,08 [0,9 - (1/8,7 + 1/23 + 0,1)] = 0,051 \text{ м}$.
Согласно существующей градации утеплителя, принимают $\delta_{\text{ут}} = 0,05 \text{ м}$.
7. По СП 50.13330.2010 $R_{\text{к}} = 0,1 + 0,05/0,8 = 0,723 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.
8. По СП 50.13330.2010 $R_0 = 1/8,7 + 0,723 + 1/23 = 0,88 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Определение количества тепла, необходимого для отопления

В помещении цеха установлены электродвигатели:

$$N_1 = 2,8 \text{ кВт} - 1 \text{ шт.}, N_2 = 0,6 \text{ кВт} - 2 \text{ шт.}, N_3 = 1,7 \text{ кВт} - 1 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{ном}} = N_1 + N_2 + N_3 = 2,8 + 0,6 \cdot 2 + 1,7 = 5,7 \text{ кВт.}$$

Коэффициенты $\mu_1 = 0,8$; $\mu_2 = 0,7$; $\mu_3 = 0,9$; $\mu_4 = 0,8$.

Теплопоступления от электродвигателей определяют по формуле (37)

$$Q_3 = 1000 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 5,7 = 2298 \text{ Вт.}$$

Количество обслуживающего персонала в смену $n = 94$ чел. По рис. 3 $q_{\text{п}} = 213 \text{ Вт/чел.}$, $q_{\text{с}} = 78 \text{ Вт/чел.}$

$$1. \text{ По формуле (38) } Q_{\text{я}} = 94 (213 - 78) = 12690 \text{ Вт.}$$

Теплопоступления из смежных помещений учитываем только от стены, граничащей с гардеробными. Температурный перепад между смежными помещениями $\Delta t_{\text{см}} = 2 \text{ °C}$, площадь поверхности стен между этими помещениями $F_{\text{см}} = 137 \text{ м}^2$.

2. Сопротивление теплопередаче внутренней стены из глиняного обыкновенного кирпича толщиной $0,25 \text{ м}$

$$R_0 = 1/8,7 + 0,25/0,81 + 1/8,7 = 0,54 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт};$$

$$\text{по СП 50.13330.2010 } Q_{\text{см}} = 1/0,54 \cdot 2 \cdot 137 = 507 \text{ Вт.}$$

$$3. \text{ Теплопоступления от электроосвещения } Q_{\text{ло}} = 1000 \cdot 6,56 = 6560 \text{ Вт.}$$

Теплопоступления от нагретых поверхностей:

подогреватели КТП-2 $Q_1 = 3480 \text{ Вт}$; аппарата теплового МЗС-32 $Q_2 = 6978 \text{ Вт}$; котла варочного МЗС-2446 $Q_3 = 5815 \text{ Вт}$; автоклава 66-КАВ-2 $Q_4 = 4500 \text{ Вт}$.

Автоклавы заглублены в приямки, поэтому тепловыделения от них в цех снижаются на 25 %. В осенне-зимний период автоклавы не работают, $Q_4 = 0$, поэтому общие теплопоступления в помещение цеха составят в зимний период

$$Q_{\text{то}} = 2 \cdot 3480 + 6978 + 5815 \cdot 2 + 0 = 25568 \text{ Вт.}$$

4. По формуле (36) определяют

$$Q_{т.в} = 2298 + 12690 + 507 + 25568 + 6560 = 47624 \text{ Вт.}$$

5. Удельные теплопритоки $q_{уд} = 47624/864 \cdot 5,7 = 9,67 \text{ Вт/м}^2$.

6. Теплопотери через полы (в соответствии с табл. 1 прил. 5 в СНиП 2.04.05-91)

$$Q_{пол} = (112/2,1 + 104/4,3 + 80/8,6 + 568/14,3) (6 + 25) = 5134 \text{ Вт.}$$

7. Теплопотери через наружные стены, окна и двери на высоту до 4 м

$$Q_a = 52,8/1,50 (16 + 26) 1,05 = 1515 \text{ Вт (ориентация на юг),}$$

где 1,05 - надбавка: на угловое помещение - 5 % (прил. 5, табл. 2 в СНиП 2.04.05-91)

$$Q_{ок} = 19,2/0,31 (16 + 25) 1,05 = 2666 \text{ Вт (ориентация на юг),}$$

где 0,31 - сопротивление теплопередаче окон, $\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ (СП 50.13330.2010)

$$Q_d = 15/0,49 (16 + 25) 1,80 = 2259 \text{ Вт (ориентация на восток),}$$

где 0,49 - сопротивление теплопередаче двери, $\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ (ГОСТ 14624-84); 1,80 - надбавка: на ориентацию - 10 %, на угловое помещение - 5 %, на двери - 65 % (прил. 5, табл. 2 в СНиП 2.04.05-91)

$$Q_{с2} = 81/1,50 (16 + 25) 1,15 = 2546 \text{ Вт (ориентация на восток),}$$

где 1,15 - надбавка: на ориентацию - 10 %, на угловое помещение - 5 %.

8. Температуру воздуха в верхней зоне при $\Delta = 0,77 \text{ град/м}$ (рис. 2) определяют по формуле (33)

$$t_{вз} = 16 + 0,77 (5,7 - 4) = 17,3 \text{ °C.}$$

9. Средняя температура воздуха в верхней зоне

$$t_{вз} = (16 + 17,3) / 2 = 16,7 \text{ °C.}$$

10. Теплопотери через стены и окна в верхней зоне (выше отметки 4 м) равны:

$$Q_{с1} = 104,4 (16,7 + 25) 1,05/1,5 = 4353 \text{ Вт (ориентация на юг);}$$

$$Q_{с2} = 41 (16,7 + 25) 1,15/1,5 = 13,10 \text{ Вт (ориентация на восток);}$$

$$Q_{ск} = 28,8 (16,7 + 25) 1,05/0,31 = 4068 \text{ Вт (ориентация на юг).}$$

Теплопотери на нагрев поступающей в помещение тары не учитывают ввиду их небольшой величины.

$$11. \text{Теплопотери покрытием } Q_{пок} = 864 (17,3 + 25)/1,37 = 26677 \text{ Вт.}$$

12. Полные потери тепла помещением в соответствии с формулой (31) составят:

$$Q_{т.п} = 5134 + 1515 + 2666 + 2259 + 2546 + 4353 + 1310 + 4068 + 26677 = 50528 \text{ Вт.}$$

Определение воздухообмена в зимний период

1. Количество приточного воздуха определяют по СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-96, СНиП 2.04.05-86, СП 2.2.1.1312-03 из условия обеспечения необходимого воздухообмена на 1 работающего человека - $20 \text{ м}^3/\text{ч}$, так как норма помещения на 1 работающего - более 40 м^3 : $v_{п}; 864 \cdot 5,7 = 4925 \text{ м}^3$; $\Pi = 94$ чел.;

$$v' = v_{п}/\Pi = 4925/94 = 52 \text{ м}^3; L = 20 \cdot 94 = 1880 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

2. Влаговыведения открытыми поверхностями технологического оборудования (ванн) определяют по рис. 4. Площади поверхностей, температура воды и соответствующие влаговыведения равны:

$$f_1 = 0,39 \text{ м}^2; \quad t_1 = 70 \text{ °С}; \quad w_1 = 1,4 \text{ кг/ч};$$

$$f_2 = 0,96 \text{ м}^2; \quad t_2 = 70 \text{ °С}; \quad w_2 = 2,5 \text{ кг/ч};$$

$$f_3 = 0,8 \text{ м}^2; \quad t_3 = 70 \text{ °С}; \quad w_3 = 2,2 \text{ кг/ч.}$$

Влаговыведения от ванн составят $w = 1,4 + 2,5 + 2,2 = 6,1 \text{ кг/ч} = 6100 \text{ г/ч}$.

В расчете учитывается отсутствие укрытий у ванн и проникновение всей испаряющейся влаги в помещение.

Влаговыведения от работающего персонала в зимний период при $t_{в} = 16 \text{ °С}$ и числе работающих в одну смену $n = 94$ чел. определяют по рис. 3. Один работающий человек выделяет 117 г/ч влаги, поэтому полное количество составит $w = 117 \cdot 94 = 11000 \text{ г/ч}$.

3. Общие влаговыведения в помещение $\Sigma w = 6100 + 11000 = 17100 \text{ г/ч}$.

4. Количество воздуха для разбавления влаги в помещении определяют по формуле

$$L = \Sigma w / (d_{в} - d_{н}) \gamma = 17100 / (6,8 - 0,4) 1,2 = 2226 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $d_{в} = 6,8 \text{ г/кг}$ - влагосодержание внутреннего воздуха; $d_{н} = 0,4 \text{ г/кг}$ - то же, наружного воздуха; $\gamma = 1,2 \text{ кг/м}^3$ - плотность воздуха в цехе. Необходимый воздухообмен принимаем в объеме, равном $2226 \text{ м}^3/\text{ч}$.

5. Средняя температура приточного воздуха

$$t_{пр} = (16 - 47624 - 50528) / 2226 \cdot 1 \cdot 3,6 \cdot 1,22 = 16 + 0,3 = 16,3 \text{ °С.}$$

6. Количество тепла, необходимого для нагрева приточного воздуха, определяют по формуле (35)

$$Q_{в} = 1 \cdot 2226 \cdot 1 \cdot 1,2 (16,3 + 25) / 3,6 = 30650 \text{ Вт.}$$

7. Количество тепла на отопление определяют по формуле (30)

$$Q_0 = 50528 + 30645 - 47624 = 33549 \text{ Вт.}$$

8. Воздушное отопление принимают совмещенным с дежурным и приточной вентиляцией. Температура внутреннего воздуха при дежурном отоплении $t_{\text{деж}} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$. Необходимое количество тепла для дежурного отопления, работающего круглосуточно, определяют по формуле

$$Q_{\text{деж}} = Q_{\text{т.п}} (t_{\text{деж}} - t_{\text{н}}) / (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) = 50528 (5 + 25) / (16 + 25) = 36971 \text{ Вт.}$$

Избыток тепла от дежурного отопления незначителен:

$$\Delta Q = Q_{\text{деж}} - Q_0 = 36971 - 33549 = 3422 \text{ Вт.}$$

Общеобменная естественная вентиляция устраивается с неорганизованным притоком наружного воздуха в верхнюю зону помещения. Теплоизбытки в помещении обеспечивают нагрев приточного наружного воздуха.

Определение воздухообмена для условий летнего периода работы цеха

1. Постоянно действующие теплопоступления в цех обслуживающего персонала при $t_{\text{в}} = t_{\text{н}}^{\text{лет}} + 3 \text{ }^\circ\text{C} = 23,1 + 3 = 26,1 \text{ }^\circ\text{C}$ и $q_{\text{п}} = 195 \text{ Вт}$, $q_{\text{с}} = 136 \text{ Вт}$ (рис. 2) по формуле (38) $Q_{\text{я}} = 94 (195 - 136) = 5546 \text{ Вт}$; от оборудования $Q_{\text{т.о}} = 59318 \text{ Вт}$; от электродвигателя $Q_{\text{э}} = 2298 \text{ Вт}$. Общие теплопоступления $Q_{\text{т.в}} = 5546 + 59318 + 2298 = 67162 \text{ Вт}$.

2. Переменно действующие теплопоступления за счет солнечной радиации через покрытие, световые проемы и стены определяют согласно прил. 12 в СНиП 2.04.05-91.

Поступление тепла в помещение через световые проемы.

Световые проемы ориентированы на юг. Солнечный азимут остекления $A_{\text{со}} < 90^\circ$. Расчетное время - 11 ч. Площадь светового проема, облучаемого солнечной радиацией, $F_0' = 48 \text{ м}^2$, необлучаемого - $F_0'' = 0$. По табл. 3 СНиП 2.04.05-91 $q_{\text{вп}} = 358 \text{ Вт/м}^2$; $q_{\text{в.р}} = 91 \text{ Вт/м}^2$; по табл. 4 $K_1 = 0,48$, по табл. 5 $K = 0,9$. Поступление тепла от прямой солнечной радиации определяют по формуле (2) в СНиП 2.04.05-91.

$$q' = (358 + 91) 0,48 \cdot 0,9 = 194 \text{ Вт/м}^2.$$

Коэффициент $\beta_{\text{с.з}} = 0,25$ (штора из светлой ткани СП 50.13330.2010). По формуле (1) СНиП 2.04.05-91 определяют поступление тепла в помещение за счет солнечной радиации через световые проемы

$$Q_0 = (194 \cdot 48 + 0) 0,25 = 2328 \text{ Вт.}$$

Коэффициенты, учитывающие аккумуляцию тепла внутренними стенами, потолком и полом, определяют по табл. 8 в СНиП 2.04.05-91 $m_1 = m_2 = m_3 = 0,6$ с повышающим коэффициентом 1,2 каждый: $m_4 = m_5 = 0,78$; площади поверхности стен $F_1 = 205 \text{ м}^2$; $F_2 = 137 \text{ м}^2$; $F_3 = 137 \text{ м}^2$; $F_4 = F_5 = 864 \text{ м}^2$.

3. По формуле (12) в СНиП 2.04.05-91

$$Q_p = 2328 [(205 \cdot 0,6 + 137 \cdot 0,6 + 137 \cdot 0,6 + 864 \cdot 0,78 + 864 \cdot 0,78) / (205 + 137 + 137 + 864 + 864)] 1,2 = 2070 \text{ Вт.}$$

По прил. 2 в СНиП 23.01.-99*, $A_{\text{н}} = 19,7 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_{\text{н}} = 18,8 \text{ }^\circ\text{C}$; $I_{\text{max}} = 855 \text{ Вт/м}^2$; $I_{\text{ср}} = 329 \text{ Вт/м}^2$; по прил. 6 в СНиП 2.01.01-82 $V = 3,8 \text{ м/с}$; по прил. 7 в СНиП 23.01.-99*, $\rho = 0,9$; по табл. 9 в СП 50.13330.2010, $\beta = 0,5$.

4. По формуле (24) в СП 50.13330.2010 $a_{\text{н}} = (5 + 10 \sqrt{3,8}) 1,163 = 24,5 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C)}$; по формуле (15) в СНиП 2.04.05-91 $t_{\text{н}}^{\text{усп}} = 18,8 + (0,9 \cdot 329) / 24,5 = 30,9 \text{ }^\circ\text{C}$.

5. По формуле (14) в СНиП 2.04.05-91 $q_0 = 1/1,37 (30,9 - 8) = 16,7 \text{ Вт/м}^2$.

6. По СП 50.13330.2010 $A_{\text{н}}^{\text{расч}} = 0,5 \cdot 19,7 + 0,9 (855 - 329) / 24,5 = 29,2 \text{ }^\circ\text{C}$.

7. Определяем величину затухания расчетной амплитуды.

Тепловая инерция слоев покрытия

$$D_1 = 0,0147 \cdot 16,95 = 0,25; \quad D_2 = 0,0147 \cdot 3,53 = 0,05;$$

$$D_3 = 1,125 \cdot 1,11 = 1,25; \quad D_4 = 0,0088 \cdot 4,56 = 0,04;$$

$$D_5 = 0,062 \cdot 3,53 = 0,22.$$

Тепловая инерция ограждения

$$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 = 0,25 + 0,05 + 1,25 + 0,04 + 0,22 = 1,81.$$

По СП 50.13330.2010

$$Y_1 = (0,014 \cdot 16,95^2 + 8,7) / (1 + 0,0147 \cdot 8,7) = 11,46;$$

По СП 50.13330.2010

$$Y_2 = (0,0147 \cdot 3,53^2 + 11,46) / (1 + 0,0147 \cdot 11,46) = 9,96;$$

$$Y_3 = (0,088 \cdot 4,56^2 + 1,11) / (1 + 0,088 \cdot 1,11) = 1,28;$$

$$Y_4 = (0,062 \cdot 3,53^2 + 1,28) / (1 + 0,062 \cdot 1,28) = 1,9.$$

По СП 50.13330.2010

$$v = 0,9 \cdot 2,71^{\frac{1,81}{\sqrt{2}}} [(16,95 + 8,7) (3,53 + 11,46) (1,11 + 9,96) (4,56 + 1,11) (3,53 + 1,28) \times (2,45 + 1,90)] / [(16,95 + 11,46) (3,53 + 19,96) (1,11 + 1,11) (4,56 + 1,28) (3,53 + 1,9) 24,5] = 0,9 \cdot 2,71^{1,3} \cdot 4,64 = 15,20.$$

8. По СНиП СП 50.13330.2010 $A_{\text{тв}} = 29,2/15,20 = 1,92 \text{ }^\circ\text{C}$; по формуле (16) в СНиП 2.04.05-91

$$A_d = 1 \cdot 8,7 \cdot 1,92 = 16,7 \text{ }^\circ\text{C}.$$

9. Величину z_{\max} определяют по формуле (17) в СНиП 2.04.05-91

$$z_{\max} = 3 + 2,7 \cdot 1,84 = 18 \text{ ч.}$$

10. По формуле (13) в СНиП 2.04.05-91 $Q_{\text{п}} = (16,7 + 0,5 \cdot 16,7) 864 = 21643 \text{ Вт.}$

11. Общие тепlopоступления за счет солнечной радиации составят

$$Q_{\text{рад}} = 21643 + 2070 + 2328 = 26041 \text{ Вт.}$$

12. Суммарные тепlopоступления в цех

$$\Sigma Q = 67162 + 26041 = 93203 \text{ Вт.}$$

13. Необходимый воздухообмен в цехе в летний период определяют из расчета ассимиляции тепла с учетом допустимых параметров внутреннего воздуха.

Количество влаги, выделяемой одним человеком в летний период при $t_b = 26,1 \text{ }^\circ\text{C}$, составит 205 г/ч (рис. 3). От всех людей и от ванн в цех выделяется

$$w = 0,205 \cdot 94 + 6,1 = 25,4 \text{ кг/ч.}$$

Луч процесса определяют по формуле (42)

$$\varepsilon = 3,6/w = 3,6 \cdot 93203/25,4 = 13210.$$

По $I - d$ диаграмме определяем параметры наружного воздуха

$$t_n = 23,1 \text{ }^\circ\text{C}; \varphi_n = 58 \%; d_n = 10,5 \text{ г/кг}; I_n = 49,8 \text{ кДж/кг.}$$

По построению процесса определяют параметры внутреннего воздуха

$$t_b = 26,1 \text{ }^\circ\text{C}; \varphi_b = 49 \%; d_b = 12,43 \text{ г/кг}; I_b = 53,8 \text{ кДж/кг.}$$

Необходимое количество воздуха для летнего периода

$$L = \Sigma Q \cdot 3,6 / (I_b - I_n) 1,2 = 93203 \cdot 3,6 / (53,8 - 49,8) 1,2 = 69901 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Кратность воздухообмена $n = 69901/4925 = 14,2 \text{ крат/ч.}$

Приточный воздух подают в помещение через открытые окна. Вытяжка - механическая - удаляет воздух из верхней зоны. Скорость воздуха в рабочей зоне составит

$$V = 69901/3600 \cdot 30 \cdot 5,7 = 0,11 \text{ м/с,}$$

что не превышает допустимую $V = 0,5 \text{ м/с}$ (СНиП 2.04.05-91).

ПРИЛОЖЕНИЕ Е (справочное)

Значения коэффициентов в формулах (1) и (2) для населенных пунктов

Населенный пункт	Коэффициенты					
	a_1	b_1	c_1	a_2	b_2	c_2
Архангельская обл., Котлас	0	0,78	-9,26	0,06	2,93	39,60
Астрахань	0	0,75	-6,98	0,09	2,89	25,93
Благовещенск	-0,01	0,43	-9,5	0,01	0,99	39,8
Брянская обл., Унеча	0	0,76	-11,08	0,10	3,16	28,83
Республика Бурятия Улан-Удэ	0	0,37	-16,31	0,004	1,32	42,47
Республика Башкортостан, Стерлитамак	-0,01	0,03	-15,75	0,04	2,47	37,88
Иркутская обл., Бодайбо	0	0,55	-19,4	0,02	1,39	46,40
Владивосток	0,01	0,27	-15,8	0,02	1,99	32,70
г. Н-Новгород	0	0,72	-10,1	0,06	2,78	35,60
Гурьев, Казахстан	0	0,73	-8,2	0,06	2,47	27,84
Республика Коми, Воркута	0	0,74	-11,56	0,04	2,82	54,97
Курганская обл., Шадринск	0	0,61	-11,63	0,02	1,93	38,90
Курск	0	0,73	-8,01	0,07	3,12	36,40
С-Петербург	0	0,72	-6,69	0,07	2,98	30,89
Липецк	0	0,73	-8,14	0,07	2,86	33,15
Мезень	-0,03	0,28	-10,55	0,09	3,68	43,90

Населенный пункт	Коэффициенты					
	a ₁	b ₁	c ₁	a ₂	b ₂	c ₂
Москва	-0,01	0,32	-7,09	0,08	3,05	31,84
Мурманск	-0,01	0,58	-7,1	0,11	4,08	42,08
Республика Марий Эл, Йошкар-Ола	0	0,73	-8,78	0,04	2,43	36,41
Ивановская обл., Кинешма	0	0,87	-6,28	0,06	2,77	34
Ош, Киргизия	0	0,79	-4,89	0,09	2,29	15,6
Онега	0	0,89	-6,93	0,11	3,83	37,69
Пермский край, Чердынь	0	0,67	-10,69	0,02	2,34	43,47
Псков	0	0,78	-6,65	0,09	3,15	29,7
Саратовская обл., Балашов	0	0,66	-9,69	0,06	2,68	35,03
Свердловская обл., Ирбит	0	0,69	-12,43	0,03	2,14	40,44
Тюменская обл., Березово	0	0,59	-14,70	0,02	2,01	48,40
Хабаровский край, Николаевск-на-Амуре	0	0,53	-14,44	0,02	1,79	46,08
Чеченская Республика, Грозный	0	0,97	-5,70	0,15	3,30	21,23
Чувашская Республика, Порецкое	0	0,72	-6,65	0,04	2,57	26,7
Чита	0	0,31	-17,20	0,01	1,36	43,34
Смоленск	0,01	0,29	-8,26	0,09	3,32	34,17
Киров	0	0,63	-10,47	0,04	2,55	39,67
Салехард	-0,06	1,43	-13,10	0,00	1,71	52,79
Тамбов	0	0,70	-8,82	0,06	2,79	32,75
Тюмень	0	0,59	-12,01	0,00	1,85	39,46
Республика Саха (Якутия), Усть-Мая	0	0,32	-28,67	0,03	1,43	50,37

Населенный пункт	Коэффициенты					
	a ₁	b ₁	c ₁	a ₂	b ₂	c ₂
Винница, Украина	0	0,82	-4,64	0,10	3,20	27
Мареуполь, Украина	0	0,82	-6,19	0,07	2,46	22,20
Донецкая обл., Волноваха, Украина	0	0,82	-6,40	0,09	2,97	25,57
Запорожье, Украина	0	0,69	-3,80	0,08	2,35	19,29
Закарпатская обл., Ужгород, Украина	0	0,86	-4,85	0,08	2,06	13,10
Крымская обл., Ялта, Украина	0	0,88	-2,8	0,09	1,28	4,89
Николаев, Украина	0	0,86	-5,4	0,08	2,28	16,90
Ровно, Украина	0	0,84	-5,48	0,08	2,37	20,46
Сумская обл., Конотоп, Украина	0	0,80	-6,76	0,09	2,96	26,5
Полтава, Украина	0	0,67	-7,18	0,09	2,89	25,48
Львов, Украина	0	0,72	-5,49	0,10	2,73	18,4
Тернополь, Украина	0	0,72	-6,36	0,12	3,05	22,56
Херсон, Украина	0	0,86	-6,60	0,051	2,31	16,70
Чернигов, Украина	0	0,79	-6,60	0,15	4,21	31,80
Минск, Беларусь	0	0,85	-5,99	0,08	3,04	28,78
Каракалпакская обл., Узбекистан	0	0,69	-7,05	0,06	2,24	23,47
Нукус						
Наманганская обл., Наманган, Узбекистан	0	0,82	-4,49	0,11	2,39	14,60
Алма-ты, Узбекистан	0	0,76	-10,75	0,05	2,21	29,18
Уральск	0	0,59	-10,6	0,03	2,134	34,18
Акмата, Казахстан	0	0,54	-12,60	0,00	1,46	38,20
Павлодар, Казахстан	0	0,52	-13,43	0,00	1,67	39,80
Нахичеванская автономная республика, Нахичевань, Азербайджан	0,02	1,45	-2,50	0,07	1,86	12,80
Тараз, Казахстан	0	0,87	-6,90	0,08	2,29	19,50
Томск	0	0,53	-13,40	0,00	1,71	41,20
Тбилиси, Грузия	0	0,95	-3,10	0,05	1,10	5,58
Абакан, Республика Хакасия	0	0,56	-14,90	0,00	1,56	39,30
Кызыл, Республика Тыва	0	0,31	-22,5	0,00	9,80	42,35
Тарту	0	0,79	-6,8	0,09	3,20	27,57

Населенный пункт	Коэффициенты					
	a ₁	b ₁	c ₁	a ₂	b ₂	c ₂
Республика Калмыкия, Элиста	0	0,89	-6,75	0,09	2,86	24,30
Кишинев, Молдова	0	0,79	-5,60	0,08	2,20	16,20
Бишкек, Киргизия	0	0,79	-6,70	0,07	2,22	19,20
Каракал, Киргизия	-0,02	0,55	-5	0,14	4,18	30,70
Серхетабад, Киргизия	0	0,84	-4,96	0,025	0,92	6,03
Хорог, Таджикистан	-0,01	0,62	-6,10	0,08	2,66	23,48
Новосибирск	0	0,57	-13,50	0,00	1,55	40,50
Барнаул	-0,07	0,46	-14	0,00	1,72	40,15
Липецкая обл., Грязи	0	0,76	-8,55	0,07	2,81	31,60
Орловская обл., Шатиловская опытная станция	0	0,72	-8,20	0,07	2,90	33,20
Воронеж	0	0,72	-7,99	0,05	2,51	29,70
Старый Оскол и Новый Оскол	0	0,76	-7,90	0,08	2,77	28,90
Луганск, Украина	0	0,47	-7,10	0,07	2,44	22,83
Ивано-Франковская обл., Долина, Украина	0	0,81	-5,9	0,09	2,58	20,00
Республика Тыва, Кызыл-Орда	0	0,70	-8,36	0,06	2,26	25,50
Шымкент	0	0,80	-5,5	0,06	1,73	12,70
Североказахстанская обл., Петропавловск, Казахстан	0	0,50	-13,1	0,0	1,57	40,80
Кошкетаву, Казахстан	0	0,52	-12,20	0,0	1,65	39,17
Актобе, Казахстан	0	0,53	-11,8	0,01	1,77	35,90
Караганда, Казахстан	0	0,38	-11,4	0,01	1,99	38,86

Примечание. Для пунктов, отсутствующих в настоящем приложении, допускается принимать значения указанных коэффициентов для ближайшего географического пункта.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (справочное)

Расчетные значения тепловлаговывделений и насыпной массы продукции*

* Согласно [1]

Продукция	Насыпная плотность продукции $\gamma_m, \text{т/м}^3$	Период хранения					
		лечебный		охлаждение		хранение	
		явные тепловывделения $q_m, \text{Вт/т}$	влажновывделения $w \cdot 10^3, \text{кг/(т}\cdot\text{ч)}$	явные тепловывделения $q_m, \text{Вт/т}$	влажновывделения $w \cdot 10^3, \text{кг/(т}\cdot\text{ч)}$	явные тепловывделения $q_m, \text{Вт/т}$	влажновывделения $w \cdot 10^3, \text{кг/(т}\cdot\text{ч)}$
Картофель	0,65	18,61	16,8	13,96	12	6,63	4,9
Капуста	0,40	-	-	17,21	33,4	6,98	13,3
Морковь	0,55	-	-	21,51	23,9	6,51	7,2
Лук	0,60	18,72	20,8	20,10	13,5	5,58	6,2
Свекла, редька, брюква	0,60	-	-	11,16	12,50	5,58	6,2
Бахчевые	0,55	-	-	20,35	-	9,07	

ПРИЛОЖЕНИЕ З (справочное)

Температура $t_{пр}$, °С, и расход воздуха L , м³/(ч·м), на выходе из вентилируемой прослойки картофеле- и овощехранилищ в зависимости от разности сопротивлений теплопередаче ограждающей конструкции $R_0 - R_{вп}$, м²·°С/Вт, толщины $\delta_{пр}$ и длины прослойки $h_{пр}$

Обозначение	Температура воздуха, $t_{пр}$, °С при расходе воздуха L , м ³ /(ч·м)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Картофелехранилища										
$t_{н} = -20$ °С, $\delta_{пр} = 0,05$ м, $h_{пр} = 2$ м										
$R_0 - R_{вп}$	1,73	1,05	0,79	0,64	0,55	0,48	0,43	0,39	0,36	0,33
$t_{пр}$	3,5	3,7	3,8	3,9	3,9	4	4	4	4,1	4,1
$\delta_{пр} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{вп}$	2,61	1,62	1,22	1	0,86	0,76	0,68	0,62	0,57	0,53
$t_{пр}$	4,1	4,2	4,3	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,5
$\delta_{пр} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{вп}$	4,04	2,5	1,91	1,57	1,35	1,19	1,07	0,98	0,91	0,84
$t_{пр}$	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7	4,7	4,7
$\delta_{пр} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{вп}$	-	3,26	2,47	2,03	1,74	1,54	1,38	1,26	1,17	1,09
$t_{пр}$	-	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,8	4,8
$\delta_{пр} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{вп}$	-	3,86	2,93	2,41	2,07	1,82	1,64	1,50	1,38	1,29
$t_{пр}$	-	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
$t_{н} = -30$ °С, $\delta_{пр} = 0,05$ м, $h_{пр} = 4$ м										
$R_0 - R_{вп}$	3,14	1,89	1,40	1,13	0,96	0,84	0,74	0,67	0,62	0,57
$t_{пр}$	2,7	3,0	3,1	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5
$\delta_{пр} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{вп}$	4,39	2,71	2,03	1,66	1,41	1,24	1,11	1,01	0,93	0,87
$t_{пр}$	3,5	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	4	4	4	4
Картофелехранилища										
$\delta_{пр} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{вп}$	-	4,06	3,06	2,50	2,14	1,89	1,70	1,55	1,43	1,33

Обозначение	Температура воздуха, $t_{\text{пр}}$, °C при расходе воздуха L , м ³ /(ч·м)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$t_{\text{пр}}$	-	4,2	4,2	4,3	4,3	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	5,15	3,84	3,19	2,73	2,40	2,16	1,07	1,82	1,69
$t_{\text{пр}}$	-	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	4,59	3,76	3,22	2,83	2,55	2,32	2,14	1,99
$t_{\text{пр}}$	-	-	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
$t_{\text{н}} = -40$ °C, $\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м, $h_{\text{пр}} = 2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	3,40	2,07	1,55	1,27	1,08	0,95	0,85	0,77	0,71	0,60
$t_{\text{пр}}$	3,6	3,8	3,9	3,9	4	4	4,1	4,1	4,1	4,2
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	5,21	3,21	2,42	1,98	1,70	1,50	1,35	1,23	1,13	1,03
$t_{\text{пр}}$	4,1	4,2	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	5,08	3,82	3,13	2,68	2,37	2,13	1,95	1,80	1,67
$t_{\text{пр}}$	-	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	4,97	4,06	3,48	3,07	2,76	2,52	2,32	2,16
$t_{\text{пр}}$	-	-	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	-	4,84	4,4	3,65	3,28	2,99	2,76	2,57
$t_{\text{пр}}$	-	-	-	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
$t_{\text{н}} = -30$ °C, $\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м, $h_{\text{пр}} = 2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	2,56	1,56	1,17	0,95	0,81	0,71	0,64	0,58	0,53	0,49
$t_{\text{пр}}$	3,6	3,7	3,8	3,9	4	4	4	4,1	4,1	4,1
Картофелехранилища										
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	3,91	2,41	1,82	1,49	1,28	1,13	1,01	0,92	0,85	0,79
$t_{\text{пр}}$	4,1	4,2	4,3	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,5	4,5
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										

Обозначение	Температура воздуха, $t_{\text{пр}}$, °C при расходе воздуха L , м ³ /(ч·м)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	3,80	2,87	2,35	2,02	1,78	1,60	1,46	1,35	1,26
$t_{\text{пр}}$	-	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	4,93	3,72	3,05	2,61	2,30	2,07	1,89	1,75	1,63
$t_{\text{пр}}$	-	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	4,43	3,63	3,10	2,74	2,46	2,25	2,07	1,93
$t_{\text{пр}}$	-	-	4,7	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
$t_{\text{н}} = -20$ °C, $\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м, $l_{\text{пр}} = 4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	2,13	1,28	0,95	0,76	0,65	0,56	0,50	0,45	0,42	0,38
$t_{\text{пр}}$	2,6	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,3	3,3	3,4	3,4
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	2,95	1,82	1,37	1,11	0,95	0,84	0,75	0,68	0,63	0,58
$t_{\text{пр}}$	3,5	3,6	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	3,9	4	4
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	4,30	2,71	2,05	1,68	1,44	1,27	1,14	1,04	0,96	0,89
$t_{\text{пр}}$	4,1	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,3	4,4	4,4	4,4
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	3,41	2,59	2,12	1,82	1,61	1,44	1,32	1,22	1,13
$t_{\text{пр}}$	-	4,4	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	3,99	3,04	2,50	2,14	1,89	1,70	1,55	1,43	1,33
$t_{\text{пр}}$	-	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
$t_{\text{н}} = -40$ °C, $\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м, $l_{\text{пр}} = 4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	4,14	2,50	1,85	1,50	1,27	1,11	0,98	0,89	0,81	0,75
$t_{\text{пр}}$	2,7	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5
Картофелехранилища										
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	3,60	2,70	2,20	1,88	1,65	1,48	1,35	1,24	1,15
$t_{\text{пр}}$	-	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	4	4	4	4,1

Обозначение	Температура воздуха, $t_{\text{пр}}$, °C при расходе воздуха L , м ³ /(ч·м)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	-	3,33	2,85	2,51	2,26	2,06	1,90	1,76
$t_{\text{пр}}$	-	-	-	4,3	4,3	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	-	-	3,63	3,20	2,88	2,62	2,42	2,25
$t_{\text{пр}}$	-	-	-	-	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,6
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	-	-	-	3,78	3,39	3,09	2,85	2,65
$t_{\text{пр}}$	-	-	-	-	-	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
$h_{\text{пр}} = 6$ м, $t_{\text{н}} = -20$ °C, $\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	2,50	1,51	1,11	0,89	0,75	0,65	0,56	0,52	0,47	0,44
$t_{\text{пр}}$	2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	3,27	2,03	1,51	1,23	1,05	0,92	0,82	0,74	0,68	0,63
$t_{\text{пр}}$	3	3,1	3,3	3,3	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	4,54	2,88	2,18	1,78	1,52	1,34	1,20	1,09	1,01	0,94
$t_{\text{пр}}$	3,7	3,8	3,9	3,9	4	4	4	4,1	4,1	4,1
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	3,56	2,71	2,22	1,90	1,68	1,51	1,37	1,27	1,18
$t_{\text{пр}}$	-	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,3	4,3
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	4,13	3,15	2,59	2,22	1,96	1,76	1,60	1,48	1,38
$t_{\text{пр}}$	-	4,3	4,3	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
$t_{\text{н}} = -30$ °C, $\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м, $h_{\text{пр}} = 6$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	3,66	2,21	1,63	1,31	1,10	0,96	0,85	0,77	0,70	0,64
$t_{\text{пр}}$	2,1	2,4	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3	3
Картофелехранилища										
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	4,84	3,0	2,24	1,82	1,55	1,36	1,21	1,10	1,01	0,94

Обозначение	Температура воздуха, $t_{\text{пр}}$, °C при расходе воздуха L , м ³ /(ч·м)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$t_{\text{пр}}$	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6	3,7
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	4,30	3,24	2,65	2,27	1,99	1,79	1,63	1,50	1,39
$t_{\text{пр}}$	-	3,9	3,9	4	4	4	4,1	4,1	4,1	4,2
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	4,06	3,32	2,84	2,50	2,25	2,05	1,89	1,76
$t_{\text{пр}}$	-	-	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	4,74	3,89	3,33	2,43	2,63	2,40	2,21	2,05
$t_{\text{пр}}$	-	-	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
$t_{\text{н}} = -40$ °C, $h_{\text{пр}} = 6$ м, $\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	4,82	2,92	2,15	1,73	1,46	1,26	1,12	1,01	0,92	0,85
$t_{\text{пр}}$	2,1	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3	-	3,1
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	3,49	2,58	2,08	1,76	1,53	1,36	1,23	1,12	1,03
$t_{\text{пр}}$	-	3	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	4,32	3,53	3,01	2,65	2,38	2,17	1,99	1,85
$t_{\text{пр}}$	-	-	3,9	4	4	4,1	4,1	4,1	4,1	4,2
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	-	4,43	3,79	3,33	2,99	2,73	2,51	2,33
$t_{\text{пр}}$	-	-	-	4,2	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,4
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	-	5,19	4,44	3,90	3,51	3,19	2,94	2,73
$t_{\text{пр}}$	-	-	-	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,5
Корнеплодохранилища										
$h_{\text{пр}} = 2$ м, $t_{\text{н}} = -40$ °C, $\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	1,703	1,02	0,76	0,62	0,53	0,46	0,41	0,37	0,34	0,32
$t_{\text{пр}}$	1,5	1,7	1,8	1,9	1,9	2	2	2,1	2,1	2,1
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										

Обозначение	Температура воздуха, $t_{\text{пр}}$, °C при расходе воздуха L , м ³ /(ч·м)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$R_0 - R_{\text{вп}}$	2,60	1,58	1,18	0,96	0,83	0,73	0,65	0,60	0,55	0,51
$t_{\text{пр}}$	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	4,09	2,49	1,87	1,52	1,30	1,15	1,03	0,94	0,87	0,81
$t_{\text{пр}}$	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	3,24	2,42	1,98	1,69	1,49	1,34	1,22	1,13	1,05
$t_{\text{пр}}$	-	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	3,86	2,89	2,36	2,01	1,77	1,59	1,45	1,33	1,24
$t_{\text{пр}}$	-	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
$t_{\text{н}} = -30$ °C, $\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м, $h_{\text{пр}} = 2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	2,6	1,56	1,17	0,95	0,81	0,72	0,63	0,57	0,53	0,49
$t_{\text{пр}}$	1,6	1,8	1,9	1,9	2	2	2,1	2,1	2,1	2,2
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	3,99	2,42	1,81	1,48	1,27	1,12	1	0,92	0,84	0,78
$t_{\text{пр}}$	2,1	2,2	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	3,85	2,88	2,35	2,01	1,77	1,59	1,45	1,34	1,25
$t_{\text{пр}}$	-	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	5,01	3,75	3,05	2,61	2,29	2,06	1,88	1,73	1,61
$t_{\text{пр}}$	-	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8
Корнеплодохранилища										
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	4,48	3,64	3,11	2,73	2,45	2,23	2,06	1,91
$t_{\text{пр}}$	-	-	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
$t_{\text{н}} = -40$ °C, $\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м, $h_{\text{пр}} = 2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	3,51	2,11	1,57	1,28	1,09	0,15	0,85	0,77	0,71	0,66
$t_{\text{пр}}$	1,6	1,8	1,9	2	2	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2

Обозначение	Температура воздуха, $t_{\text{пр}}$, °С при расходе воздуха L , м ³ /(ч·м)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	3,27	2,45	2,00	1,71	1,51	1,35	1,23	1,14	1,06
$t_{\text{пр}}$	-	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	3,89	3,17	2,71	2,39	2,15	1,96	1,81	1,68
$t_{\text{пр}}$	-	-	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	5,07	4,13	3,52	3,10	2,78	2,54	2,34	2,18
$t_{\text{пр}}$	-	-	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	-	4,93	4,204	3,69	3,31	3,02	2,78	2,59
$t_{\text{пр}}$	-	-	-	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
$\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м, $t_{\text{н}} = -20$ °С, $h_{\text{пр}} = 4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	2,15	1,26	0,93	0,74	0,63	0,54	0,48	0,44	0,40	0,37
$t_{\text{пр}}$	0,7	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	3	1,80	1,34	1,08	0,92	0,81	0,72	0,66	0,60	0,56
$t_{\text{пр}}$	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2	2	2
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	4,44	2,69	2,01	1,64	1,39	1,23	1,10	1,00	0,92	0,86
$t_{\text{пр}}$	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4
Корнеплодохранилища										
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	3,43	2,56	2,08	1,78	1,56	1,40	1,28	1,18	1,09
$t_{\text{пр}}$	-	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	4,04	3,02	2,46	2,10	1,85	1,65	1,51	1,39	1,29
$t_{\text{пр}}$	-	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
$t_{\text{н}} = -30$ °С, $\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м, $h_{\text{пр}} = 4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	3,27	1,92	1,41	1,13	0,95	0,83	0,74	0,67	0,61	0,56

Обозначение	Температура воздуха, $t_{\text{пр}}$, °C при расходе воздуха L , м ³ /(ч·м)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$t_{\text{пр}}$	0,8	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	4,60	2,76	2,05	1,66	1,41	1,24	1,11	1,01	0,93	0,86
$t_{\text{пр}}$	1,5	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2	2	2	2,1
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	4,15	3,09	2,51	2,14	1,88	1,69	1,54	1,42	1,32
$t_{\text{пр}}$	-	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	5,30	3,95	3,21	2,74	2,40	2,16	1,96	1,81	1,68
$t_{\text{пр}}$	-	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	4,67	3,80	3,24	2,84	2,55	2,32	2,13	1,98
$t_{\text{пр}}$	-	-	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
$\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м, $t_{\text{н}} = -40$ °C, $h_{\text{пр}} = 4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	4,38	2,58	1,89	1,52	1,28	1,12	0,99	0,90	0,82	0,76
$t_{\text{пр}}$	0,8	1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	3,71	2,76	2,23	1,90	1,67	1,49	1,36	1,25	1,16
$t_{\text{пр}}$	-	1,7	1,8	1,9	1,9	2	2	2	2,1	2,1
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	5,61	4,18	3,39	2,89	2,54	2,28	2,08	1,91	1,78
$t_{\text{пр}}$	-	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4
Корнеплодохранилища										
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	-	4,34	3,70	3,25	2,91	2,65	2,44	2,27
$t_{\text{пр}}$	-	-	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,6
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	-	-	-	4,37	3,84	3,44	3,13	2,88	2,68
$t_{\text{пр}}$	-	-	-	-	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
$h_{\text{пр}} = 5$ м, $t_{\text{н}} = -20$ °C, $\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										

Обозначение	Температура воздуха, $t_{пр}$, °C при расходе воздуха L , м ³ /(ч·м)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$R_0 - R_{вп}$	-	4,13	3,09	2,51	2,14	1,88	1,68	1,53	1,41	1,31
$t_{пр}$	-	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
$\delta_{пр} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{вп}$	-	3,52	2,63	2,14	1,82	1,60	1,43	1,31	1,20	1,12
$t_{пр}$	-	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
$\delta_{пр} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{вп}$	4,61	2,79	2,08	1,69	1,44	1,26	1,13	1,03	0,95	0,88
$t_{пр}$	1,9	2	2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3
$\delta_{пр} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{вп}$	3,20	1,91	1,41	1,14	0,97	0,85	0,76	0,69	0,63	0,58
$t_{пр}$	1,2	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8
$\delta_{пр} = 0,05$ м										
$R_0 - R_{вп}$	2,37	1,38	1,01	0,81	0,68	0,59	0,52	0,47	0,43	0,39
$t_{пр}$	0,4	0,6	0,8	0,9	0,9	1	1,1	1,1	1,2	1,2
$t_H = -30$ °C, $\delta_{пр} = 0,05$ м, $h_{пр} = 5$ м										
$R_0 - R_{вп}$	3,57	2,10	1,53	1,22	1,03	0,89	0,79	0,71	0,65	0,60
$t_{пр}$	0,5	0,7	0,9	1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3
$\delta_{пр} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{вп}$	4,89	2,92	2,16	1,75	1,48	1,30	1,16	1,05	0,97	0,89
$t_{пр}$	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9
$\delta_{пр} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{вп}$	-	4,30	3,20	2,60	2,21	1,94	1,74	1,58	1,46	1,35
$t_{пр}$	-	2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3
Корнеплодохранилища										
$\delta_{пр} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{вп}$	-	4,05	3,29	2,80	2,46	2,20	2,01	-	1,85	1,72
$t_{пр}$	-	-	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
$\delta_{пр} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{вп}$	-	-	4,77	3,88	3,30	2,90	2,59	2,36	2,17	2,02
$t_{пр}$	-	-	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Обозначение	Температура воздуха, $t_{пр}$, °С при расходе воздуха L , м ³ /(ч·м)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$t_H = -40$ °С, $h_{пр} = 5$ м, $\delta_{пр} = 0,05$ м										
$R_0 - R_{вп}$	4,79	2,81	2,05	1,64	1,38	1,20	1,07	0,96	0,88	0,81
$t_{пр}$	0,5	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3
$\delta_{пр} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{вп}$	-	3,93	2,91	2,35	1,99	1,75	1,56	1,42	1,30	1,20
$t_{пр}$	-	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9
$\delta_{пр} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{вп}$	-	-	4,32	3,50	2,98	2,62	2,35	2,13	1,96	1,82
$t_{пр}$	-	-	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3
$\delta_{пр} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{вп}$	-	-	-	4,45	3,78	3,32	2,98	2,49	2,49	2,31
$t_{пр}$	-	-	-	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5
$\delta_{пр} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{вп}$	-	-	-	5,24	4,46	3,91	3,50	3,19	2,93	2,72
$t_{пр}$	-	-	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Хранилища для лука и чеснока (холодный способ хранения)										
$h_{пр} = 1,5$ м, $t_H = -20$ °С, $\delta_{пр} = 0,05$ м										
$R_0 - R_{вп}$	0,71	0,43	0,32	0,26	0,22	0,19	0,18	0,16	0,15	0,13
$t_{пр}$	-0,6	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	-0,5	+0,0		
$\delta_{пр} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{вп}$	1,11	0,67	0,50	0,41	0,35	0,31	0,28	0,26	0,24	0,22
$t_{пр}$	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
$\delta_{пр} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{вп}$	1,77	1,07	0,80	0,66	0,56	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35
$t_{пр}$	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1
$\delta_{пр} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{вп}$	2,30	1,40	1,05	0,8	0,73	0,65	0,58	0,53	0,49	0,45
$t_{пр}$	1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
$\delta_{пр} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{вп}$	2,73	1,68	1,25	1,02	0,87	0,77	0,69	0,63	0,58	0,54

Обозначение	Температура воздуха, $t_{пр}$, °C при расходе воздуха L , м ³ /(ч·м)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$t_{пр}$	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Хранилища для лука и чеснока										
$t_H = -30$ °C, $\delta_{пр} = 0,05$ м, $h_{пр} = 1,5$ м										
$R_0 - R_{вп}$	1,21	0,73	0,54	0,44	0,38	0,33	0,30	0,27	0,25	0,23
$t_{пр}$	-0,6	-0,4	-0,2	-0,1	0	0	0,1	0,2	0,2	0,2
$\delta_{пр} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{вп}$	1,90	1,15	0,86	0,70	0,60	0,53	0,48	0,44	0,40	0,37
$t_{пр}$	0,2	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
$\delta_{пр} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{вп}$	3,06	1,85	1,38	1,13	0,97	0,85	0,87	0,80	0,64	0,60
$t_{пр}$	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1	1	1
$\delta_{пр} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{вп}$	4,01	2,42	1,81	1,47	1,26	1,11	0,99	0,91	0,84	0,78
$t_{пр}$	1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2
$\delta_{пр} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{вп}$	4,80	2,91	2,17	1,76	1,50	1,32	1,19	1,08	0,99	0,93
$t_{пр}$	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
$t_H = -40$ °C, $\delta_{пр} = 0,05$ м, $h_{пр} = 1,5$ м										
$R_0 - R_{вп}$	1,71	1,03	0,77	0,62	0,53	0,47	0,42	0,38	0,35	0,32
$t_{пр}$	-0,6	-0,3	-0,1	0	0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
$\delta_{пр} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{вп}$	2,69	1,63	1,22	1,0	0,85	0,75	0,68	0,62	0,57	0,53
$t_{пр}$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
$\delta_{пр} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{вп}$	4,36	3,63	1,96	1,60	1,37	1,21	1,08	0,99	0,91	0,85
$t_{пр}$	0,8	0,9	0,9	1	1	1	1	1	1,1	1,1
Хранилища для лука и чеснока										
$\delta_{пр} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{вп}$	-	3,45	2,56	2,09	1,78	1,57	1,41	1,29	1,19	1,10
$t_{пр}$	-	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2

Обозначение	Температура воздуха, $t_{\text{пр}}$, °C при расходе воздуха L , м ³ /(ч·м)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	4,14	3,08	2,50	2,13	1,88	1,68	1,53	1,41	1,31
$t_{\text{пр}}$	-	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
$h_{\text{пр}} = 2,8$ м, $t_{\text{н}} = -20$ °C, $\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	0,86	0,50	0,34	0,30	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15
$t_{\text{пр}}$	-2,1	-1,8	-1,6	-1,5	-1,3	-1,2	-1,2	-1,1	-1	-1
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	1,24	0,74	0,55	0,45	0,38	0,34	0,30	0,27	0,25	0,23
$t_{\text{пр}}$	0	+0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,7
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	1,89	1,14	0,85	0,69	0,59	0,52	0,47	0,43	0,39	0,36
$t_{\text{пр}}$	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	2,41	1,46	1,09	0,89	0,76	0,67	0,60	0,55	0,50	0,47
$t_{\text{пр}}$	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	2,84	1,74	1,29	1,05	0,90	0,79	0,71	0,65	0,59	0,55
$t_{\text{пр}}$	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1
$t_{\text{н}} = -30$ °C, $\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м, $h_{\text{пр}} = 2,8$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	1,45	0,85	0,63	0,50	0,43	0,37	0,33	0,30	0,28	0,25
$t_{\text{пр}}$	-1,9	-1,5	-1,3	-1,1	-1	-0,9	-0,8	-0,8	-0,7	-0,7
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	2,12	1,27	0,94	0,76	0,65	0,57	0,51	0,47	0,43	0,40
$t_{\text{пр}}$	-0,6	-0,4	-0,2	-0,1	-0,1	0	0	0,1	0,1	0,2
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	3,21	1,96	1,46	1,18	1,01	0,89	0,80	0,73	0,67	0,62
$t_{\text{пр}}$	0,2	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7
Хранилища для лука и чеснока										
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	4,20	2,53	1,88	1,53	1,30	1,14	1,03	0,94	0,86	0,80

Обозначение	Температура воздуха, $t_{\text{пр}}$, °C при расходе воздуха L , м ³ /(ч·м)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$t_{\text{пр}}$ $\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9
$R_0 - R_{\text{вп}}$	4,98	3,01	2,24	1,82	1,55	1,36	1,22	1,11	1,02	0,9
$t_{\text{пр}}$	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1
$t_{\text{н}} = -40$ °C, $\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м, $h_{\text{пр}} = 2,8$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	2,04	1,20	0,88	0,71	0,60	0,53	0,47	0,42	0,39	0,36
$t_{\text{пр}}$	-1,7	1,4	-1,1	-1	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,6	-0,5
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	3,0	1,79	1,33	1,08	0,92	0,81	0,73	0,66	0,61	0,56
$t_{\text{пр}}$	-0,6	-0,3	-0,2	-0,1	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	4,65	2,78	2,07	1,68	1,43	1,26	1,13	1,03	0,95	0,88
$t_{\text{пр}}$	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
$\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	3,59	2,67	2,17	1,85	1,62	1,46	1,33	1,22	1,14
$t_{\text{пр}}$	-	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
$\delta_{\text{пр}} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	-	4,29	3,18	2,58	2,20	1,93	1,73	1,57	1,45	1,35
$t_{\text{пр}}$	-	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1	1
$h_{\text{пр}} = 3,6$ м, $t_{\text{н}} = -20$ °C, $\delta_{\text{пр}} = 0,05$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	0,96	0,55	0,40	0,32	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16
$t_{\text{пр}}$	-2,7	-2,4	-2,2	-2,0	-1,9	1,8	-1,7	-1,6	-1,6	-1,5
$\delta_{\text{пр}} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	1,33	0,79	0,58	0,47	0,40	0,35	0,31	0,28	0,26	0,24
$t_{\text{пр}}$	-1,2	-1,0	-0,7	-0,6	-0,6	-0,6	-0,5	-0,5	-0,4	-0,4
$\delta_{\text{пр}} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{\text{вп}}$	1,97	1,18	0,88	0,71	0,61	0,53	0,48	0,44	0,40	0,37
$t_{\text{пр}}$	-0,1	0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
Хранилища для лука и чеснока $\delta_{\text{пр}} = 0,3$ м										

Обозначение	Температура воздуха, $t_{пр}$, °С при расходе воздуха L , м ³ /(ч·м)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$R_0 - R_{вп}$	2,48	1,50	1,12	0,91	0,78	0,68	0,61	0,56	0,51	0,48
$t_{пр}$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7
$\delta_{пр} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{вп}$	2,91	1,77	1,32	1,08	0,92	0,80	0,72	0,66	0,61	0,56
$t_{пр}$	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
$t_{н} = -30$ °С, $\delta_{пр} = 0,05$ м, $h_{пр} = 3,6$ м										
$R_0 - R_{вп}$	1,60	0,93	0,68	0,54	0,46	0,40	0,35	0,32	0,29	0,27
$t_{пр}$	-2,4	-2	-1,8	-1,6	-1,5	-1,4	-1,3	-1,2	-1,2	-1,1
$\delta_{пр} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{вп}$	2,26	1,34	0,99	0,80	0,68	0,60	0,53	0,49	0,45	0,41
$t_{пр}$	-1,0	-0,8	-0,6	-0,5	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1
$\delta_{пр} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{вп}$	3,39	2,03	1,50	1,22	1,04	0,91	0,82	0,75	0,69	0,64
$t_{пр}$	-0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
$\delta_{пр} = 0,3$ м										
$R_0 - R_{вп}$	4,32	2,59	1,93	1,56	1,33	1,17	1,05	0,95	0,88	0,82
$t_{пр}$	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
$\delta_{пр} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{вп}$	5,09	3,07	2,28	1,85	1,57	1,38	1,24	1,13	1,04	0,96
$t_{пр}$	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9
$t_{н} = -40$ °С, $\delta_{пр} = 0,3$ м, $h_{пр} = 3,6$ м										
$R_0 - R_{вп}$	-	3,69	2,73	2,22	1,89	1,66	1,48	1,35	1,24	1,16
$t_{пр}$	-	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
$\delta_{пр} = 0,2$ м										
$R_0 - R_{вп}$	4,82	2,87	2,13	1,73	1,47	1,29	1,16	1,05	0,97	0,90
$t_{пр}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
Хранилище для лука и чеснока										
$\delta_{пр} = 0,4$ м										
$R_0 - R_{вп}$	-	4,37	3,24	2,63	2,23	1,96	1,76	1,60	1,47	1,37
$t_{пр}$	-	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9

Обозначение	Температура воздуха, $t_{пр}$, °С при расходе воздуха L , м ³ /(ч·м)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$\delta_{пр} = 0,1$ м										
$R_0 - R_{вп}$	3,19	1,89	1,40	1,13	0,96	0,84	0,75	0,69	0,63	0,58
$t_{пр}$	-1	-0,7	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1
$\delta_{пр} = 0,05$ м										
$R_0 - R_{вп}$	2,24	1,30	0,95	0,76	0,64	0,56	0,50	0,45	0,41	0,38
$t_{пр}$	-2,3	-1,9	-1,7	-1,5	-1,3	-1,2	-1,2	-1,1	-1	-1

ПРИЛОЖЕНИЕ И (справочное)

Гидравлическое сопротивление насыпи продукции, Па

Продукция	Толщина слоя, м	Интенсивность подачи воздуха на 1 м ² сечения насыпи, перпендикулярной воздушному потоку, м ³ /ч						
		50	100	200	300	400	500	1000
Картофель*	1	2,9	7,0	19,0	37,3	57,5	85,4	236,00
	2	6,8	16,5	44,5	87,5	124,5	197,5	556,5
	3	11,1	27,0	73,5	144,0	221,0	326,5	882,5
	4	16,0	38,5	104,5	205,5	314,7	465,0	1309,0
	5	21,0	51,0	138,0	270,0	420,0	612,0	1715,0
	6	26,0	63,5	172,5	338,0	530,0	766,0	2142,0
Лук	1	3,2	8,1	22,7	43,6	71,1	105,0	371,0
	2	7,7	19,4	54,3	104,0	170,0	251,0	888,0
	3	13,0	32,4	90,5	174,0	284,0	419,0	1480,0
	4	18,6	46,5	130,0	250,0	408,0	602,0	2130,0
Свекла	1	0,8	2,1	5,9	11,4	18,6	27,5	97,2
	2	1,7	4,2	11,8	22,8	37,2	55,0	194,4
	3	2,6	6,3	17,8	34,2	55,8	82,5	291,6
	4	3,4	8,5	23,7	45,6	74,4	110,0	388,8

Продукция	Толщина слоя, м	Интенсивность подачи воздуха на 1 м ² сечения насыпи, перпендикулярной воздушному потоку, м ³ /ч						
		50	100	200	300	400	500	1000
Капуста**	1	1,3	3,1	8,3	15,4	24,6	35,8	122,0
	2	2,6	6,2	16,6	30,8	49,2	71,6	244,0
	3	3,9	9,4	24,8	46,2	73,8	107,4	366,0
	4	5,2	12,5	33,1	61,6	98,4	143,2	488,0
Морковь	1	1,5	3,6	9,7	18,2	29,2	42,6	146,0
	2	3,0	7,2	19,4	36,4	58,4	85,2	292,0
	3	4,5	10,8	29,1	54,6	87,6	127,8	438,0

* Сопротивление насыпи для картофеля дано с учетом засоренности -10 %.

** Сопротивление насыпи капусты дано с учетом отслаивания поверхностных листьев, создающих дополнительное сопротивление.

ПРИЛОЖЕНИЕ К (справочное)

Таблица К1

Расчетные температуры наружного воздуха осени и весны

Наименование пунктов	Амплитуды колебания температуры наружного воздуха		$\frac{\Delta t_{cp}}{\Delta t_{max}}$	Средние температуры наружного воздуха °С			
				наиболее холодных			Из абсолютных минимумов t_{np}^c
				Месяца сезона	Суток t_{nc}^c	Периода t_{nx}^c	
средняя	максимальная						
Март							
Симферополь	10,0	22,0	0,454	3,0	-10,1	-3,8	-10,0
Краснодар	9,5	22,7	0,418	4,2	-6,4	-4,4	-10,0
Гарм	7,6	19,1	0,398	3,2	-8,5	-6,0	-8,0
Грозный	10,0	28,8	0,347	2,4	-12,0	-5,1	-11,0
Ужгород	9,2	22,1	0,416	4,8	-6,6	-3,2	-7,0
Нахичевань	11,1	23,1	0,48	6,2	-7,2	-3,0	-7,0
Ереван	10,9	21,3	0,512	5,4	-10,2	-2,8	-8,0
Ош	9,3	19,1	0,487	5,7	-9,0	-3,8	-7,0
Фрунзе	10,4	22,8	0,456	3,8	-10,9	-5,4	-8,3

Чимкент	11,0	22,6	0,487	5,7	-10,6	-5,0	-9,0
Ташауз	11,5	22,4	0,513	4,6	-9,7	-	-9,0
Чагыл	10,9	24,6	0,443	5,6	-9,2	-	-7,0
Измаил	8,5	23,1	0,368	4,2	-8,6	-	-7,0
Степанакерт	8,1	17,0	0,476	4,3	-7,4	-	-6,0
Ленкорань	7,7	24,1	0,319	6,9	-2,1	-	-1,0
Ашхабад	10,4	24,7	0,421	9,4	-4,8	-	-4,0
Гасан-Кули	10,5	28,5	0,368	9,1	-3,7	-	-0,0
Репетек	12,7	24,4	0,52	9,9	-5,3	-	-6,0
Кушка	11,9	26,1	0,455	8,7	-4,8	-	-6,0
Тахта-Базар	12,2	26,8	0,455	10,0	-3,6	-	-4,0
Зеагли	10,7	25,0	0,428	7,9	-6,0	-	-
Новороссийск	7,1	18,6	0,382	5,8	+3,8	-	-6,0
Сочи	7,1	18,6	0,382	7,6	-4,7	-	-2,0
Телави	8,6	20,4	0,421	5,7	-4,8	-	-5,0
Душанбе	11,1	19,1	0,576	8,8	-6,0	-	-5,0
Курган-Тюбе	11,6	22,9	0,506	10,8	-4,0	-	-2,0
Самтредиа	8,6	19,6	0,438	8,8	-2,3	-	-1,0
Батуми	7,5	20,2	0,371	8,7	-1,8	-	-1,0
Кутаиси	8,5	28,1	0,302	8,4	-2,5	-	-2,0
Тбилиси	9,2	21,6	0,425	6,6	-4,1	-	-4,0
Астара	5,7	20,3	0,284	7,1	-1,3	-	-
Севастополь	6,9	17,5	0,394	5,3	-6,4	-	-5,0
Феодосия	6,6	17,7	0,373	4,2	-7,5	-	-6,0
Ялта	6,7	21,0	0,319	5,9	-5,0	-	-4,0
Апрель							
Беля	10,6	23,2	0,455	3,2	-9,6	-5,5	-10,0
Орел	8,8	22,4	0,393	4,8	-7,8	-3,8	-7,0
Москва	8,5	18,9	0,45	4,9	-9,7	-4,7	-9,0
Киев	8,7	19,0	0,444	7,5	-4,2	-0,2	-3,1
Винница	9,4	19,9	0,472	6,9	-5,1	-0,5	-4,0
Ворошиловград	П.6	23,3	0,498	8,6	-4,7	-0,8	-4,0
Днепропетровск	10,0	18,7	0,535	9,0	-3,2	-0,3	-3,0
Ужгород	10,6	21,4	0,495	10,0	-1,8	-2,2	-3,0
Мелитополь	11,2	22,2	0,505	9,2	-2,7	+1,3	-3,0
Львов	9,3	20,3	0,458	7,8	-4,7	+0,6	-4,0
Одесса	6,8	18,5	0,368	8,2	-1,7	+2,2	-2,0
Херсон	11,0	23,0	0,478	9,3	-3,3	+0,6	-3,0

Каменец-Подол.	10,7	22,5	0,476	7,0	-4,6	+0,1	-4,0
Умань	10,8	22,1	0,489	7,4	-5,4	-0,2	-5,0
Кисловодск	10,6	22,4	0,473	8,3	-4,2	-0,2	-4,0
Владикавказ	11,0	24,9	0,402	8,4	-4,6	+2,0	-3,0
Эльтон	11,3	20,7	0,542	8,3	-5,4	-2,4	-5,0
Элиста	11,5	23,9	0,481	8,5	-4,6	+0,7	-4,0
Талас	13,1	24,6	0,532	8,7	-6,7	-2,2	-6,0
Ахалкалаки	11,6	28,0	0,414	4,4	-9,0	-1,9	-9,0
Севан	9,6	18,7	0,513	2,9	-8,1	-4,1	-9,0
Пограничный	13,2	26,9	0,491	5,1	-8,3	-3,5	-7,5
Санкт-Петербург	7,8	20,1	0,388	3,0	-8,5	-3,4	-8,0
Великие Луки	9,8	22,1	0,443	4,4	-9,9	-3,4	-8,0
Псков	8,3	20,3	0,409	4,0	-9,9	-3,1	-8,0
Верхн.Баскунчак	11,6	20,3	0,572	8,8	-4,6	-	-4,0
Яшкуль	13,7	25,8	0,532	9,3	-4,8	-	-4,0
Гигант	11,3	22,0	0,513	9,2	-4,2	-	-3,0
Ишкишим	12,1	18,4	0,656	7,5	-10,8	-	-5,0
Ленинакан	13,1	24,6	0,533	5,9	-6,9	-	-5,9
Гарм	11,0	23,4	0,47	11,2	-0,0	-	-0,4
Дарауткурган	11,4	21,5	0,53	3,4	-9,7	-	-10,0
Ош	10,5	19,4	0,558	12,8	-0,7	-	-1,0
Краснодар	12,1	26,3	0,451	10,9	-2,3	-	-1,0
Новороссийск	7,4	17,1	0,433	10,6	-0,5	-	+1,0
Сочи	7,6	19,7	0,385	11,1	+1,2	-	+2,0
Грозный	14,0	30,4	0,461	9,3	-4,0	-	-4,0
Фрунзе	11,8	23,9	0,493	11,4	-1,9	-	-3,0
Кишинев	11,3	22,3	0,507	9,5	-2,7	-	-3,0
Севастополь	3,0	18,8	0,426	9,5	-1,0	-	-
Симферополь	12,5	26,5	0,472	9,3	-3,9	-	-3,0
Феодосия	7,6	16,0	0,475	9,6	-4,0	-	-3,0
Измаил	10,7	23,0	0,465	10,2	-1,7	-	-2,0
Батуми	7,1	22,2	0,319	11,7	+2,2	-	+3,0
Кутаиси	10,5	23,6	0,445	12,9	+2,2	-	+2,0
Астара	6,1	13,3	0,333	11,4	+2,4	-	+2,0
Закатали	10,0	22,5	0,444	11,6	+1,0	-	+1,0
Кировабад	11,5	22,9	0,502	12,0	-1,2	-	+1,0
Ленкорань	9,0	22,3	0,403	11,3	+1,0	-	+2,0
Нахичевань	12,7	22,7	0,559	12,7	+0,00	-	0,0

Степанакерт	8,9	21,3	0,418	9,6	-1,2	-	-1,0
Ереван	13,0	21,0	0,619	11,8	-1,9	-	-2,0
Май							
Абакан	14,3	28,5	0,502	9,9	-5,3	-0,8	-5,0
Ачинск	12,8	25,6	0,50	6,2	-6,7	-1,1	-7,0
Красноярск	11,4	24,3	0,469	3,3	-5,1	-2,2	-5,0
Иркутск	15,3	26,3	0,541	3,4	-7,1	-0,6	-6,0
Слюданка	9,7	25,1	0,386	6,0	-4,6	-1,0	-5,0
Архара	12,6	24,6	0,512	10,5	-1,8	+0,8	-2,9
Комсомольск- -на-Амуре	11,3	22,9	0,495	8,7	-3,0	-0,2	-2,6
Николаевск- -на-Амуре	8,8	20,9	0,421	3,7	-7,1	-2,6	-6,3
Чекунда	15,8	28,6	0,552	6,4	-6,7	-0,4	-6,2
Благовещенск	12,7	28,6	0,494	10,9	0,0	+2,5	-2,1
Кемь	7,6	20,2	0,376	5,0	-6,3	-2,4	-5,0
Медвежьегорск	10,2	21,5	0,479	6,4	-5,7	-0,9	-6,0
Богучары	13,7	27,5	0,496	7,0	-7,3	-	-7,0
Ванавара	13,7	30,5	0,449	4,6	-10,0	-	-
Енисейск	11,3	24,7	0,478	7,1	-6,8	-	-7,0
Керма	12,9	26,8	0,481	6,0	-8,9	-	-9,0
Жигалово	16,3	31,5	0,517	7,0	-9,4	-	-9,0
Киренск	13,8	27,9	0,495	7,0	-9,8	-	-8,0
Бабушкин	10,3	25,0	0,412	5,2	-4,8	-	-5,0
Сковородино	15,9	31,5	0,505	7,2	-7,7	-	-
Витим	12,7	28,6	0,444	5,4	-6,1	-	-
Бикин	12,8	27,5	0,465	11,7	+0,0	-	-
Кызыл	15,5	27,4	0,505	10,5	-5,1	-	-6,0
Эрзин	15,4	23,3	0,661	9,6 6	-7,1	-	-8,2
Сентябрь							
Медвежьегорск	7,0	19,0	0,368	8,4	-2,7	+2,0	-2,0
Тюмень	10,0	23,6	0,423	10,1	-2,3	+0,4	-2,0
Тобольск	8,7	19,7	0,442	9,5	-2,6	+0,1	-2,0
Минусинск	13,4	26,3	0,51	9,9	-3,9	+1,9	-3,0
Абакан	12,6	26,4	0,477	10,0	-3,7	+0,8	-4,0
Ачинск	10,7	23,3	0,459	8,9	-4,4	+0,7	-4,0

Богучары	10,1	23,0	0,439	8,2	-4,4	-0,3	-4,0
Красноярск	9,3	21,9	0,425	9,2	-3,0	+1,2	-3,0
Томск	9,9	22,1	0,448	9,2	-3,4	+1,6	-2,0
Александровское Пышкино-Троицкое	8,4	20,4	0,412	8,2	-3,7	+1,1	-3,0
	0,3	24,3	0,424	8,8	-4,4	+1,7	-4,0
Колпашево	9,1	21,9	0,415	9,0	-3,4	-0,9	-2,0
Омск	11,4	24,5	0,465	10,0	-2,7	+1,1	-3,0
Кемерово	11,8	28,9	0,408	9,3	-4,4	1,2	-4,0
Гурьевск	12,6	30,2	0,417	9,6	-4,5	+1,7	-5,0
Барабинск	11,4	23,0	0,496	9,8	-3,8	+0,7	-3,0
Кемь	6,1	14,0	0,436	7,8	-2,5	+1,6	-2,0
Барнаул	12,3	24,8	0,496	10,8	-3,0	+1,7	-2,0
Новосибирск	11,0	22,0	0,50	9,9	-3,8	-1,1	-3,0
Татарск	11,6	25,1	0,462	10,0	-3,8	+1,6	-4,0
Купино	12,1	24,1	0,502	10,5	-3,8	+1,3	-3,0
Болотное	10,3	21,8	0,472	9,6	-3,8	+1,5	-2,0
Чекунды	12,8	26,6	0,481	9,5	-3,9	-0,2	-4,8
Иркутск	12,8	22,9	0,558	8,1	-5,2	-	-5,0
Нижнеудинск	12,6	28,4	0,444	7,7	-5,4	-	-6,0
Слюдянка	8,2	19,0	0,432	7,8	-2,1	-	-2,0
Бабушкин	7,5	19,0	0,394	8,9	-2,1	-	-0,0
Нижнеангарск	8,5	18,9	0,449	8,3	-2,7	-	-1,0
Улан - Удэ	12,4	23,6	0,525	8,8	-5,6	-	5,0
Баргузин	11,4	25,1	0,454	8,6	-3,4	-	-4,0
Чита	13,7	26,5	0,517	8,3	-6,4	-	-5,0
Комсомольск- -на-Амуре	8,7	20,8	0,418	12,6	+0,6	-	+0,8
Туруханск	6,8	18,7	0,364	5,6	-5,9	-	-5,0
Кызыл	14,1	24,2	0,582	9,8	-5,2	-	-5,0
Эрзин	14,7	22,9	0,642	9,8	-6,2	-	-7,0
Сковородино	14,9	27,7	0,538	7,7	-5,0	-	-
Аян	7,7	17,4	0,443	9,6	-1,4	-	-0,3
Монды	15,6	29,3	0,559	5,2	-9,8	-	-10,0
Жигалово	13,4	30,4	0,441	6,3	-6,7	-	-8,0
Киренск	11,2	27,7	0,404	7,0	-5,2	-	-6,0
Ванавара	12,2	27,9	0,437	5,7	-7,8	-	-8,0
Верхне-Имбатское	8,0	20,6	0,388	6,8	-5,0	-	-4,0

Енисейск	9,8	22,4	0,438	8,3	-4,8	-	-4,0
Байкит	11,3	27,2	0,415	5,2	-7,3	-	-
Октябрь							
Воронеж	7,6	21,6	0,352	5,6	-6,4	-2,3	-5,0
Горький	5,4	15,9	0,339	3,2	-7,7	-3,9	-8,0
Калинин	6,2	18,7	0,332	3,5	-7,9	-3,3	-7,0
Жиздра	7,3	21,0	0,348	4,2	-7,5	-3,4	-6,0
Краснодар	11,9	24,4	0,488	11,6	-3,1	+0,7	-2,0
Владивосток	7,4	17,8	0,416	8,8	-2,8	+1,0	-2,7
Куйбышев	7,1	16,7	0,425	4,2	-8,1	-4,3	-9,0
Курск	7,1	18,0	0,394	5,6	-6,0	-1,9	-5,0
Саранск	6,8	20,8	0,327	4,0	-8,2	-3,1	-9,0
Москва	5,7	20,6	0,277	5,0	-9,1	-3,2	-7,0
Оренбург	9,7	22,7	0,427	4,6	-3,1	-4,0	-10,0
Орел	7,3	18,7	0,39	4,8	-6,9	-4,6	-6,0
Пенза	6,6	17,7	0,373	4,3	-8,0	-4,0	-7,0
Рязань	6,4	17,8	0,359	4,2	-7,9	-3,4	-7,0
Кисловодск	10,3	21,4	0,481	10,0	-4,5	-0,9	-3,0
Тамбов	7,8	21,0	0,371	5,3	-6,8	-3,2	-7,0
Казань	6,1	17,3	0,352	3,2	-8,8	-3,9	-8,0
Тула	6,9	22,0	0,314	4,7	-7,4	-2,3	-7,0
Умань	9,1	23,9	0,38	7,8	-5,1	+0,1	-5,0
Пограничный	13,4	24,5	0,547	6,4	-7,6	-4,1	-7,9
Рыбинск	5,4	17,1	0,316	3,2	-8,1	-3,6	-7,0
Винница	8,5	21,6	0,394	7,5	-4,9	-0,9	-4,0
Ворошиловград	10,3	23,6	0,436	8,1	-5,7	-0,9	-5,0
Днепропетровск	8,6	18,6	0,462	8,8	-3,5	-1,3	-3,0
Чимбай	15,1	26,4	0,572	9,4	-6,8	+0,1	-4,0
Мелитополь	9,9	20,6	0,48	10,1	-3,7	0,0	-3,0
Киев	7,6	16,8	0,452	7,5	-4,6	-0,6	-3,1
Кировоград	9,4	25,4	0,37	7,7	-5,3	-0,9	-4,0
Конотоп	11,9	23,6	0,504	8,6	-5,8	-0,5	-5,0
Львов	8,5	20,0	0,425	8,2	-3,3	-0,3	-3,0
Одесса	6,6	19,0	0,347	10,7	-1,7	+2,5	-1,0
Полтава	8,1	18,3	0,443	7,4	-5,0	-0,8	-4,0
Харьков	8,8	24,2	0,364	7,1	-5,7	-1,6	-5,0
Севан	11,5	20,2	0,569	6,9	-6,5	-0,9	-5,0
Каменец -							

Подольский	8,8	21,3	0,413	8,6	-3,8	+0,3	-3,0
Чернигов	7,6	20,0	0,38	6,8	-5,3	-0,8	-4,0
Черновцы	9,6	21,3	0,451	8,6	-4,3	-1,0	-3,0
Брест	8,0	18,3	0,437	7,7	-4,1	-0,8	-3,0
Витебск	6,1	17,3	0,353	5,2	-5,7	-1,8	-5,0
Гродно	7,0	15,5	0,452	7,6	-3,9	-0,6	-3,0
Минск	6,4	16,2	0,395	5,6	-5,1	-1,3	-5,0
Могилев	6,8	18,6	0,365	5,3	-5,9	-1,7	-5,0
Актюбинск	10,5	24,3	0,432	4,4	-8,9	-3,4	-9,0
Алма-Ата	11,3	20,7	0,545	9,5	-6,4	-1,1	-5,0
Гурьев	11,0	22,5	0,489	8,1	-6,0	-2,5	-6,0
Джамбул	16,0	29,5	0,542	8,6	-7,0	-2,5	-6,0
Кзыл-Орда	14,5	27,6	0,525	8,7	-6,9	-1,4	-6,0
Семипалатинск	11,6	24,2	0,479	3,4	-12,0	-5,3	-9,0
Уральск	10,0	24,7	0,405	5,1	-8,2	-3,6	-8,0
Ленинабад	16,3	24,8	0,657	12,4	-2,1,	+3,3	-1,0
Саратов	8,1	19,1	0,424	5,7	-6,2	-4,5	-7,0
Ленинград	14,9	21,0	0,233	4,8	-5,9	-2,2	-4,0
Ахалкалаки	12,9	24,4	0,529	6,8	-6,0	-0,6	-6,0
Ленинкан	15,0	26,4	0,568	8,4	-7,1	-0,5	-6,0
Великие Луки	6,7	16,6	0,404	4,9	-7,6	-2,7	-6,0
Псков	6,1	18,4	0,332	5,0	-6,9	-2,2	-5,0
Валдай	5,4	16,7	0,323	3,4	-8,1	-3,3	-8,0
Полоцк	6,7	19,4	0,345	5,4	-5,0	-1,9	-5,0
Пинск	8,4	20,0	0,42	7,1	-5,0	-1,4	-4,0
Эльтон	9,5	19,7	0,482	7,4	-6,7	-1,4	-5,0
Элиста	9,7	20,1	0,483	9,1	-4,0	-4,2	-4,0
Яшкуль	11,6	24,2	0,479	9,6	-4,6	-1,1	-6,0
Ужгород	10,5	23,3	0,45	9,7	-2,8	-	-2,0
Беля	8,4	21,7	0,387	4,1	-9,0	-	-
Херсон	9,8	20,9	0,469	10,5	-2,9	-	-2,0
Грозный	10,8	26,2	0,412	10,0	-2,4	-	-2,0
Янах	10,2	19,5	0,523	5,3	-7,1	-	-6,0
Тихвин	6,0	17,9	0,335	3,5	-8,1	-	-8,0
Ош	10,2	19,8	0,515	4,3	-10,5	-4,8	-8,0
Грозный	7,6	22,1	0,344	4,0	-8,7	-4,2	-9,0
Кисловодск	9,3	21,4	0,435	2,7	-11,5	-5,7	-10,0

Львов	5,2	16,8	0,31	2,4	-3,7	-4,2	-7,0
Одесса	5,1	12,7	0,402	4,5	-7,3	-3,6	-7,0
Херсон	6,5	18,8	0,34	4,1	-9,0	-4,0	-8,0
Симферополь	9,6	22,5	0,426	5,8	-9,0	-3,9	-7,0
Ленинабад	10,0	19,4	0,615	6,4	-8,4	-5,2	-7,0
Кубе	7,9	24,1	0,328	5,0	-7,7	-2,8	-6,0
Нахичевань	10,5	20,5	0,512	6,9	-8,1	-1,4	-5,0
Ереван	10,6	19,7	0,538	6,2	-8,7	-2,5	-5,0
Степанакерт	7,1	19,1	0,372	6,1	-7,0	-	-3,0
Андижан	11,2	22,3	0,486	6,0	-7,5	-	-
Кировабад	8,0	17,9	0,449	8,1	-3,3	-	-
Тбилиси	8,2	20,0	0,41	7,6	-3,0	-	-
Севастополь	6,7	16,3	0,411	8,6	-4,1	-	-3,0
Ашхабад	11,2	23,4	0,479	8,1	-7,5	-	-6,0
Зеагли	10,2	19,2	0,531	6,6	-7,4	-	-
Кушка	16,2	29,9	0,542	7,7	-9,2	-	-7,0
Тахта - Базар	16,2	28,6	0,566	8,6	-8,4	-	-7,0
Астара	5,8	20,9	0,278	11,1	+0,3	-	+2,0
Баку	4,6	17,7	0,26	10,9	+1,6	-	+2,0
Закатали	7,9	19,4	0,407	7,5	-4,6	-	-2,0
Кюрдамир	9,0	20,9	0,431	9,2	-2,3	-	-2,0
Лерик	6,8	21,5	0,316	6,2	-6,8	-	-4,0
Телави	7,2	17,0	0,423	7,0	-4,6	-	-2,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Справочное

СРЕДНЯЯ И МАКСИМАЛЬНАЯ СУТОЧНАЯ АМПЛИТУДА ТЕМПЕРАТУРЫ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА

Республика, край, область, пункт	средняя Амплитуда температуры по месяцам, °С максимальная											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
РСФСР												
Алтайский край	<u>10,3</u>	<u>11,4</u>	<u>11,3</u>	<u>10,9</u>	<u>13,2</u>	<u>12,8</u>	<u>11,8</u>	<u>12,1</u>	<u>12,3</u>	<u>9,3</u>	<u>8,3</u>	<u>9,1</u>
Барнаул	26,9	23,5	27,3	27	26,7	23	22,1	22,9	24,8	23,1	25	26,7
	<u>5,9</u>	<u>7,4</u>	<u>9,3</u>	<u>10,6</u>	<u>11,2</u>	<u>10,4</u>	<u>9,5</u>	<u>8,8</u>	<u>9</u>	<u>8,4</u>	<u>6,3</u>	<u>5,8</u>

Беля	20,8	25,2	22,2	23,3	21,5	19,3	17,7	17,6	21,2	21,7	22,2	21,2
Бийск	<u>10,6</u> 29,2	<u>12</u> 25,7	<u>12,3</u> 25,1	<u>11,2</u> 24,4	<u>13,8</u> 26,5	<u>13,9</u> 25,9	<u>13</u> 22,7	<u>13,4</u> 25,2	<u>13,1</u> 25,5	<u>10,6</u> 26,7	<u>9,2</u> 25,8	<u>9,9</u> 30,5
Катанда	<u>11,6</u> 22,7	<u>13,9</u> 22,8	<u>15,3</u> 28	<u>14,4</u> 25,3	<u>16,4</u> 28,4	<u>16,5</u> 27,4	<u>15,8</u> 26,8	<u>16,2</u> 28,5	<u>16,3</u> 30	<u>13,8</u> 27,5	<u>10,8</u> 21,9	<u>10,4</u> 21,6
Кош-Агач	<u>13,5</u> 27,3	<u>15,7</u> 30,8	<u>16,9</u> 31,1	<u>12,8</u> 27,3	<u>13,9</u> 25,9	<u>14,6</u> 25	<u>14,4</u> 23,8	<u>14,7</u> 23,8	<u>15,9</u> 27,5	<u>15,1</u> 28,4	<u>13,6</u> 25,3	<u>12,5</u> 27,3
Онгудай	<u>11,2</u> 26,9	<u>13,6</u> 28,4	<u>14,7</u> 29,4	<u>15,5</u> 28,4	<u>16</u> 30,3	<u>16,2</u> 28,8	<u>15,4</u> 26,5	<u>15,2</u> 30	<u>16,2</u> 31,1	<u>13,6</u> 28,4	<u>10,9</u> 23,7	<u>10,2</u> 30,5
Рубцовск	<u>9,6</u> 28,3	<u>10,6</u> 26,9	<u>10,8</u> 24,4	<u>11,4</u> 25,3	<u>14</u> 26,9	<u>13,7</u> 27,4	<u>13,4</u> 24	<u>13,8</u> 26,7	<u>10,6</u> 29,1	<u>8,5</u> 26,5	<u>8,5</u> 24,8	<u>8,8</u> 25,4
Славгород	<u>9,5</u> 33,6	<u>10,4</u> 29,2	<u>10,9</u> 24,8	<u>11</u> 24,9	<u>14,7</u> 25,6	<u>13,8</u> 24,4	<u>13</u> 22,9	<u>12,9</u> 26,3	<u>12,7</u> 23,9	<u>10</u> 24,1	<u>8,5</u> 25,1	<u>9,5</u> 29,8
Амурская область Архара	<u>11,9</u> 22,1	<u>13,9</u> 25	<u>13,7</u> 24,3	<u>11,5</u> 26,5	<u>12,6</u> 24,6	<u>11,4</u> 22,5	<u>9,9</u> 20,9	<u>10,2</u> 25	<u>10,8</u> 22,6	<u>11,7</u> 22,2	<u>11</u> 20,3	<u>11,1</u> 21,3
Благовещенск	<u>10,3</u> 20,3	<u>11,6</u> 25,4	<u>12,2</u> 24,6	<u>11,3</u> 23,6	<u>12,7</u> 28,6	<u>11,4</u> 21,2	<u>10,1</u> 19,8	<u>10,4</u> 22,2	<u>11,5</u> 21,4	<u>11</u> 23,7	<u>9,4</u> 20,1	<u>9,7</u> 19,9
Бомнак	<u>11,2</u> 22,5	<u>14,7</u> 25,9	<u>14,9</u> 29,3	<u>12,3</u> 24,1	<u>13,2</u> 25,7	<u>14,4</u> 26,9	<u>12,8</u> 25,6	<u>11,5</u> 23,3	<u>12,1</u> 24,9	<u>11,6</u> 22,2	<u>11,2</u> 29	<u>9,8</u> 23
Норский Склад	<u>14</u> 24,6	<u>14,8</u> 26,7	<u>17,7</u> 30,2	<u>12,7</u> 28,1	<u>13,6</u> 29,2	<u>13,6</u> 25,1	<u>12,3</u> 26,6	<u>11,4</u> 24,7	<u>13,3</u> 25,2	<u>12</u> 24,1	<u>12,4</u> 27,4	<u>12</u> 27,4
Сковородино	<u>15,1</u> 28,9	<u>18,4</u> 30,1	<u>19</u> 31,7	<u>15,4</u> 30,2	<u>15,9</u> 31,5	<u>16,7</u> 28,2	<u>15,3</u> 29,9	<u>14,1</u> 27,1	<u>14,9</u> 27,7	<u>15,5</u> 27,5	<u>14,7</u> 29,1	<u>12,9</u> 26,3
Усть-Нюкжа	<u>7,9</u> 18,6	<u>12,1</u> 24,2	<u>15,6</u> 29,1	<u>13,5</u> 26,1	<u>13,4</u> 27,2	<u>15,4</u> 26,3	<u>14,1</u> 27	<u>12,8</u> 26,6	<u>11,8</u> 25,6	<u>11,1</u> 20,8	<u>9,2</u> 21,3	<u>7,5</u> 20,2
Архангельская область Архангельск	<u>6,9</u> 22,4	<u>6,7</u> 21,6	<u>8,7</u> 23,1	<u>8,4</u> 21,1	<u>8,6</u> 20,1	<u>9,6</u> 19,1	<u>9,8</u> 19,5	<u>8,8</u> 18,7	<u>6,2</u> 14,7	<u>4,3</u> 16,3	<u>4,4</u> 16	<u>5,8</u> 22
Канин Нос	<u>5,4</u> 18,8	<u>5,5</u> 23,2	<u>5,6</u> 17	<u>4,6</u> 14,9	<u>3,9</u> 14,3	<u>5,7</u> 20,3	<u>5,9</u> 18	<u>4,9</u> 17,8	<u>3,8</u> 12	<u>3,5</u> 11,3	<u>4</u> 13,2	<u>4,7</u> 16,8

Котлас	<u>7</u> 25,8	<u>7.7</u> 22,2	<u>9</u> 26,1	<u>8.8</u> 25,6	<u>10.2</u> 21,4	<u>11.2</u> 23,5	<u>11</u> 23,1	<u>10.8</u> 26,1	<u>7.6</u> 22,3	<u>5</u> 18,4	<u>4.9</u> 20,9	<u>6.4</u> 23,7
Койнас	<u>8.6</u> 34,5	<u>8.7</u> 26,6	<u>11.5</u> 31,8	<u>11.2</u> 31,5	<u>10.9</u> 25	<u>11.8</u> 26,8	<u>12</u> 23,8	<u>11.2</u> 25,9	<u>7.5</u> 22,7	<u>4.8</u> 21	<u>5.7</u> 26,4	<u>7.1</u> 31,5

ПРИЛОЖЕНИЕ М (справочное)

Таблица М1

Значения постоянных величин T_{3-9} для весенних и осенних месяцев

Индекс постоянной величины, T	Наименование показателя средней температуры воздуха	Обозначения районов на карте рис. 27	Значения величин T, °C	Указания по применению
1	2	3	4	5
3.	$t_{нх}^c$ - средняя температура наиболее холодного периода весеннего или осеннего месяца	I	0,9	Принимать для весенних и осенних месяцев
4.		II	2,8	
5.	$t_{нп}^c$ - средняя температура наиболее холодной пятидневки весеннего или осеннего месяца	I	3,3	Принимать для весенних и осенних месяцев. Принимать для весенних месяцев. Принимать для осенних месяцев.
6.		II	5,5	
7.		II	6,9	
8.	$t_{нс}^c$ - средняя температура наиболее холодных суток весеннего или осеннего месяца	I	5,3	Принимать для весенних и осенних месяцев
9.		II	7,6	

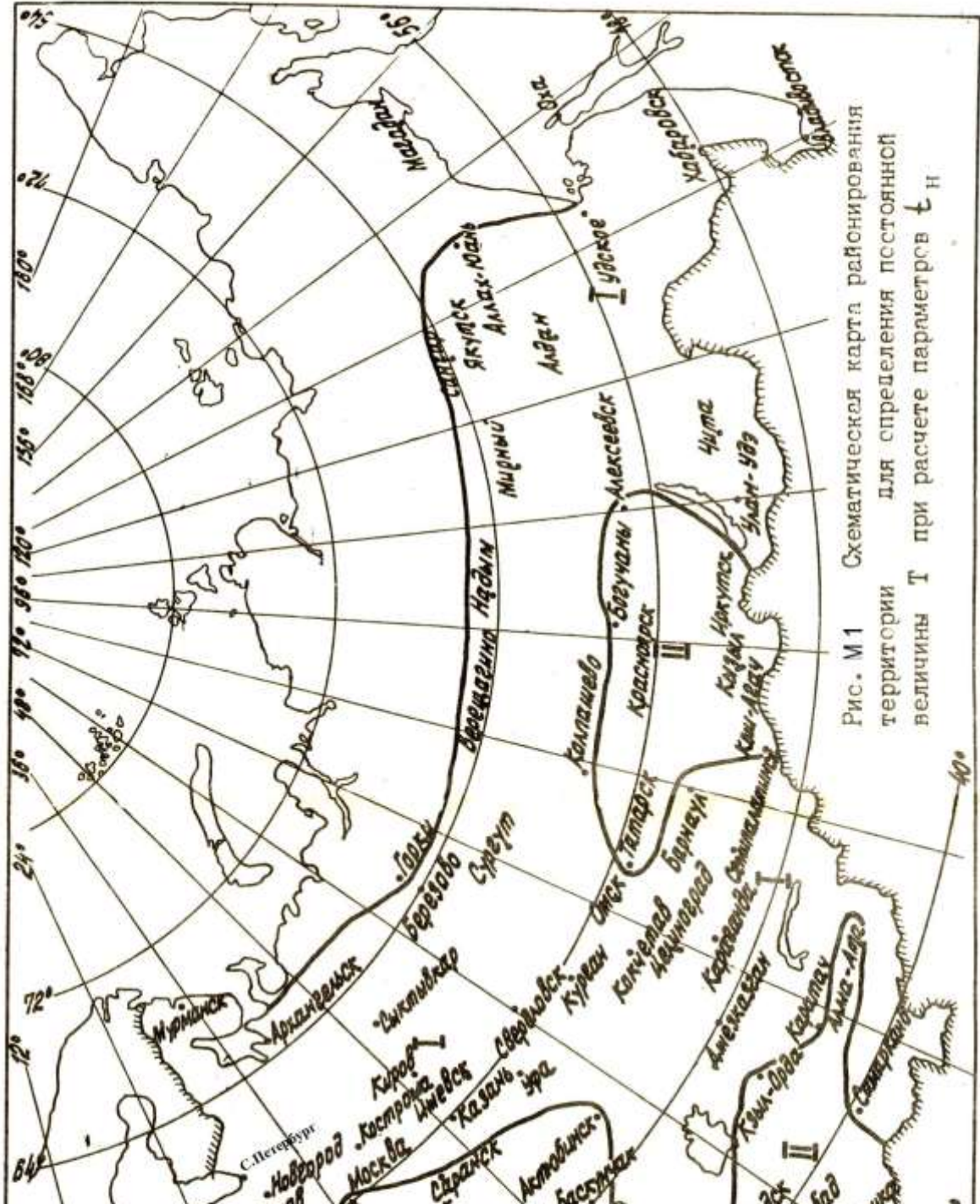


Рис. М 1 Схематическая карта районирования территории для определения постоянной величины Т при расчете параметров t_n

ПРИЛОЖЕНИЕ Н (справочное)

Проектирование зданий сезонных сельскохозяйственных производств

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

t_x^c - средняя температура наружного воздуха осеннего или весеннего месяца, °С;

$A_{t \max}$, $A_{t \text{ ср}}$ - максимальная и средняя амплитуды колебания температуры наружного воздуха осеннего, весеннего или летнего месяца сезона, °С;

$t_{\text{сам}}$ - средний из абсолютных минимумов температуры наружного воздуха весны или осени, °С;

$t_{\text{нк}}^c$, $t_{\text{нс}}^c$, $t_{\text{нп}}^c$ - расчетная температура наружного воздуха осеннего или весеннего месяца сезона - соответственно средняя температура наиболее холодного периода, холодных суток, холодных пяти суток, °С;

t_o^H - температура наружного воздуха летом в момент восхода солнца, °С;

t_n^{12} - температура наружного воздуха в полдень, °С;

t_n^{13} - средняя температура наружного воздуха в 13 часов наиболее жаркого месяца, °С;

$[t_{\text{в}}]$ - допустимая максимальная температура внутреннего воздуха, °С;

t_{max}^H - максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца, °С;

$t_{\text{всп}}^{\text{окп}}$ - средняя температура внутреннего воздуха в помещениях в околополуденный период, °С;

$T_3 \dots T_9$ - постоянная величина, °С, в соответствии с районом расположения пункта строительства;

Δt^H - нормируемый перепад между температурами внутренней поверхности ограждающей конструкции и внутреннего воздуха, °С;

$\alpha_{\text{в}}$, $\alpha_{\text{н}}$ - коэффициенты теплоотдачи соответственно внутренней и наружной поверхностями стен и покрытия, Вт/(м² °С);

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м °С);

δ - толщина слоя, м;

γ - плотность материала, кг/м³;

$R_0^{\text{мп}}$ - требуемое по условиям холодного периода сезона термическое сопротивление ограждающей конструкции, (м² °С)/Вт;

$Y_{\text{в}}$ - коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности многослойной ограждающей конструкции, Вт/(м² °С);

D - показатель тепловой инерции ограждающей конструкции;

Ω - коэффициент сокращения площади экспозиции на солнце;

W - количество пара с отдельных поверхностей пола, г/(м² ч);

- $\zeta^{\text{опр}}$ - определяющий размер участка, м;
 $\varphi_{\text{в}}$ - относительная влажность внутреннего воздуха;
 P^{w} - суммарное количество тепла, поглощаемого в течение часа смоченными поверхностями пола, оборудования, Вт;
 $Q_{\Sigma}^{\text{ок}}$ - количество тепла, поступающего в помещение через окна за счет солнечной радиации и разницы температур, Вт;
 $q^{\text{гп}}$ - поступление тепла от прямой солнечной радиации в июле через горизонтальное остекление, Вт/м²;
 k - коэффициент, учитывающий загрязнение стекла;
 k_1 - коэффициент, учитывающий затенение остекления световых проемов переплетами и загрязнение атмосферы;
 C - коэффициент снижения теплопоступлений в зависимости от числа стекол;
 $B_{\text{сз}}$ - коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств;
 R^0 - сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов, (м² °С)/Вт;
 F_{\perp} - площадь проекции ограждающей конструкции на площадку, перпендикулярную солнечным лучам, м²;
 $[a_q]$ - коэффициент допустимой скорости роста теплового потока во времени за околополуденный период, Вт/ч;
 $[b_q]$ - значение допустимого теплового потока в полдень, Вт;
 A - коэффициент отражения;
 ρ - коэффициент поглощения солнечной радиации;
 $K_{\text{об}}$ - обеспеченность значений солнечной радиации;
 $(D+R)_{\perp}, S, J_{\perp}$ - количество тепла, поступающего соответственно от суммы рассеянной и отраженной, прямой, суммарной солнечной радиации на площадку, перпендикулярную солнечным лучам, Вт/м²;
 $R_{\text{тр } j}^{\Delta \text{полн}}$ - требуемое полное летнее среднее за околополуденный период сопротивление теплопередаче непрозрачной j -ориентированной ограждающей конструкции, (м² °С)/Вт;
 $R^{\Delta \perp}$ - среднее летнее эквивалентное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции ориентированной перпендикулярно солнечным лучам, (м² °С)/Вт;
 R_{ρ}^{\perp} - условное сопротивление поглощению солнечной радиации на поверхности ограждающей конструкции, (м² °С)/Вт;
 S_n - расчетные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев ограждающей конструкции, (м² °С)/Вт;
 n - число слоев;
 μ - коэффициент;
 B_i - коэффициент теплопоглощения ограждающей конструкции, Вт/(м² °С);
 \mathcal{G} - скорость ветра в июле, м/с;
 $P_{\text{п}}, P_{\text{об}}, P_{\text{возд}}$ - показатель теплопоглощения соответственно помещения, оборудования, воздуха, Вт/°С;
 $G_{\text{об}}$ - масса оборудования, кг;
 c - теплоемкость оборудования, Вт/(кг °С);

V_o - объем помещения, м³;
 F_i - площадь ограждающей конструкции, м²;
 H - географическая долгота места строительства в градусах;
 T_m - местное среднее солнечное время в часах;
 T_M - московское время в часах;
 τ_\odot - истинное солнечное время в часах;
 τ_B - время восхода в часах;
 τ_{max}^H - время максимума температуры наружного воздуха в часах;
 τ_H, τ_K - время начала и конца околополуденного периода солнечной радиации в часах;
 $\tau_{[t_\theta]}$ - время достижения температурой внутреннего воздуха допустимого максимального значения в часах;
 $|\tau|$ - время по абсолютной величине, ч;
 $\sin h_\odot^{8.5}, \sin h_\odot^{12}$ - соответственно синусы высоты солнца в 8,5 часов утра и в полдень (12 ч);
 a_t, b_t - соответственно коэффициент линейного процесса изменения разности температур наружного и внутреннего воздуха в околополуденный период, °C/ч; разность температур, °C;
 F^j - площадь стены j - ориентации, м²;
 f_8^j и f_{15}^j - соответственно накопленные суммы проекций ориенти-рованных по сторонам света единичных вертикальных поверхностей на нормальную к солнечным лучам площадку на 8,5 и 15,5 часов;
 Δ - угол наклона кровли к горизонту.

ИНДЕКСЫ

ст - стен;
 покр - покрытий;
 к - конструкция;
 тр - требуемый;
 о - ограждающая конструкция;
 шт - штукатурка;
 ац - асбестоцемент;
 возд - воздух;
 в - внутренний;
 i - номер ограждения помещения;
 нс - наружная стена;

ок - окна;
асф - асфальт;
дв - дверь;
об - оборудование;
☀ - солнце при ясном небе;
max - максимальный;
окп - околополуденный период;
⊥ - перпендикулярный;
j - ориентация по сторонам света;
с - север;
ю - юг;
в - восток;
з - запад;
с-з - северо-запад;
карн - карниз;
зат - затенение;
Δ - летнее.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Объемно-планировочные решения зданий сезонного типа должны соответствовать назначению сезонных производств.

На сезонных предприятиях, функционирующих в холодный период, постоянные помещения следует предусматривать только при оборудовании, предусматривающем фиксированные рабочие места, а также для оборудования, не приспособленного для открытой установки. Для размещения лабораторий, контор, комнат отдыха, гардеробных, душевых и т.п. следует предусматривать перемещаемые помещения многосезонного использования.

1.2. Продолжительность функционирования сезонных предприятий принимается в соответствии с графиком поступления на предприятие сезонного сырья, увязанным со сроками его созревания (осенью) или подготовкой к севу (весной), приведенными в перспективных технологических картах на возделывание и уборку основных сельскохозяйственных культур.

1.3. Допустимый тепловой режим в помещениях зданий сезонных предприятий, функционирующих только весной и осенью или в один из этих периодов года, следует обеспечивать только по условиям холодного периода.

1.4. Для сезонных предприятий, функционирующих весной и летом или летом и осенью, следует обеспечивать допустимый тепловой режим в помещениях по условиям наиболее холодного и наиболее теплого периода эксплуатации.

1.5. Применение регулируемых стационарных или съемных затеняющих устройств для светопрозрачных ограждений обязательно. При консервации зданий предприятия в конце сезона затеняющие устройства должны быть сняты или полностью открыты.

Для зданий предприятий сезонного типа, функционирующих только весной или осенью, например, картофелесортировальных пунктов, солнцезащита светопрозрачных ограждений не обязательна.

1.6. При размещении на генплане зданий функционирующих летом производств их длинная ось должна располагаться в широтном направлении, причем большей площадью оконных проемов на север.

2. ПЕРИОДЫ РАБОТЫ И ИХ РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

2.1. Период функционирования сезонного предприятия следует принимать в соответствии с графиком поступления на предприятие свежего сырья, увязанным со сроками его созревания (осенью) или подготовкой к севу (весной). При определении сроков работы предприятия необходимо учесть время на его подготовку к работе после межсезонья и консервацию после сезона работы.

2.2. Продолжительность и среднюю температуру отопительного сезона со средне-суточной температурой наружного воздуха, равной $+8^{\circ}\text{C}$ и ниже (продолжительность отопительного периода), следует определять по графику годового хода средних месячных температур наружного воздуха. Данные для графика приведены в главе СНиП "Строительная климатология и геофизика" и "Справочнике по климату СССР".

Для этого на график нужно наложить фактические сроки начала и окончания функционирования предприятия и снять с графика соответствующие им температуры. Средняя из них и будет средней температурой отопительного периода. Если одному из сроков на графике соответствует температура наружного воздуха выше $+8^{\circ}\text{C}$, то в расчет следует вводить температуру не выше $+8^{\circ}\text{C}$, а при определении длительности отопительного периода в расчет нужно принимать дату, соответствующую переходу температуры наружного воздуха через $+8^{\circ}\text{C}$, т.к. при температуре наружного воздуха выше $+8^{\circ}\text{C}$ начинается летний период и отапливать помещение не требуется.

Если даты начала и окончания периода функционирования предприятия приходятся по графику на значения температур наружного воздуха выше $+8^{\circ}\text{C}$, то предприятие функционирует только летом и отопление предусматривать не следует.

2.3. По датам начала и окончания функционирования сезонного предприятия и графику годового хода средних месячных температур следует определять и наименование наиболее холодных месяцев, в течение которых проходит работа предприятия.

2.4. Пункты 2.23, 4.4 главы СНиП 2.10.02-84 и п. 1.5 "Норм технологического проектирования предприятий по переработке плодов и овощей в колхозах и совхозах ВНТП-СХ 14-80"/Минсельхоз СССР - применимы только для предприятий, функционирующих весной, осенью, весной и летом или летом и осенью. Определение летнего периода регламентировано главой СНиП "Строительная климатология и геофизика" и п.2.2 настоящего "Пособия...".

Отнесение месяцев функционирования сезонных предприятий к осенним или весенним следует производить по нижеследующим признакам.

При пользовании нормативами необходимо иметь ввиду, что в основу отнесения месяцев к весенним и осенним положен фенологический признак, т.е. начало весной и окончание осенью вегетации злаковых растений и трав. Весной это происходит в месяце со среднесуточной температурой в его начале выше нуля °С и не ниже +5°С в конце, т.е. к первому весеннему можно отнести месяц, который имеет среднемесячную температуру выше +2,5°С и в его пределах скорость роста температур достигает 0,17°С в день. Нужно иметь ввиду, что и весна и осень могут охватывать период до двух месяцев. Первым месяцем весны и последним месяцем осени следует считать месяцы, в пределах которых по графику годового хода средних месячных температур происходит устойчивый переход средней суточной температуры через +5°С. Причем, переход через 0°С происходит за пределами месяца или в пределах двух суток (весной - в начале месяца, а осенью - в его конце), что соответствует условиям начала (завершения осенью) вегетации растений.

Последним месяцем весны и первым месяцем осени следует считать те месяцы, в пределах которых происходит устойчивый переход средней суточной температуры наружного воздуха через +8°С, причем, переход весной происходит не позже двух суток от начала месяца, что соответствует весной завершению, а осенью - началу отопительного периода.

2.5. Определение наименования первого и последнего месяцев весны и осени следует осуществлять графическим линейным интерполированием между средними месячными температурами, приведенными в главе СНиП "Строительная климатология и геофизика".

Для анализа следует отбирать месяцы, смежные с месяцем, средняя месячная температура наружного воздуха в котором не ниже +2,5°С.

Для этого можно воспользоваться картой, представленной на рис. 2.1. На карте нанесены линии, южнее которых средняя температура месяца в любом пункте выше +2,5°С. Если по графику в этом месяце переход через 0°С происходит для весны не позже 2 суток от начала месяца, а для осени не ранее 2 суток до его конца или этот переход происходит за пределами месяца, его следует считать наиболее холодным месяцем весны и осени.

Для местностей, где переход через 0°С среднемесячной температуры не происходит в течение всего года (например, в пунктах Феодосия, Судак, Гурджаани, Телави) к первому весеннему или последнему осеннему месяцам, следует относить те месяцы, в которых вместо отсутствия перехода через 0°С есть переход через +5°С. И этот переход происходит не позже 2 суток после окончания месяца для весны и до начала месяца для осени.

Если в результате определения наименований весенних и осенних месяцев таковыми окажутся июнь и август, то необходимо проверить: не расположены ли пункты строительства за полярным кругом или в зоне вечной мерзлоты.

Для пунктов, расположенных в этих зонах, здания сезонного типа проектировать не следует из-за частых рецидивов зимы.

Пример: Определить наименование наиболее холодного месяца весны и осени для пунктов: а) Запорожье, б) Телави, в) Ягодное, а также определить первый месяц осени и последний месяц весны.

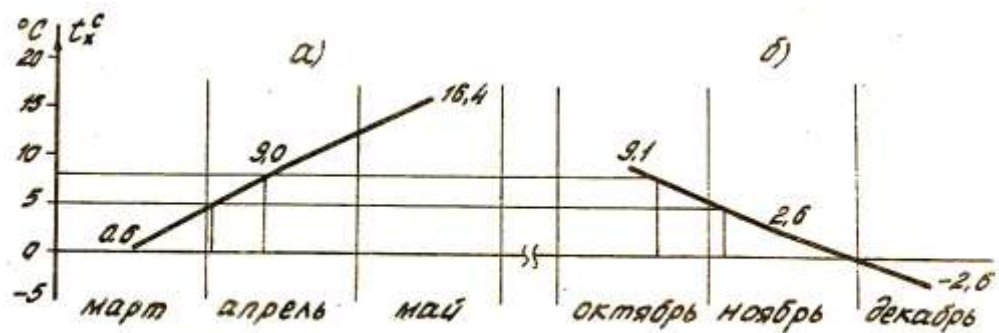


Рис. 2.2.

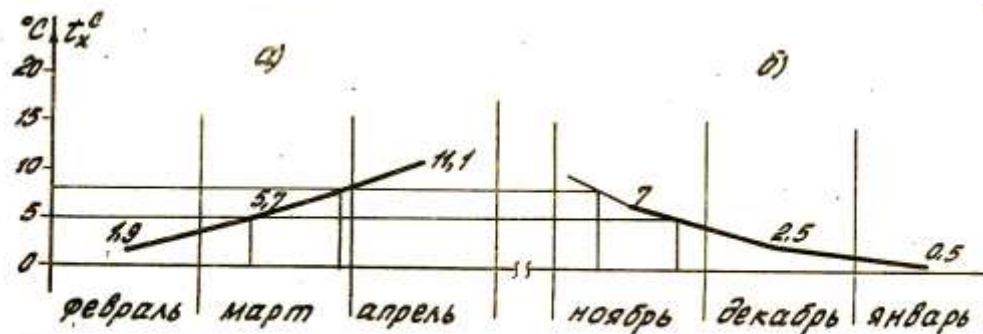


Рис. 2.3.

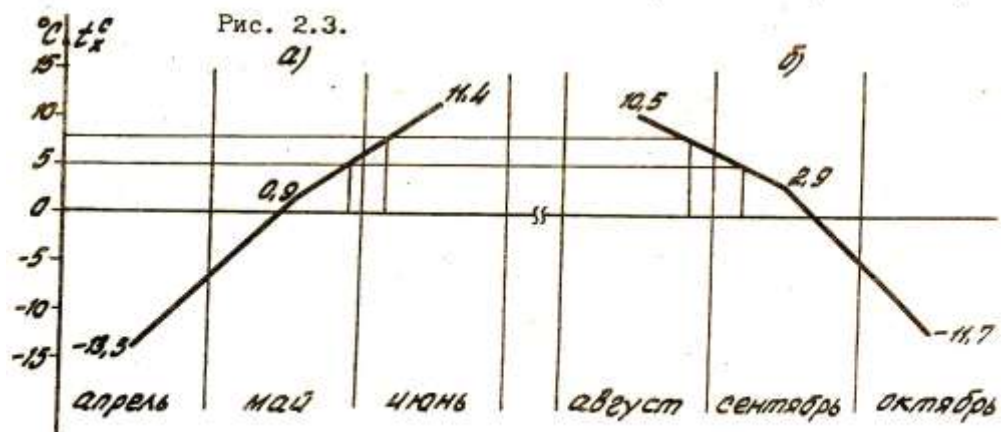


Рис. 2.4.

Рис. 2.2. а,б; 2.3. а,б; 2.4. а,б. Графики изменения среднемесячных температур по месяцам.

а) Наиболее близкой к $+2,5^{\circ}\text{C}$ среднемесячной температурой осенью в г.Запорожье является $+2,6^{\circ}\text{C}$ - среднемесячная температура в ноябре. Построим график среднемесячных температур в ноябре и смежных с ним месяцах октябре и декабре.

Из графика (рис.2.2б) следует, что устойчивый переход через 0°C происходит в последний день ноября, а переход через температуру $+5^{\circ}\text{C}$ происходит 4 ноября, следовательно, наиболее холодным месяцем осени является ноябрь, а первым месяцем осени является октябрь.

Из графика (рис.2.2а) для весенних условий следует, что первым месяцем весны является апрель, так как переход через 0°C происходит в предшествующих месяцах, а переход через температуру $+5^{\circ}\text{C}$ происходит 2 апреля. Апрель является и последним месяцем весны, т.к. переход через температуру $+8^{\circ}\text{C}$ происходит 12 апреля.

б) Для пункта Телави Грузии большей и наиболее близкой к $+2,5^{\circ}\text{C}$ температурой наружного воздуха весной является среднемесячная температура марта равная $+5,7^{\circ}\text{C}$, а в конце года $+2,5^{\circ}\text{C}$ в декабре. Построим график (рис.2.3б) изменения среднемесячных температур в декабре и смежных месяцах январе и ноябре для конца года, аналогичный график (рис.2.3а) для февраля, марта и апреля.

Из данных главы СНиП "Строительная климатология и геофизика" следует, что переход через 0°C в течение года отсутствует, а из графика (рис.2.3б) видно, что переход через $+5^{\circ}\text{C}$ происходит в ноябре, но за один день до его окончания, т.е. менее двух суток до начала следующего месяца.

Следовательно, самым холодным месяцем осени должен считаться декабрь, а первым месяцем осени следует считать ноябрь, т.к. отопительный период (переход через $+8^{\circ}\text{C}$) начинается с 11 ноября. Эту дату пришлось определить построением дополнительного графика по данным октября

Наиболее холодным и единственным месяцем весны в п.Телави следует считать март, т.к. в этом месяце происходят переходы через $+5^{\circ}\text{C}$ и через $+8^{\circ}\text{C}$.

в) Для п.Ягодное Магаданской области большей и наиболее близкой к $+2,5^{\circ}\text{C}$ температурой наружного воздуха весной является среднемесячная температура июня $+11,1^{\circ}\text{C}$, а осенью в сентябре $+2,9^{\circ}\text{C}$. Построим график (рис.2.4а) изменения средних месячных температур в июне и в смежных месяцах и аналогичный график (рис.2.4,) для сентября, августа и октября.

Из рис.2.4б видно, что в сентябре происходят переходы через $+5^{\circ}\text{C}$ и 0°C , однако, переход через 0°C происходит за девять дней до конца месяца, что противоречит условию (перехода за пределами месяца или не более двух суток в пределах месяца). Следовательно, к осеннему месяцу должен относиться август, т.к. в его пределах происходит переход через $+8^{\circ}\text{C}$, но не в конце месяца, а за 4 дня до его окончания.

Однако, п. Ягодное находится в зоне вечной мерзлоты, в связи с чем проектирование зданий сезонного типа, по условиям августа, не допустимо.

Из рис.2.4а видно, в мае происходят переходы и через 0°C и через $+5^{\circ}\text{C}$, однако май не может считаться весенним месяцем, т.к. переход через 0°C происходит на 13 день после начала месяца. Дату, в которую темп роста температур достигает $0,17^{\circ}\text{C}$ следует считать датой начала весны.

2.5. Расчетную температуру наружного воздуха при проектировании ограждающих конструкций зданий сезонных предприятий, эксплуатируемых осенью или весной, следует принимать по графе 7 таблицы приложения 2 для соответствующего месяца и места расположения предприятия на территории СНГ. Данные табл. приложения 2 верны и для близко расположенных территорий. Их границы можно установить по картам к таблицам 22 - 24 "Справочника по климату СССР. Температура воздуха и почвы".

2.6. Для пунктов, отсутствующих в таблице приложения 2, расчетные температуры наружного воздуха для проектирования ограждающих конструкций зданий сезонных предприятий могут быть определены с точностью $+5^{\circ}\text{C}$ в соответствии с указаниями п.2.23 главы СНиП 2.10.02-84.

"Расчетную температуру наружного воздуха при проектировании ограждающих конструкций зданий для переработки сельскохозяйственной продукции, эксплуатируемых только осенью или весной (на сезонных предприятиях), следует принимать равной средней температуре наружного воздуха наиболее холодного месяца за период эксплуатации этих зданий, уменьшенной на 0,7 максимальной амплитуды суточных колебаний температуры наружного воздуха в этом месяце".

Определение расчетной температуры (средней температуры наиболее холодных суток месяца осени или весны) следует производить по формуле:

$$t_{ис}^c = t_x^c - 0,7 A_{t_{max}} \quad (2.1)$$

где: $t_{ис}^c$ - расчетная температура наружного воздуха осеннего или весеннего месяца сезона при проектировании ограждающих конструкций зданий сезонных предприятий, $^{\circ}\text{C}$.

t_x^c - средняя температура воздуха осеннего или весеннего месяца сезона в $^{\circ}\text{C}$, определяемая по табл.1 главы СНиП "Строительная климатология и геофизика" или по табл.1 Справочника по климату СССР.

$A_{t_{max}}$ - максимальная амплитуда колебания температуры наружного воздуха осеннего или весеннего месяца сезона в $^{\circ}\text{C}$, определяемая по табл.2 главы СНиП "Строительная климатология и геофизика" или по табл.3а Справочника по климату СССР.

Пример. Определить расчетную температуру наружного воздуха апреля, для проектирования ограждающих конструкций здания сезонного предприятия в п.Малый Узень Саратовской области.

В соответствии с методикой, изложенной в п.2.4, устанавливаем, что апрель в п.Малый Узень является весенним месяцем, т.к. переход через 0°C происходит в марте, а среднемесячная температура выше $+5^{\circ}\text{C}$.

По таблице I главы СНиП "Строительная климатология" определяем, что средняя месячная температура наружного воздуха апреля $t_x=6,6^{\circ}\text{C}$, а по таблице 2 той же главы устанавливаем, что максимальная амплитуда колебания температуры наружного воздуха $A_{t_{max}}=22,8^{\circ}\text{C}$. По формуле (2.1) расчетная температура наружного воздуха в апреле для проектирования ограждающих конструкций здания сезонного предприятия:

$$t_{ис}^c = 6,6 - 0,7 \times 22,8 = -9,4^{\circ}\text{C}$$

2.6.1. При необходимости более точного определения расчетной температуры наружного воздуха для проектирования ограждающих конструкций, ее можно определить с точностью $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ по формуле:

$$t_{ис}^c = t_x^c - 15,16 \frac{A_{t_{ср}}}{A_{t_{max}}} - T_{(8,9)} \quad (2.2)$$

где: $A_{t_{ср}}$ - средняя амплитуда колебаний температуры наружного воздуха в °С, определяемая по табл.2 главы СНиП "Строительная климатология и геофизика" или по табл.3 Справочника по климату СССР (по строке "вне зависимости от состояния неба");

T_8, T_9 - постоянная величина в °С, определяемая по табл.1 в соответствии с районом расположения пункта строительства на схематической карте (рис.2.5). Индекс 8 относится к району I, а индекс 9 - к району II.

Таблица 1- Значения постоянных величин T

Индекс постоянной величины T	Наименование расчетного параметра наружного воздуха	Обозначение климатического района на карте рис.2.5	Значения постоянной величины T, °С	Примечание

3	t_{ix}^c - расчетная температура для проектирования вентиляции (средняя температура наиболее холодного периода сезона)	I	0,9	Принимать для осенних и весенних месяцев
4		II	2,3	
5	t_{int}^c - расчетная температура для проектирования отопления (средняя температура наиболее холодных пяти суток сезона)	I	3,3	Принимать для весенних и осенних месяцев
6	То же	II	5,5	Принимать для весенних месяцев.
7				
8	t_{ic}^c - расчетная температура для проектирования вентиляции (средняя температура наиболее холодного периода сезона)	II	6,9	Принимать для осенних месяцев.
9		I	5,3	Принимать для весенних и осенних месяцев
		II	7,6	

Пример. Определить расчетную температуру наружного воздуха весны и осени для проектирования ограждающих конструкций здания сезонного предприятия в пункте Хейрабад Туркмении.

В главе СНиП "Строительная климатология и геофизика" этот пункт не упомянут, поэтому воспользуемся "Справочником по климату СССР".

В соответствии с методикой п.2.4 устанавливаем, пользуясь табл.1, что весенним месяцем является апрель, а осенним - ноябрь. По табл.3 устанавливаем, что средняя суточная амплитуда колебания температуры наружного воздуха в апреле $A_{t\text{ ср}} = 8,2^\circ\text{C}$, а в ноябре $A_{t\text{ ср}} = 6,9^\circ\text{C}$.

По табл.3а находим значения максимальной амплитуды колебания температуры наружного воздуха в апреле $A_{t\text{ max}} = 22,3^\circ\text{C}$, а в ноябре $A_{t\text{ max}} = 18^\circ\text{C}$. Пункт Хейрабад расположен во II районе по карте районирования (рис.2.5), поэтому из таблицы I берем постоянную величину $T_9 = 7,6^\circ\text{C}$. По формуле (2.2) определяем расчетную температуру для проектирования ограждающих конструкций здания сезонного предприятия:

$$\text{для апреля } t_{\text{ис}}^c = 6,2 - 15,16 \times \frac{8,2}{22,3} - 7,6 = -7^\circ\text{C}$$

$$\text{для ноября } t_{\text{ис}}^c = 3,6 - 15,16 \times \frac{6,9}{18} - 7,6 = -9,8^\circ\text{C}$$

2.6.2. При отсутствии в главе СНиП "Строительная климатология и геофизика" и "Справочнике по климату СССР" данных по максимальной амплитуде колебания температуры наружного воздуха по пункту строительства сезонного предприятия, с точностью $\pm 2,5^\circ\text{C}$, расчетную температуру наружного воздуха для проектирования ограждающих конструкций можно определить по формуле

$$t_{\text{ис}}^c = t_{\text{сам}} - 0,6, \quad (2.3)$$

где: $t_{\text{сам}}$ - средний из абсолютных минимумов температуры наружного воздуха месяца весны или осени сезона функционирования предприятия в $^\circ\text{C}$, определяемый по табл.10 Справочника по климату СССР или по данным близлежащей метеостанции Гидрометеосети.

Пример. Определить расчетную температуру наружного воздуха для проектирования ограждающих конструкций здания сезонного предприятия в пунктах Хейрабад Туркмении, функционирующего весной и осенью.

Устанавливаем, что таблицы I и 2 главы СНиП "Строительная климатология и геофизика" не содержат данных о t_x^c и $A_{t\text{ ср}}$. Из Справочника по климату СССР устанавливаем по табл.1 и методике п.2.4 настоящего "Пособия...", что весенним в п.Хейрабад является месяц апрель, а осенним - ноябрь.

По таблице 10 определяем, что средний из абсолютных минимумов апреля $t_{\text{сам}} = -7^\circ\text{C}$; а ноября $t_{\text{сам}} = -8^\circ\text{C}$. Тогда по формуле (2.3)

$$t_{\text{ис}}^c \text{ апреля} = -7 - 0,6 = -7,6^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{ис}}^c \text{ ноября} = -8 - 0,6 = -8,6^\circ\text{C}$$

2.7. Для пунктов, отсутствующих в таблице приложения 2, расчетные температуры наружного воздуха для проектирования отопления и вентиляции сезонных предприятий могут быть определены с точностью $\pm 5^\circ\text{C}$ в соответствии с указаниями п.4.4 главы СНиП 2.10.02-84:

"При проектировании отопления и вентиляции зданий для переработки сельскохозяйственной продукции, эксплуатируемых только осенью или весной (на сезонных предприятиях), расчетную температуру наружного воздуха следует принимать равной средней температуре наружного воздуха наиболее холодного месяца за период эксплуатации этих зданий, уменьшенной для отопления на 0,5 и для вентиляции на 0,4 максимальной амплитуды суточных колебаний температуры наружного воздуха в этом месяце".

Определение расчетной температуры следует производить по формулам:

$$\text{для отопления} \quad t_{ин}^c = t_x^c - 0,5A_{t_{max}} \quad (2.4)$$

$$\text{для вентиляции} \quad t_{вх}^c = t_x^c - 0,4A_{t_{max}} \quad (2.5)$$

где: $t_{ин}^c$ - расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления (средняя температура наиболее холодных пяти суток месяца осени или весны);

$t_{вх}^c$ - расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции (средняя температура наиболее холодного периода месяца весны или осени).

Пример: Определить расчетные температуры наружного воздуха для проектирования отопления и вентиляции в п.Малый Узень Саратовской области в апреле. Исходные данные берем из табл.1 и 2 главы СНиП "Строительная климатология и геофизика". По формуле (2.4) определяем расчетную температуру для проектирования отопления:

$$t_{ин}^c = 6,6 - 0,5 \times 22,8 = -4,8^\circ C$$

По формуле (2.5) определяем расчетную температуру для проектирования вентиляции:

$$t_{вх}^c = 6,6 - 0,4 \times 22,8 = -2,5^\circ C$$

2.7.1. При необходимости более точного определения расчетных температур наружного воздуха для проектирования отопления и вентиляции, ее можно определить с точностью $\pm 1,5^\circ C$ по формулам:

$$\text{для отопления} \quad t_{ин}^c = t_x^c - 15,16 \frac{A_{t_{cp}}}{A_{t_{max}}} - T_{(5,6,7)} \quad (2.6)$$

$$\text{для вентиляции} \quad t_{вх}^c = t_x^c - 15,16 \frac{A_{t_{cp}}}{A_{t_{max}}} - T_{(3,4)} \quad (2.7)$$

где: T_5 , T_6 , T_7 - постоянные величины в $^\circ C$, определяемые по табл.1 в соответствии с районом расположения пункта строительства на схематической карте (рис.2.5). Индекс 5 относится к району I; индекс 6 относится к району II, при определении параметре весны, а индекс 7 - к району II при определении параметра осени;

T_3 , T_4 , - то же в зависимости от района, на рис.2.5.

Пример. Определить расчетные температуры наружного воздуха для проектирования систем отопления и вентиляции в здании сезонного предприятия в п.Хейрабад Туркмении для апреля и ноября. Из примера к п.2.6.1 берем исходные данные с учетом II района и по формуле (2.4) определяем искомое значение для отопления:

$$\text{для апреля } t_{ин}^c = 6,2 - 15,16x \frac{8,2}{22,3} - 5,5 = -4,9^{\circ}C$$

$$\text{для ноября } t_{ин}^c = 3,6 - 15,16x \frac{6,9}{18} - 6,9 = -9,0^{\circ}C$$

Искомое значение для вентиляции определяем по формуле (2.5):

$$\text{для апреля } t_{их}^c = 6,2 - 15,16x \frac{8,2}{22,3} - 2,3 = -1,7^{\circ}C$$

$$\text{для ноября } t_{их}^c = 3,6 - 15,16x \frac{6,9}{18} - 2,3 = -4,5^{\circ}C$$

2.7.2. При отсутствии в главе СНиП "Строительная климатология и геофизика" и Справочнике по климату СССР данных по максимальной амплитуде колебания температуры наружного воздуха по пункту строительства сезонного предприятия, с точностью $\pm 2,5^{\circ}C$, расчетные температуры для проектирования отопления и вентиляции можно определить по формуле:

$$\text{для отопления } t_{ин}^c = t_{сам} + 1,4 \quad (2.8)$$

$$\text{для вентиляции } t_{их}^c = t_{сам} + 3,8 \quad (2.9)$$

Пример. Определить расчетные температуры для проектирования отопления и вентиляции здания сезонного предприятия в п.Хейрабад Туркмении, функционирующего в апреле и ноябре.

Исходные данные возьмем из примера к п.2.6.2.

По формуле (2.8) определим искомую расчетную температуру:

$$\text{для апреля } t_{ин}^c = -7 + 1,4 = -5,6^{\circ}C$$

$$\text{для ноября } t_{ин}^c = -8 + 1,4 = -6,6^{\circ}C$$

По формуле (2.9) определим искомую расчетную температуру для проектирования вентиляции:

$$\text{для апреля } t_{их}^c = -7 + 3,8 = -3,2^{\circ}C$$

$$\text{для ноября } t_{их}^c = -8 + 3,8 = -4,2^{\circ}C$$

2.8. При разработке типовых проектов зданий сезонных предприятий, холодный период функционирования которых охватывает заданные месяцы, расчетные параметры наружного воздуха следует принимать по таблице 2.

Таблица 2- Расчетные температуры по месяцам для типового проектирования:

Месяц	Расчетные температуры наружного воздуха по месяцам для проектирования, °С		
	ограждающих конструкций	отопления	вентиляции
Март	-6,8	-5,2	-2,4
Апрель	-4,8	-2,8	-0,3
Май	-4,8	-2,8	+0,2
Сентябрь	-4	-2	+0,5
Октябрь	-6	-4	-1,6
Ноябрь	-6,2	-4,2	-1,8

2.9. Для разработки проектов на типовых условиях для всей территории СНГ для весны и осени следует принимать отрицательные расчетные температуры для проектирования:

- ограждающих конструкций - 6°С,
- отопления - 4°С,
- вентиляции - 1,8°С.

3. МЕТОДЫ РАСЧЕТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

3.1. Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций по холодному периоду сезона.

3.1.1. Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций зданий сезонных предприятий следует определять по формуле (I) главы СНиП "Строительная теплотехника".

Расчетную температуру наружного воздуха в этом случае необходимо принимать по указаниям в разделе 2 настоящего "Пособия..." с учетом следующего примечания 2 к таблице 5 главы СНиП "Строительная теплотехника".

"Расчетную температуру наружного воздуха при проектировании ограждающих конструкций зданий для переработки сельскохозяйственной продукции, эксплуатируемых только осенью или весной (на сезонных предприятиях), следует принимать в соответствии с главой СНиП по проектированию зданий и сооружений для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции".

Пример. Определить требуемое сопротивление теплопередаче стены и покрытия здания сезонного цеха по переработке яблок в совхозе "Наугорский" Орловской области, функционирующего не позже октября, при категории работ "средней тяжести" и относительной влажности воздуха в помещении до 60%.

В соответствии с табл. I главы СНиП "Строительная теплотехника" относим влажностный режим в помещении цеха к категории – нормальный. На этой основе по табл. II той же главы СНиП принимаем для стен $\Delta t_{ст}^н = 8^\circ C$, а для покрытия $\Delta t_{пок}^н = 7^\circ C$. Расчетную температуру внутреннего воздуха принимаем в соответствии с приложениями 62 и 27 ВНТП-СХ14-80 /Минсельхоз СССР, равной $t_{в} = 16^\circ C$, что не противоречит ГОСТ 12.1.005-76. Расчетную температуру октября $t_{ис}^c$ определяем по графе 6 таблицы приложения II к настоящему "Пособию..." $t_{ис}^c = -6,9^\circ C$ для г. Орла, поскольку совхоз находится в общей с городом зоне по карте к таблицам 22 ÷ 24 Справочника по климату СССР. Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стен и покрытия принимаем по табл. 4* СНиП "Строительная теплотехника" $\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ C)$.

Требуемые сопротивления теплопередаче:

$$\text{стен} \quad R_o^{mp \text{ сез}} = \frac{16 + 6,9}{8 \times 8,7} = 0,329 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ C}{\text{Вт}}$$

$$\text{покрытия} \quad R_o^{mp \text{ сез}} = \frac{16 + 6,9}{7 \times 8,7} = 0,376 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ C}{\text{Вт}}$$

3.1.2. Длительность отопительного периода зданий сезонных предприятий не превышает 40 суток в условиях положительной среднемесячной температуры наружного воздуха. Поэтому период активного влагонакопления в слоях теплоизоляции ограждающих конструкций практически на порядок короче периода их естественной сушки в сторону помещения и наружу. Это соотношение периодов, независимо от влажностного режима помещений, позволяет не предусматривать пароизоляцию в покрытиях и стенах и принимать более низкие значения коэффициентов теплопроводности материалов в слоях ограждающих конструкций. На этой основе при определении термического сопротивления теплоизоляционных слоев ограждающей конструкции по формуле (3) главы СНиП "Строительная теплотехника", расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя λ , Вт/($\text{м}^2 \cdot ^\circ C$) для объектов, размещаемых во 2 и 3 зонах

влажности территории, следует принимать по графе А таблицы приложения 3 (теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций).

3.1.3. Положительные температуры наружного воздуха в течение осени и весны, а также отсутствие в этот период мерзлого грунта в примыкании к полу и стенам здания позволяет не распространять действие п.1.7 главы СНиП "Строительная теплотехника" на проектирование узла примыкания пола к наружным стенам зданий сезонного типа.

4. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ВЫБОР КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ЗДАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОУСВОЕНИЯ И ТЕПЛОПОГЛОЩЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

4.1. Требуемое по условиям холодного периода сезона термическое сопротивление ограждающей конструкции R_k , $\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$, определяем по формуле:

$$R_k = R_o^{mp} - \frac{1}{\alpha_e} - \frac{1}{\alpha_n}, \quad (4.1)$$

где: α_e - коэффициент теплоотдачи для холодного периода сезона, Вт/(м² °С), определяемый по таблице 4* главы СНиП П-3-79**.

Пример. Для условий, описанных в примере к пункту 3.1.1 определить требуемое термическое сопротивление стен и покрытия. Подставляя значения R_o^{mp} , α_e и α_n в формулу (10) получим:

$$\text{для стен} \quad R_k^{cm} = 0,329 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} = 0,171 \text{ (м}^2 \text{ °С)/Вт}$$

$$\text{для покрытия} \quad R_k^{nokr} = 0,376 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} = 0,218 \text{ (м}^2 \text{ °С)/Вт}$$

4.2. Толщина конструктивного слоя δ ограждающей конструкции должна определяться из формулы (3) главы СНиП "Строительная теплотехника" $\delta = R\lambda$

где: δ - толщина слоя, м,

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м °С), принимаемый в соответствии с указаниями п.3.1.2 настоящего "Пособия..." и по приложению 3 к главе "Строительная теплотехника".

Пример. Определить толщину стены помещения из оштукатуренных камышитовых плит плотностью $\gamma=300 \text{ кг/м}^3$ и из арболита плотностью $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$ при требуемом сопротивлении теплопередаче $R_{\kappa}^{cm} = 0,171 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$.

Принимаем общую толщину наружной и внутренней штукатурки 0,03 м. Ее сопротивление теплопередаче по формуле (3) СНиП П-3-79** равно:

$$R_{\kappa}^{um} = \frac{0,03}{0,76} = 0,04 \text{ (м}^2 \text{°C)/Вт.}$$

Тогда требуемая толщина камышитовых плит $\delta = (0,171 - 0,04) \times 0,09 = 0,012 \text{ м}$. Требуемая толщина арболитовых плит равна: $\delta = 0,171 \times 0,18 = 0,03 \text{ м}$. Принимаем по конструктивным соображениям выполнение стены из арболита.

Пример. Определить требуемую толщину воздушной прослойки покрытия между асбестоцементными листами кровли $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$ и потолка при их общей толщине $\delta = 20 \text{ мм}$. Требуемое сопротивление теплопередаче $R_{\kappa}^{нокр} = 0,218 \text{ (м}^2 \text{°C)/Вт}$.

Термическое сопротивление асбестоцементных листов равно:

$$R_{\kappa}^{ac} = \frac{0,02}{0,47} = 0,043 \text{ (м}^2 \text{°C)/Вт.}$$

Тогда требуемое термическое сопротивление воздушной прослойки покрытия составит $R_{\kappa}^{возд} = R_{\kappa}^{нокр} - R_{\kappa}^{ac} = 0,175 \text{ (м}^2 \text{°C)/Вт}$

По таблице приложения 4 главы СНиП "Строительная теплотехника" для направления потока тепла снизу вверх при отрицательной температуре в воздушной прослойке принимаем минимальную толщину воздушной прослойки равной 0,1 м.

4.3. Теплопоглощение - меру теплозащиты помещения от внешних переменных во времени воздействий - следует определять на основе принятых конструктивных решений здания сезонного типа в результате прочностных, технологических и теплотехнических расчетов по климатическим условиям холодного периода эксплуатации.

Для определения теплопоглощения в начале определяют коэффициент теплоусвоения.

4.4. При расчете коэффициента теплоусвоения внутренней поверхности многослойной ограждающей конструкции $Y_{в}$, какими являются практически все стены, покрытия, полы и др. конструкции, учитывают только ту часть слоев конструкций, которые практически могут влиять на тепловой режим в помещении, т.е. набор слоев, охваченных резкими колебаниями, характеризуемый значением $D = I$.

D - показатель тепловой инерции ограждающей конструкции, определяемый по указаниям п.2.4 главы СНиП "Строительная теплотехника".

$$D = R_1 S_1 + R_2 S_2 + \dots + R_n S_n,$$

где: $R_1, R_2 \dots R_n$ - термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, $(\text{м}^2 \text{°C)/Вт}$;

$S_1, S_2 \dots S_n$ - расчетные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{°C})$; принимаемые по приложению 3 главы СНиП П-3-79** "Строительная теплотехника".

4.5. В зависимости от расположения слоя, которым заканчивается набор слоев, охваченный резкими колебаниями температур, при определении Y_B могут быть следующие случаи:

1. Показатель тепловой инерции первого (со стороны помещения) слоя $D_1 = R_1 S_1 \geq 1$. Это означает, что слой резких колебаний находится в первом слое. В этом случае $Y_B = S_1$ (4.1)

2. Показатель тепловой инерции первого со стороны помещения слоя $D_1 < 1$, но $D_1 + D_2 \geq 1$, т.е. слой резких колебаний захватывает второй слой ограждения. При этом на величину Y_B оказывает влияние также и теплоусвоение материала второго слоя ограждения, и значение Y_B определяется по формуле:

$$Y_B = \frac{R_1 S_1^2 + S_2}{1 + R_1 S_2}, \quad (4.2)$$

где: R_1 - термическое сопротивление первого слоя;

S_1, S_2 - соответственно коэффициенты теплоусвоения материалов первого и второго слоев ограждения.

3. Слой резких колебаний расположен в нескольких слоях ограждения, т.е. граница его находится в некотором n -ом слое ограждения. Это будет в том случае, если сумма показателей предыдущих слоев меньше единицы, т.е. $D_1 + D_2 + D_3 \dots + D_{n-1} < 1$, но $D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_{n-1} + D_n \geq 1$, т.е. n - слоев дают показатель тепловой инерции, равный или больший единицы. В этом случае определение величины теплоусвоения начинается с внутренней поверхности $n-1$ слоя по формуле:

$$Y_{n-1} = \frac{R_{n-1} S_{n-1}^2 + S_n}{1 + R_{n-1} S_n}. \quad (4.3)$$

Затем переходят к определению теплоусвоения внутренней поверхности $n-2$ слоя по формуле:

$$Y_{n-2} = \frac{R_{n-2} S_{n-2}^2 + Y_{n-1}}{1 + R_{n-2} Y_{n-1}}, \quad (4.4)$$

где: Y_{n-1} - теплоусвоение внутренней поверхности $n-1$ слоя, определенное предыдущим вычислением.

Затем в таком же порядке переходят к определению величины коэффициента теплоусвоения $n-3$ слоя и т.д. до тех пор, пока не доходят до первого со стороны помещения слоя ограждения, теплоусвоение которого и будет равно теплоусвоению внутренней поверхности ограждения и определяется по формуле:

$$Y_B = Y_1 = \frac{R_1 S_1^2 + Y_2}{1 + R_1 Y_2}, \quad (4.5)$$

где: Y_2 – теплоусвоение второго слоя со стороны помещения, определенное предварительно. Необходимо помнить, что в данном случае n – есть число не всех слоев, а лишь дающих в сумме $D \geq 1$, и только, когда граница слоя резких колебаний находится в последнем слое ограждения, n будет равно числу слоев ограждения.

4. Показатель тепловой инерции всех слоев ограждения $D < 1$. Это бывает в тех случаях, когда слой резких колебаний выходит за пределы ограждения, т.е. граница его находится вне наружной стороны ограждения.

В этом случае сначала определяют теплоусвоение внутренней поверхности последнего слоя ограждения Y_n (наружного слоя) по формуле:

$$Y_n = \frac{R_n S_n^2 + \alpha_n}{1 + R_n \alpha_n}, \quad (4.6)$$

где: R_n – термическое сопротивление последнего слоя ограждения;
 S_n – коэффициент теплоусвоения материала этого слоя;
 α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения.

Дальнейший порядок расчета такой же, как и в предыдущем случае.

5. Для безынерционных ограждений (окна, фонари, витражи)

$$Y_g = \frac{1}{\sum R_k + \frac{1}{\alpha_n}}, \quad (4.7)$$

6. При определении теплоусвоения воздушных прослоек следует принимать коэффициент теплоусвоения воздуха $S = 0$.

7. Если ограждение подвержено с обеих сторон воздействию периодических температурных колебаний (внутренние конструкции, перегородки, междуэтажные перекрытия) и показатель их инерции $\sum D_n < 2$, то его делят на две равные части:

$$Y_g = \frac{R_k}{2} S^2, \quad (4.8)$$

где: $\frac{R_k}{2}$ – сопротивление теплопередаче половины толщины внутренней стены или перегородки, Вт/(м² °С).

4.6. Коэффициент теплопоглощения отдельных i - ограждений следует определять по формуле:

$$B_i = \frac{\mu_i}{\frac{1}{Y_{gi}} + \frac{1}{\alpha_{ki}}}, \quad (4.9)$$

где: $\mu_i = 1,05$ - для всех ограждающих конструкций, кроме безынерционных ($D \ll 1$);

$\mu_i = 1,0$ - для окон, многослойных ограждений из полимерной пленки и т.п. безынерционных ограждений;

α_{ki} - коэффициент конвективного теплообмена на внутренней поверхности ограждающей конструкции. Для промышленных зданий принимается равным 2,55 Вт/(м² °С).

Пример. Рассчитать показатели теплоусвоения и теплопоглощения отдельных ограждающих конструкций помещения сезонного предприятия. Конструкции ограждения в помещении следующие. Наружные стены - арболит $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 0,03 \text{ м}$, $\lambda = 0,18 \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$, $S = 4,63 \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$; бесчердачное покрытие с воздушной прослойкой $\delta = 0,1 \text{ м}$, асбестоцементные волнистые листы $\gamma = 1600$, $\delta = 0,008 \text{ м}$, $\lambda = 0,35$, асбестоцементные листы плоские $\gamma = 1800$; $\delta = 0,01 \text{ м}$; $\lambda = 0,47$; $S = 7,55$; клееный деревянный (сосновый) каркас здания с толщиной набора $0,14 \text{ м}$, $\gamma = 500$; $\delta = 0,07$; $\lambda = 0,14$; $S = 3,87$; пол асфальтобетон, $\gamma = 2100$; $\delta = 0,03$; $\lambda = 1,05$; $S = 16,43$; бетон $\gamma = 2400$; $\delta = 0,12$; $\lambda = 1,86$; $S = 17,88$; окна одинарные с $R_0 = 0,17 (\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})/\text{Вт}$, окна из профильного стекла коробчатого сечения, $R_0 = 0,34 (\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})/\text{Вт}$; двери деревянные $\gamma = 500$; $\delta = 0,03$; $\lambda = 0,14$; $S = 3,87$; минимальная из средних скоростей ветра в июле равна $v = 3,8 \text{ м/сек}$.

Решение. Определение коэффициента теплоотдачи на наружной поверхности для летних условий выполняем в соответствии с п.3.6 главы СНиП "Строительная теплотехника" по формуле (24)

$$\alpha_n = 1,163 \times (5 + 10 \sqrt{3,8}) = 28,5 \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}.$$

Определение коэффициентов теплоусвоения и теплопоглощения выполняем для каждого из перечисленных элементов помещения в отдельности в следующей последовательности:

1. Для наружной стены показатель тепловой инерции

$$D = RS; \quad R = \frac{\delta}{\lambda}; \quad D = \frac{0,03}{0,18} \times 4,63 = 0,77 < 1; \quad R = 0,167 (\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})/\text{Вт},$$

поэтому коэффициент теплоусвоения определяем по формуле (4.6):

$$Y_{ис} = \frac{0,167 \times 3,87^2 + 28,5}{1 + 0,167 \times 28,3} = 5,38 \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}.$$

Коэффициент теплопоглощения наружной стены по формуле (4.9) равен:

$$B_{ис} = \frac{1,05}{\frac{1}{5,38} + \frac{1}{2,55}} = 1,73 \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}.$$

2. Для бесчердачного покрытия с воздушной прослойкой показатель тепловой инерции $D_{покр} = R_{ac}^e S_{ac} + R_{возд} S_{возд} + R_{ac}^{nl} S_{ac}$

$$R_{ac} = \frac{0,008}{0,35} + \frac{0,01}{0,47} = 0,023 + 0,021 = 0,044$$

В соответствии с табл.4 главы СНиП "Строительная теплотехника", сопротивление теплопередаче воздушной прослойки $\delta = 0,1 \text{ м}$ при тепловом потоке сверху вниз и положительной температуре в ней

$$R_{возд} = 0,18 (\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})/\text{Вт},$$

$$R_{к}^{покр} = 0,044 + 0,18 = 0,224 (\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})/\text{Вт},$$

$$D_{покр} = 0,023 \times 7,55 + 0,18 \times 0 + 0,021 \times 7,55 = 0,331,$$

поэтому по формуле (4.6)

$$Y_{3(кров)} = \frac{0,023 \times 7,55^2 + 28,5}{1 + 0,023 \times 28,5} = 18,0$$

$$Y_{2вн} = \frac{0,18 \times 0^2 + 18,0}{1 + 0,18 \times 18} = 4,24$$

$$Y_6 = Y_1 = \frac{0,021 \times 7,55^2 + 4,24}{1 + 0,021 \times 4,24} = 4,99$$

$$B_{нокр} = \frac{1,05}{\frac{1}{4,99} + \frac{1}{2,55}} = 1,77 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

3. Для деревянного каркаса здания, в расчет принимается половина толщины

$$D_{кар} = R_{кар} S; \quad R = \frac{0,07}{0,14} = 0,5;$$

$D_{кар} = 0,5 \times 3,87 = 1,937 > 1$, следовательно по формуле (4.1) коэффициент теплоусвоения равен $Y_B = S = 3,87 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$.

Коэффициент теплопоглощения каркаса по формуле (4.9) равен:

$$B_{кар} = \frac{1,05}{\frac{1}{3,87} + \frac{1}{2,55}} = 1,614 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

4. Для пола $D = R_1 S_1 + R_2 S_2$

$$R_{\kappa}^{асф} = \frac{0,03}{1,05} = 0,028; \quad D^{асф} = 0,028 \times 16,43 = 0,47$$

$$R_{\kappa}^{бет} = \frac{0,12}{1,86} = 0,065; \quad D^{бет} = 0,065 \times 17,88 = 1,15$$

$D_1 + D_2 > 1$, следовательно коэффициент теплопоглощения пола следует определять по формуле (4.2):

$$Y_{пола} = \frac{0,028 \times 16,43^2 + 17,88}{1 + 0,028 \times 17,88} = 16,95$$

$$B_{\text{пола}} = \frac{1,05}{\frac{1}{16,43} + \frac{1}{2,55}} = 2,32 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

5. Для одинарных окон по формуле (4.7) при

$$R_{\kappa}^{\text{ок}} = 0,17 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} = 0,011$$

$$Y_{\text{ок}} = \frac{1}{0,011 + \frac{1}{28,5}} = 21,7$$

$$B_{\text{ок}} = \frac{1}{\frac{1}{21,7} + \frac{1}{2,55}} = 2,28 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

6. Для окон из коробчатого профильного стекла по формуле (4.7), при $R_o^{\text{ок}} = 0,3$, $R_o^{\text{ок}} = 0,34 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} = 0,165$

$$Y_{\text{ок}} = \frac{1}{0,165 + \frac{1}{28,5}} = 5,0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C});$$

$$B_{\text{проф}}^{\text{ок}} = \frac{1}{\frac{1}{5,0} + \frac{1}{2,55}} = 1,69 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

7. Для дверей по формуле (4.7) при $R_{\kappa}^{\text{дв}} = \frac{0,03}{0,14} = 0,214$

$$Y_{\text{дв}} = \frac{1}{0,214 + \frac{1}{28,5}} = 4,0 \quad B_{\text{дв}} = \frac{1}{\frac{1}{4,0} + \frac{1}{2,55}} = 1,56 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

4.7. Показатель теплопоглощения оборудования $P_{\text{об}}$ следует определять по формуле:

$$P_{\text{об}} = 0,183 G_{\text{об}} c_{\text{об}} \quad (4.10)$$

где: $c_{\text{об}}$ - теплоемкость оборудования и мебели, равная $0,134 \text{ Вт}/(\text{кг } ^\circ\text{C})$

Пример. Определить показатель теплопоглощения оборудования весом $G = 8150 \text{ кг}$. По формуле (4.10) он равен:

$$P_{об} = 0,183 \times 8150 \times 0,134 = 199,9 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

4.8. Показатель теплопоглощения воздуха $P_{возд}$ нужно вычислять по формуле: $P_{возд} = 0,091 V_o$, Вт/ $^\circ\text{C}$ (4.11)

где: V_o - объем помещения в м^3 .

Пример. Определить показатель теплопоглощения воздуха при объеме помещения $12 \times 12 \times 5,1$ (h) $\text{м} = 734,4 \text{ м}^3$.

Показатель теплопоглощения:

$$P_{возд} = 0,091 \times 734,4 = 66,8 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

4.9. Показатель теплопоглощения всех поверхностей помещения $P_{огр}$ следует определять по формуле:

$$P_{огр} = \sum V_i F_i \quad (4.12)$$

Пример. Определить показатель теплопоглощения всех поверхностей помещения $P_{огр}$, описанных в примере к п. 3.5 и имеющих следующие характеристики: Коэффициент теплопоглощения наружной стены $V_{нс} = 1,73 \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$, площадь $F_{нс} = 215,6 \text{ м}^2$; покрытия: $V_{покp} = 1,77$, площадь $F_{покp} = 148,8$, деревянный каркас: $V_{кар} = 1,614$, площадь поверхностей (с двух сторон) $F_{кар} = 95,8$, пол: $V_{пол} = 2,32$, площадь $F_{пол} = 143,8$, окна одинарные: $V_{ок} = 2,28$, площадь $14,9$, светопрозрачное ограждение из профильного стекла коробчатого сечения $V = 1,69$, площадью $13,9 \text{ м}$, двери $V_{дв} = 1,56$, площадь $4,5 \text{ м}^2$.

$$P_{огр} = 1,73 \times 215,6 + 1,77 \times 148,8 + 1,614 \times 191,8 + 2,32 \times 143,8 + 2,28 \times 14,9 + 1,69 \times 13,9 + 1,56 \times 4,5 = 1345,2 \text{ Вт/}^\circ\text{C}.$$

4.10. Показатель теплопоглощения помещения $P_{п}$, при ремонтном режиме (принудительная вентиляция бездействует) должен вычисляться суммированием показателей теплопоглощения ограждений, оборудования, воздуха, мебели и т.п. предметов по формуле

$$P_{п} = \sum P_{огр} + P_{об} + P_{возд} \quad (4.13)$$

Пример. Определить показатель теплопоглощения помещения цеха сезонного предприятия, описанного в примере к п. 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 настоящего "Пособия".

Решение.

$$P_{п} = 1345,2 + 199,9 + 66,8 = 1611,9 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

5. РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ДНЕВНОГО ХОДА ТЕМПЕРАТУР НАРУЖНОГО И ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ СЕЗОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

5.1. При расчетах, связанных с дневным ходом температуры внутреннего воздуха в помещениях сезонных предприятий в летний период, дневным ходом температур наружного воздуха и солнечной радиации следует пользоваться истинным солнечным временем. Оно вычисляется через среднее солнечное время по следующему соотношению:

$$T_m = T_M + H/15 - 3, \text{ ч} \quad (5.1)$$

где: T_m - местное среднее солнечное время в часах;

T_M - московское время в часах, равное местному декретному времени за минусом номера часового пояса;

H - географическая долгота места строительства, выраженная в градусах, считающаяся положительной к востоку от Гринвича,

15 - часовой угол поворота Земли - 15 град./час.

При пользовании московским летним временем T_m^Δ в формулу (5.1) должна быть внесена поправка - 1 ч, в связи с чем

$$T_m = T_M + H/15 - 4, \text{ ч} \quad (5.2)$$

Для получения истинного солнечного времени τ_0 для июля среднее солнечное время должно быть уменьшено на $\Delta\tau = 6$ минутам, т.е.

$$\tau_0 = T_m - 0,1, \text{ ч},$$

$$\tau_0 = T_m^\Delta + H/15 - 4,1, \text{ ч} \quad (5.3)$$

Пример. Определить истинное солнечное время начала и окончания первой смены на пункте переработки яблок, работающем в июле в Орловском районе Орловской области. Начало смены 7 ч по летнему московскому времени, а окончание в 15 часов при шестидневной рабочей неделе.

По атласу СССР определим, что г. Орел расположен на долготе $H=36^\circ$. По формуле (5.3) определяем истинное солнечное время начала первой смены

$$\tau_0^7 = 7 + \frac{36}{15} - 4,1 = 5,3 \text{ ч}$$

и ее окончания:

$$\tau_0^{15} = 15 + \frac{36}{15} - 4,1 = 13,3 \text{ ч}$$

5.2. В зависимости от широты местности, время восхода τ_B и $\sin h_0$ высоты солнца указано в нижеследующей таблице 5.1, в которой значения истинного солнечного времени приведены для 15 июля.

Таблица 5.1

Истинное солнечное время восхода τ_B солнца, часы и минуты, $\sin h_0^{12}$ (полдень), $\sin h_0^{8.5}$

Широта	Восход τ_B , Ч.М.	$\sin h_0$		Широта	Восход τ_B , Ч.М.	$\sin h_0$	
		$\tau=12,0$	$\tau=8,5$			$\tau=12,0$	$\tau=8,5$
64	2 13	0,734	0,580	49	4 10	0,891	0,653
63	27	0,755	0,586	48	14	0,899	0,656
62	40	0,766	0,592	47	18	0,906	0,658

61	2 51	0,777	0,598	46	22	0,913	0,661
60	3 02	0,788	0,604	45	26	0,920	0,665
59	11	0,799	0,602	44	30	0,927	0,669
58	19	0,809	0,600	43	34	0,933	0,670
57	26	0,819	0,612	42	37	0,940	0,671
56	33	0,829	0,624	41	40	0,946	0,672
55	40	0,839	0,629	40	4 43	0,951	0,674
54	46	0,848	0,633	39	46	0,956	0,676
53	52	0,857	0,637	38	49	0,961	0,677
52	3 57	0,866	0,641	37	52	0,966	0,676
51	4 02	0,874	0,645	36	54	0,970	0,673
50	06	0,883	0,649				

5.3. Время максимума температуры наружного воздуха надлежит принимать в 15 часов истинного солнечного времени, а минимума температуры наружного воздуха - в момент восхода солнца.

5.4. Температуру наружного воздуха в момент восхода солнца нужно вычислять по формуле:

$$t_o^H = t_n^{13} + A_{t\text{cp}} \left[1 - 2 \sin \frac{90}{15 - \tau'_H} (13 - \tau'_H) \right] \quad (5.4)$$

$$\tau'_H = \tau_B - \frac{\tau_{\text{max}} - \tau_B}{2} \quad (5.5)$$

где: τ_B - истинное солнечное время восхода солнца, определяемое по таблице 5.1;

t_n^{13} - средняя температура наружного воздуха в 13 часов наиболее жаркого месяца, которую следует принимать как параметр А по приложению 7 главы СНиП "Отопление, вентиляция и кондиционирование";

τ_{\max}^n - время максимума температуры наружного воздуха следует принимать равным 15 часам.

Пример. Определить температуру наружного воздуха t_o^n при восходе солнца в Орле, $\tau_v = 3,87$ ч, $A_{t\text{ ср}} = 11,5$ °С, $t_n^{13} = 23,1$ °С

По формуле (5.5) определим:

$$\tau_n' = 3,87 - \frac{15 - 3,87}{2} = -1,7$$

По формуле (5.4) вычислим:

$$t_o^n = 23,1 + 11,5 \left[1 - 2 \sin \frac{90}{15 + 1,7} (13 + 1,7) \right] = 12^\circ \text{C}.$$

5.5. Максимальную температуру наружного воздуха в наиболее жаркие сутки нужно вычислять по формуле:

$$t_{\max}^n = t_o^n + A_{t\text{ ср}} \quad (5.6)$$

При отсутствии в таблице 2 главы СНиП "Строительная климатология и геофизика" данных о средней амплитуде колебаний температуры наружного воздуха $A_{t\text{ ср}}$, ее можно получить путем интерполяции между значениями изолиний, представленных на рис. 5.1 "Карта распределения средних суточных амплитуд температуры воздуха летом".

Пример. Определить максимальную температуру наружного воздуха в наиболее жаркие сутки дня г. Орла при $t_o^n = 12$ °С. На карте рис.5.1 $A_{t\text{ ср}} = 11,5$ °С. По формуле (5.6) $t_{\max}^n = 12 + 11,5 = 23,5$ °С.

5.6. Для всех широт за время начала околополуденного периода (τ_n) следует принимать 8 часов 30 минут, а за окончание околополуденного периода (τ_k) - 15 часов 30 минут истинного солнечного времени.

5.7. Дневной ход температуры наружного воздуха от восхода солнца до 18 часов истинного солнечного времени следует описывать зависимостью:

$$t_{n(\tau)} = t' + 2A_{t\text{ ср}} \sin \frac{90}{\tau_{\max}^n - \tau_n'} (\tau - \tau_n') \quad (5.7)$$

где: τ_n' считать по (5.5), а $t' = t_o^n - A_{t\text{ ср}}$ (5.8)

τ_{\max}^n - 15 часов, время максимума температуры наружного воздуха;

τ_v - время восхода солнца, принимаемое по табл. 5.1.

5.8. Температуру наружного воздуха в полдень t_n^{12} при $\tau^{12} = 12$ ч следует определять по формуле (5.7).

Пример. Определить температуру наружного воздуха в полдень t_0^{12} при температуре наружного воздуха при восходе солнца $t_0'' = 12,0$ °С, время восхода $\tau_b = 3$ ч. 52 мин. и максимальной температуре $\tau_{\max}'' = 23,5$ °С, времени максимума $\tau_{\max}'' = 15$ ч.

По карте рис. 5.1 для Орла $A = 11,5$ °С.

По формуле (5.8) $t' = 12,0 - 11,5 = 0,5$ °С.

По формуле (5.5) $\tau' = 3,87 - \frac{15 - 3,87}{2} = -1,7$

По формуле (5.7) определим температуру наружного воздуха в полдень

$$t_n^{12} = 0,5 + 2 \times 11,5 \times \sin \frac{90}{15 + 1,7} \times (12 + 1,7) = 22,15$$
 °С

5.9. Минимальную температуру внутреннего воздуха следует принимать равной температуре наружного воздуха перед восходом солнца, определяемую согласно п. 5.4 настоящего приложения, что должно быть обеспечено эффективным ночным проветриванием помещения.

5.10. Допустимая максимальная температура внутреннего воздуха в помещении сезонного предприятия в июле [t_b] не должна превышать в конце первой смены (при односменной работе) и в 16 часов истинного солнечного времени при двухсменной работе значений, установленных ГОСТ 12.1.005-76. При односменной работе после окончания рабочего времени в помещении температура может достигать значений, превышающих установленные ГОСТ 12.1.005-76, т.к. к этому моменту персонал предприятия уже не находится в помещении.

5.11. В расчетах требуемой солнцезащиты помещения сезонного предприятия, за время начала снижения температуры внутреннего воздуха следует принимать 16 часов истинного солнечного времени $\tau_{\max}^e = 16$ ч.

5.12. При завершении рабочего дня ранее 16 часов истинного солнечного времени (односменная работа), допустимый уровень температуры внутреннего воздуха в 16 часов необходимо вычислять по формуле:

$$t_e^{16} = \frac{2[t_b] - t_n''(1 - k)}{1 + k}, \quad (5.9)$$

где t_e^{16} - допустимый уровень температуры внутреннего воздуха в помещении к 16 часам дня, °С;

$[t_b]$ - допустимая максимальная температура внутреннего воздуха в помещении в конце первой смены, определяемая по ГОСТ 12.1.005 - 76, как сумма средней температуры наружного воздуха t_n^{13} в 13 часов дня и приращения в размере 3-5 °С в зависимости от категории работ и наличия теплоизбытков в помещении. Значение t_n^{13} принимается по табл.7 главы СНиП "Отопление, вентиляция и кондиционирование"; параметры А.

k - коэффициент, определяемый по формуле

$$k = \sin \frac{180}{16 - \tau_{\epsilon}} \left(\tau_{[t_{\epsilon}]} - \frac{\tau_{\epsilon}}{2} - 8 \right) \quad (5.10)$$

где $\tau_{[t_{\epsilon}]}$ - время достижения температурой внутреннего воздуха допустимого максимального значения $[t_{\text{в}}]$ - время окончания первой смены;

$\tau_{\text{в}}$ - истинное время восхода солнца.

При двухсменной работе в помещении t_{ϵ}^{16} следует принимать равной $[t_{\text{в}}]$, т.е. $t_{\epsilon}^{16} = [t_{\text{в}}]$

Пример. Определить допустимый уровень температуры внутреннего воздуха в 16 часов в помещении, работа в котором заканчивается в 13,3 часа, теплоизбытки отсутствуют, категория работы средней тяжести, средняя температура наружного воздуха в пункте расположения сезонного предприятия в 13 часов дня $23,1^{\circ}\text{C}$, время восхода солнца $\tau_{\text{в}}=3$ часа 52 мин. и температура наружного воздуха в это время $t_o^{\text{н}} = 12,0^{\circ}\text{C}$.

Решение. По табл.3 ГОСТ 12.1.005 - 76 определяем, что температура внутреннего воздуха может быть принята на 3°C выше наружной в 13 часов, поэтому допустимая максимальная температура внутреннего воздуха будет равна: $[t_{\text{в}}] = 23,1 + 3 = 26,1^{\circ}\text{C}$

Принимая $\tau_{[t_{\epsilon}]} = 13,3$ ч по формуле (5.10) определяем, при $\tau_{\text{в}} = 3,87$ ч

$$k = \sin \frac{180}{16 - 3,87} x \left(13,3 - \frac{3,87}{2} - 8 \right) = 0,7661$$

Далее по формуле (5.9) определим допустимый уровень температуры воздуха в помещении к 16 часам дня

$$t_{\epsilon}^{16} = \frac{2 \times 26,1 - 12,0 \times (1 - 0,7661)}{1 + 0,7661} = 27,96^{\circ}\text{C}$$

5.13. Температуры внутреннего воздуха в начале околополуденного периода $t_{\epsilon}^{8,5}$ при $\tau = 8,5$ часа, в конце околополуденного периода $t_{\epsilon}^{15,5}$ при $\tau_{\text{к}}=15,5$ ч, в полдень при $\tau = 12$ ч следует определять по формулам:

$$t_{\epsilon} = t'_{\epsilon} + \frac{\Delta t_{\epsilon}}{2} \sin \frac{180}{\tau_{\text{max}}^{\epsilon} - \tau_{\epsilon}} (\tau - \tau'_{\epsilon}) \quad (5.11)$$

$$t'_{\epsilon} = t_o^{\text{н}} + \frac{\Delta t_{\epsilon}}{2} \quad (5.12)$$

$$\Delta t_{\epsilon} = t_{\epsilon}^{16} - t_o^{\text{н}} \quad (5.13)$$

$$\tau'_{\epsilon} = \tau_{\epsilon} + \frac{\tau_{\text{max}}^{\epsilon} - \tau_{\epsilon}}{2} \quad (5.14)$$

Пример. Определить температуру внутреннего воздуха в начале, середине и конце околополуденного периода, если температура наружного воздуха при восходе солнца равна $t_o^n = 12,0$ °С, в помещении теплопритоки не превышают 23 Вт/м³ и максимальная температура наружного воздуха в 13 часов $t_n^{13} = 23$ °С, время восхода солнца $\tau_B = 3,87$ ч, а время максимума температуры воздуха в помещении равно $\tau_{max}^e = 16$ ч (случай двухсменной работы).

Решение. По формуле (5.13)

$$\Delta t_B = (23,1 + 3) - 12,0 = 14,1 \text{ °С}$$

По формуле (5.12)

$$t'_e = 12 + \frac{14,1}{2} = 19,05 \text{ °С}$$

По формуле (5.14)

$$\tau'_e = 3,87 + \frac{16 - 3,87}{2} = 9,94$$

По формуле (5.11) $t_e^{8,5}$, t_e^{12} , $t_e^{15,5}$

$$t_e^{8,5} = 19,05 + \frac{14,1}{2} \times \sin \frac{180}{16 - 3,87} \times (8,5 - 9,94) = 16,48 \text{ °С}$$

$$t_e^{12} = 19,05 + \frac{14,1}{2} \times \sin \frac{180}{16 - 3,87} \times (12 - 9,94) = 22,64 \text{ °С}$$

$$t_e^{15,5} = 19,05 + \frac{14,1}{2} \times \sin \frac{180}{16 - 3,87} \times (15,5 - 9,94) = 26,04 \text{ °С}$$

5.14. Среднюю температуру внутреннего воздуха в помещениях в околополуденный период для определения количества испаряющейся воды с мокрых полов и открытых мокрых поверхностей оборудования следует определять по формуле:

$$t_{Bcp}^{окн} = \frac{t_e^{8,5} + 2t_e^{12} + t_e^{15,5}}{4} \quad (5.15)$$

Пример. Определить среднюю температуру внутреннего воздуха в помещении цеха за околополуденный период при $t_e^{8,5} = 16,5$ °С, $t_e^{12} = 22,6$ °С, $t_e^{15,5} = 26,0$ °С.

Решение:

$$t_{Bcp}^{окн} = \frac{16,5 + 2 \times 22,6 + 26,0}{4} = 21,9 \text{ °С}$$

5.15. Коэффициент a_t линейного процесса изменения разности температур наружного и внутреннего воздуха за околополуденный период следует определять по формуле:

$$a_t = \frac{1}{7} \left[\frac{(t_n^{15.5} - t_e^{15.5}) - (t_n^{8.5} - t_e^{8.5})}{\sin h_{\ominus}^{8.5}} \right], \text{ } ^\circ\text{C/ч} \quad (5.16)$$

5.16. Околополуденную разность температур наружного и внутреннего воздуха b_t следует определять по формуле:

$$b_t = \frac{t_n^{12} - t_e^{12}}{\sin h_{\ominus}^{12}} \quad (5.17)$$

Пример. Определить коэффициент a_t за околополуденный период и околополуденную разность температур b_t , пользуясь данными примеров в п. 5.8, п. 5.14 и таблицы 5.1 настоящего "Пособия...".

$$a_t = \frac{1}{7} \times \frac{(23,48 - 26,04) - (19,33 - 16,48)}{0,637} = \frac{-5,41}{7 \times 0,637} = -1,213, \text{ } ^\circ\text{C/ч}$$

$$b_t = \frac{22,15 - 22,64}{\sin 59^\circ} = \frac{-0,49}{0,857} = -0,58 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

6. ТАБЛИЦЫ ПРОЕКЦИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ НА ПЛОЩАДКУ, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНУЮ СОЛНЕЧНЫМ ЛУЧАМ

6.1. Таблицы проекций ограждающих конструкций здания на площадку, перпендикулярную солнечным лучам, предназначены для значительного сокращения объемов расчетов требуемой солнцезащиты ограждающих конструкций. Они составлены для использования совместно с данными о прямой солнечной радиации на площадку, перпендикулярную солнечным лучам (см. приложение 3).

6.2. Цифровые значения в таблицах рассчитаны для единичной освещаемой с одной стороны вертикальной поверхности, различно ориентированной относительно стран света, и отдельно, горизонтально размещенной поверхности. При этом площади проекций поверхностей, освещенных прямой солнечной радиацией представлены в таблицах, умноженными на коэффициент больший единицы, пропорциональный отношению суммарной радиации в данный момент к прямой солнечной радиации (см. таблицы приложений 4 и 5). Напротив, площади проекций поверхностей, находящихся в данный момент времени в тени, представлены в таблицах, умноженными на коэффициент меньший единицы, пропорциональный отношению суммы рассеянной и отраженной радиации к прямой, на площадку, перпендикулярную солнечным лучам (см. таблицы приложений 5 и 6).

6.3. В таблицах проекций ограждающих конструкций здания на площадку, перпендикулярную солнечным лучам, каждая цифра - сумма проекций единичной поверхности за все предшествующие часы экспозиции на солнце, включая часы нахождения поверхности в тени, поэтому таблицы названы - "Таблицы накопленных сумм...".

6.4. За начало отсчета азимутов нормалей к вертикальным освещенным солнцем поверхностям, обращенным наружу помещения, принято направление на север. Направление отсчета азимутов принято по часовой стрелке от 0 до 348,75 градусов.

6.5. Если широта местности пункта строительства не совпадает с указанными в таблицах широтами, то данные для этой широты можно определять линейной интерполяцией между приведенными данными для смежных широт.

6.6. Для определения площади проекции ограждающей конструкции (стены, окна, карниза и т.п.) на площадку, перпендикулярную солнечным лучам за околополуденный период для данной широты местности и ориентации J по сторонам света следует произвести вычисление по формуле:

$$F_{\perp}^j = F^j (f_{15}^j - f_8^j), \text{ м}^2 \text{ ч} \quad (6.1)$$

где: F^j - площадь поверхности стены j - ориентации, м^2 ;

f_8^j и f_{15}^j - соответственно накопленные суммы проекций ориентированных по сторонам света единичных вертикально поверхностей на нормальную к солнечным лучам площадку от восхода солнца соответственно до 8,5 и 15,5 часа, единиц - час. То же и для горизонтальных поверхностей определяются по данным таблицы приложения 3.

Пример. Определить сумму проекций окон и остекления дверей за околополуденный период здания сезонного типа, план которого изображен на рис. 6.1 для широты 53° . Все окна на Ю - З, Ю - В, С - В сторонах здания имеют размеры 1,8 x 2,4 м (где 2,4 м суммарная длина окон). На северо-западной стороне светопрозрачное заполнение выполнено высотой 3,6 м и суммарной длиной 3,9 м. Двери имеют остекление площадью $0,65 \text{ м}^2$. Азимуты ориентации нормалей к поверхности светопрозрачных ограждений приведены на рис. 6.1.

Решение. В соответствии с п. 6.5, 6.6 и формулой (6.1) сумма проекций окон и остекления дверей здания равна:

$$F_{\perp}^{OK} = F_{337,5}^{c-3} \frac{(1,0144 - 0,3210) + (1,4421 - 0,7044)}{2} +$$

$$+ F_{67,5}^{c-6} \frac{(6,2671 - 4,7243) + (7,6485 - 6,1357)}{2} +$$

$$F_{157,5}^{ю-6} \frac{(4,5181 - 1,1762) + (4,9097 - 1,3539)}{2} +$$

$$+ F_{247,5}^{ю-3} \frac{(3,8899 - 1,2501) + (4,3855 - 1,7054)}{2} =$$

$$= (3,6 \times 3,9 + 0,65) \times 0,7155 + 1,8 \times 2,4 \times 1,5278 + (1,8 \times 2,4 + 0,65) \times 3,1043 + (1,8 \times 2,4 + 0,65) \times 2,6600 = 10,51 + 6,60 + 15,43 + 13,22 = 45,76$$

м² ч.

Пример 2. Определить площади проекций стен помещения, изображенного на рис. 6.1 на площадку, перпендикулярную солнечным лучам (без учета затенения карнизом).

Рис. 6.1. План здания сезонного типа

Решение. Используя данные примера 1 запишем:

$$\begin{aligned}
 F_{\perp}^{cm} &= F_{337,5}^{c-3} 0,7155 + F_{67,5}^{c-6} 1,5278 + F_{157,5}^{ю-6} 3,1043 + F_{247,5}^{ю-3} 2,6600 = \\
 &= (12 \times 4,8 - 14,69) \times 0,7155 + (12 \times 4,8 + 1,5 \times \frac{12}{2} - 4,32) \times \\
 &\times 1,5278 + (12 \times 4,8 - 4,32 - 0,65) \times 3,1043 + (12 \times 4,8 + 1,5 \times \\
 &\times \frac{12}{2} - 4,32 - 0,65) \times 2,6600 = 30,70 + 95,15 + 163,32 + 163,94 = 453,1 \text{ м}^2\text{ч}.
 \end{aligned}$$

Пример 3. Определить площадь проекции карниза вдоль Ю-В стены (рис. 6.1) на площадку, перпендикулярную солнечным лучам на широте 53° .

Решение. По формуле 6.1 и таблице проекций для горизонтальной поверхности вычислим

$$\begin{aligned}
 F_{\perp}^{карн} &= F^{карн} (f_{15} - f_6)^{кориз} = 0,7 \times 12 \times \frac{8,8730 + 8,7869}{2} - \frac{1,9247 + 1,9716}{2} = \\
 &= 8,4 \times 6,8818 = 57,8 \text{ м}^2\text{ч}.
 \end{aligned}$$

6.8. При определении площади проекции стен и окон на площадку перпендикулярную солнечным лучам должна быть учтена площадь стен находящаяся в тени козырьков, карнизов и т.п. элементов. Применительно к учету затенения стены карнизом, вычисления проекции стены должны производиться по формуле:

$$F_{\perp}^{cm \text{ зат}} = F_{\perp}^{cm} - F_{\perp}^{карн} \left(1 - \frac{(f_{15} - f_8)_{22,5}^{c-6}}{(f_{15} - f_8)^{cm}} \right) \geq F^{cm} (f_{15} - f_8)_{22,5}^{c-6}$$

где : F_{\perp}^{cm} - площадь проекции стены на площадку, перпендикулярную солнечным лучам, за околополуденный период с учетом затенения ее карнизом, м²ч;

$F_{\perp}^{карн}$ - площадь проекции карниза на площадку, перпендикулярную солнечным лучам, м²ч;

$(f_{15} - f_8)_{22,5}^{c-6}$ - соответственно разность накопленных сумм проекций стены северо-восточной ориентации с азимутом 22,5°

Пример. Определить влияние затенения стен С-В и Ю-В ориентации, изображенных на рис. 6.1. При вычислениях использовать данные примеров 1 ÷ 3 к пункту 6.6.

Решение. Определяем разность накопленных сумм проекций стены единичной площади северо-восточной ориентации на площадку, перпендикулярную солнечным лучам на широте 53°, при азимуте 22,5°, по таблице приложения 3.

$$(f_{15} - f_8)_{22,5}^{c-6} = \frac{4,4934 + 3,2329}{2} - \frac{3,7586 + 2,5424}{2} = 0,7127$$

Далее по формуле (6.2) и по данным предшествовавших примеров вычислим:

$$F_{\perp}^{c-3 \text{ зат}} = 30,7 - 57,8 \left[1 - \frac{0,7127}{0,7155} \right] = 30,5$$

$$F_{\perp}^{10-6 \text{ зат}} = 145,8 - 57,8 \left(1 - \frac{0,7127}{3,1043} \right) = 101,27$$

$$52,63 \times 0,7127 = 37,5$$

6.9. Для определения проекции наклонной поверхности на площадку, перпендикулярную солнечным лучам, наклонную поверхность следует предварительно разложить на горизонтальную и вертикальную составляющие. Проекция наклонной поверхности на площадку перпендикулярную солнечным лучам будет равна сумме проекций горизонтальной и вертикальной составляющих, если наклон плоскости уменьшает вертикальный угол падения солнечного луча. Она будет равна разности проекций вертикальной и горизонтальной составляющих,

если наклон плоскости покрытия увеличивает угол падения солнечного луча в момент равенства азимутов направлений солнечного луча и нормали к вертикальной составляющей наклонной поверхности, обращенной к солнцу в околополуденный период.

Пример. Определить сумму проекций за околополуденный период всех поверхностей покрытия, передающих тепло в помещение, изображенное на рис. 6.1. Широта 53° с.ш.

Решение. Карниз не передает тепло в помещение, поэтому его площадь в расчете не учитываем. Разлагаем покрытие вдоль конька на две части. Склон его, обращенный на северо-запад, представляем в виде горизонтальной поверхности площадью 6×12 м и вертикальной поверхности С-З ориентация с размерами $1,5 \times 12$ м. Склон, обращенный на юго-восток, так же представляем в виде горизонтальной поверхности размером 6×12 м и вертикальной поверхности юго-восточной ориентации. Проекция обеих поверхностей этого склона Ю - В при вычислениях следует складывать, т.к. в околополуденный период наклон ската уменьшает вертикальный угол между нормалью к плоскости и солнечным лучам. Напротив, проекции поверхностей С - З склона следует вычитать, т.к. в тот же период времени угол падения солнца на склон увеличивается. На основе данных, полученных при решении примеров 1 ÷ 3 п. 5.6, можно записать:

$$F_{\perp}^{нокр} = (6,0 \times 12)^{c-z} \times \left(\frac{8,8730 + 8,7869}{2} - \frac{1,9246 + 1,9716}{2} \right) - (1,5 \times 12)^{c-z} \times 0,7155 + (6 \times 12)^{ю-в} \times \\ \times \left(\frac{8,8730 - 8,7869}{2} + \frac{1,9246 + 1,9716}{2} \right) + (1,5 \times 12)^{ю-в} \times 2,660 = 495,5 - 12,9 + 495,5 + 47,9 = 1026,0$$

6.10. Коэффициент сокращения площади экспозиции на солнце ограждающей конструкции j - ориентации за околополуденный период при переходе к расчетам на основе проекций ограждающей конструкции на площадку, перпендикулярную солнечным лучам надлежит определять по формуле:

$$\Omega = \frac{7F}{F_{\perp j} \cos \Delta}$$

где: Δ - угол наклона кровли к горизонту, для стен принимать $\cos(90^\circ - \Delta)$.

Пример. Определить значение Ω для покрытия, стен и окон и остекления дверей здания, представленного на рис. 6.1 по данным примеров п. 6.9, 6.8, 6.7.

Решение. Для покрытия

$$\Omega_{нокр} = \frac{7 \times 12 \times 12}{0,9703 \times 1026} = 1,013$$

Для стен различной ориентации:

$$\Omega_{ст}^{с-з} = \frac{7 \times 14,69}{30,5} = 3,37$$

$$\Omega_{ст}^{ю-в} = \frac{7 \times 52,63}{101,3} = 3,64$$

Для вычисления $\Omega_{ст}^{с-в}$ и $\Omega_{ст}^{ю-з}$ необходимо вначале вычислять их F_{\perp} с учетом затенения карнизом. Учесть сложную форму карниза можно, воспользовавшись уже вычисленным значением проекции покрытия $F_{\perp}^{покр}$ путем интерполяции, поскольку карниз повторяет форму покрытия. Вычислим проекцию карниза вдоль С - В стены и равную ему проекцию карниза вдоль Ю - З стены.

$$F_{\perp}^{карн с-в} = \frac{1026,0}{12} \times 0,7 = 59,85 \text{ м}^2$$

По формуле 6.2 вычислим

$$F_{\perp}^{с-в зат} = 95,15 - 59,85 \left(1 - \frac{0,7127}{1,5278} \right) = 63,22 > 44,38$$

$$F_{\perp}^{ю-з ст} = 163,94 - 59,85 \left(1 - \frac{0,7127}{2,66} \right) = 120,12 > 43,9$$

По формуле 6.3 вычислим:

$$\Omega_{ст}^{c-в} = \frac{7 \times 62,28}{63,22} = 6,90$$

$$\Omega_{ст}^{ю-з} = \frac{7 \times 61,63}{120,12} = 3,59$$

Для окон и дверей с одинарным остеклением

$$\Omega_{ок\ дв} = \frac{7 \times (4,82 + 4,97 + 4,97)}{6,60 + 15,43 + 13,22} = 2,83$$

Для светопрозрачного ограждения из профильного стекла коробчатого сечения:

$$\Omega_{ок}^{проф} = \frac{7 \times 14,69}{10,51} = 9,78$$

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПОГЛОЩЕНИЯ СМОЧЕННЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ ПОЛОВ И ОТКРЫТЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ ЖИДКОСТИ НА ОБОРУДОВАНИИ

7.1. Количество пара W_i с отдельных поверхностей пола, разделенных оборудованием, мебелью и другими предметами на отдельные участки пола (карты) нужно определять по графикам рис. 7.1 и 7.2.

7.1.1. Определяющий размер $l_{опр}$ для каждого i -го участка пола или смоченной поверхности оборудования следует определять по формуле:

$$l_i^{опр} = \sqrt{F_i^w} \quad (7.1)$$

Средний определяющий размер следует определять по формуле:

$$l = \frac{F_1 l_1^{опр} + F_2 l_2^{опр} + F_3 l_3^{опр} + \dots + F_n l_n^{опр}}{F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n} \quad (7.2)$$

где: F_i^w - площадь отдельного мокрого участка пола, отделенного от других участков оборудованием, мебелью или смоченной поверхности оборудования и поверхности воды в открытой емкости, м².

7.1.2. Относительную влажность внутреннего воздуха в помещении φ_v необходимо выбирать из условий обеспечения технологического процесса по нормам технологического проектирования, но не выше допустимого ГОСТ 12.1.005-76 табл. 2, 3. Если технологический процесс не зависит от уровня относительной влажности воздуха в помещении, то в летний период следует принимать относительную влажность внутреннего воздуха $\varphi_v = 40 \%$, т.е. минимальное из оптимальных значений, установленных в табл. 1 ГОСТ 12.1.005 - 76.

7.1.3. При расчетах теплопоглощения смоченных поверхностей полов и оборудования, температура внутреннего воздуха должна приниматься равной средней за околополуденный период по результатам вычисления в п. 5.14, а значения W_i можно определять линейной интерполяцией между значениями, определяемыми по графикам на рис.7.1 и 7.2 или экстраполяцией.

7.2. Теплопоглощение пола, смоченной поверхности оборудования или открытой поверхности жидкости в оборудовании в течение часа следует вычислять по формулам:

$$P_{пола}^w = 0,698W_i \sum F_i^{пола}, \quad \text{Вт} \quad (7.3)$$

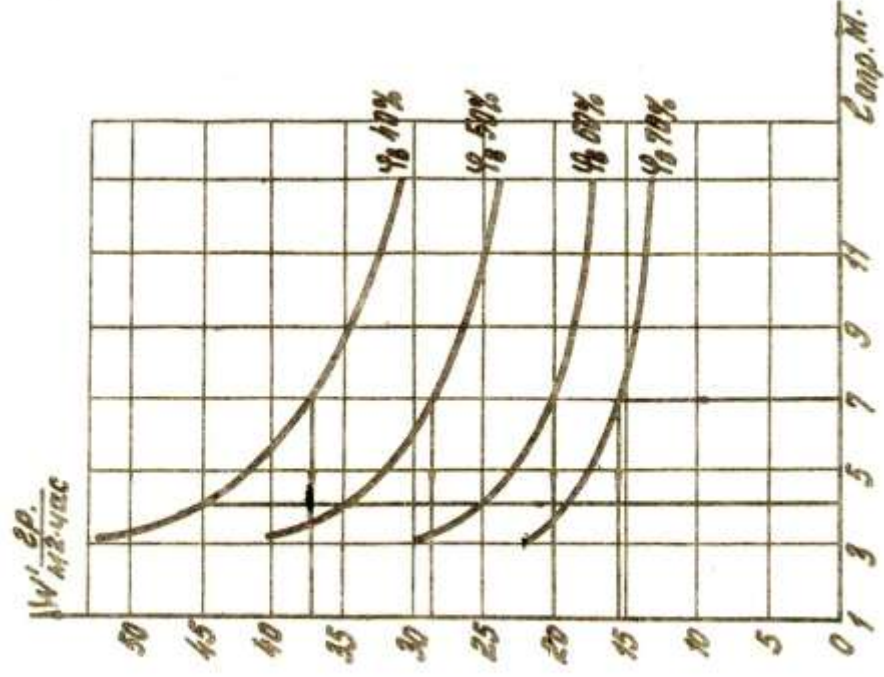


Рис. 7.1. Влаговыделение со смоченной поверхности пола в зависимости от относительной влажности внутреннего воздуха $\Phi_{\text{в}}$ и определяющего размера $\zeta_{\text{отпр}}$ для $t_b = 18^\circ\text{C}$ и $R_6 = 760 \text{ мм рт.ст.}$



Рис. 7.2. Влаговыделение со смоченной поверхности пола в зависимости от относительной влажности внутреннего воздуха $\Phi_{\text{в}}$ и определяющего размера $\zeta_{\text{отпр}}$ для $t_b = 25^\circ\text{C}$ и $R_6 = 760 \text{ мм рт.ст.}$

$$P_{об}^w = 0,698W_i \sum F_i^{об}, \text{ Вт} \quad (7.4)$$

где: W_i - влаговыделение в помещение за счет испарения с мокрых поверхностей пола, поверхностей оборудования, открытых поверхностей воды в оборудовании, если ее температура не выше температуры воздуха в помещении, г/час м².

7.3. Суммарное количество тепла, поглощаемого в течение часа смоченными поверхностями полов, оборудования и открытыми поверхностями жидкости необходимо вычислять суммированием:

$$P^w = \sum P_{пола}^w + \sum P_{об}^w, \text{ Вт} \quad (7.5)$$

Пример. Определить суммарное количество тепла, поглощаемого в течение часа смоченными поверхностями полов, оборудования и открытой поверхностью емкости стекателя в помещении, план которого представлен на рис. 6.1. Размеры участков помещения указаны на плане, относительную влажность воздуха принять 40%, температуру внутреннего воздуха $t_{вср}^{о\kappa\mu} = 21,9^\circ\text{C}$. Размер ℓ_4 относится к мокрой транспортерной ленте, имеющей 4 ветви, размер ℓ_7 относится к открытой поверхности жидкости в оборудовании, имеющей температуру, близкую к температуре воздуха.

Решение. Определим последовательно площади участков пола и смоченных поверхностей оборудования, а по формуле (7.1) соответствующие им определяющие размеры:

$$\begin{aligned} F_1 = \ell_1 \ell'_1 &= 3,9 \times 5,2 = 20,30 & \ell_1^{о\kappa\mu} &= \sqrt{20,28} = 4,5 \text{ м} \\ F_2 = \ell_2 \ell'_2 &= 1,4 \times 6,0 = 8,40 & \ell_2^{о\kappa\mu} &= \sqrt{8,4} = 2,9 \text{ м} \\ F_3 = \ell_3 \ell'_3 &= 1,3 \times 6,6 = 8,6 & \ell_3^{о\kappa\mu} &= \sqrt{8,6} = 2,93 \text{ м} \\ F_4^{об} = \ell_4 \ell'_4 &= 0,8 \times 5,8 = 4,6 & \ell_4^{о\kappa\mu} &= \sqrt{4,6} = 2,15 \text{ м} \\ F_5 = \ell_5 \ell'_5 &= 2,4 \times 8,5 = 20,4 & \ell_5^{о\kappa\mu} &= \sqrt{20,4} = 4,52 \text{ м} \end{aligned}$$

$$F_6 = \ell_6 \ell'_6 = 4,3 \times 4,5 = 19,4 \quad \ell_6^{onp} = \sqrt{19,4} = 4,4 \text{ м}$$

$$F_7^{omsp} = \ell_7 \ell'_7 = 1,2 \times 1,3 = 1,56 \quad \ell_7^{onp} = \sqrt{1,56} = 1,25 \text{ м}$$

$$F_8 = \ell_8 \ell'_8 = 3,1 \times 3,4 = 10,54 \quad \ell_8^{onp} = \sqrt{10,54} = 3,24 \text{ м}$$

$$F_9 = \ell_9 \ell'_9 = 3,8 \times 1,2 = 4,56 \quad \ell_9^{onp} = \sqrt{4,56} = 2,14 \text{ м}$$

$$F_{10} = \ell_{10} \ell'_{10} = 3,9 \times 2,6 = 14,0 \quad \ell_{10}^{onp} = \sqrt{14,0} = 3,75 \text{ м}$$

По формуле (7.2) определим

$$\ell_{cp}^{onp} = \frac{20,3 \times 4,5 + 8,4 \times 2,9 + 8,6 \times 2,93 + (4,6 \times 2,15) \times 4 + 20,4 \times 4,52}{20,3 + 8,4 + 8,6 + 4 \times 4,6 + 20,4} +$$

$$+ \frac{19,4 \times 4,4 + 1,56 \times 1,25 + 10,54 \times 3,24 + 4,56 \times 2,14 + 14 \times 3,75}{19,4 + 1,56 + 10,54 + 4,56 + 14} = \frac{456,39}{126,16} = 3,62 \text{ м}$$

По графикам на рис. 7.1 и 7.2 путем интерполяции определим

$$W_i = \frac{45 - 34,4}{25 - 18,0} (21,9 - 18) + 34,4 = 40,3 \frac{\text{гР}}{\text{м}^2 \text{ час}}$$

По формуле (7.3) определим для пола

$$P_{\text{пола}}^w = 0,698 \times 40,3 \times 85,04 = 2392,12 \text{ Вт}$$

По формуле (7.4) определим для мокрых поверхностей оборудования

$$P_{об}^w = 0,698 \times 40,3 \times 41,12 = 1156,7 \text{ Вт}$$

По формуле (7.5) определим искомое количество стока тепла на испарение жидкости

$$P^w = 2392,1 + 1156,7 = 3548,8 \text{ Вт}$$

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПРИТОКОВ В ПОМЕЩЕНИЕ ЧЕРЕЗ СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

8.1. Все светопрозрачные ограждающие конструкции, через которые в помещения могут проникать прямые солнечные лучи (кроме ориентированных на север) должны быть оборудованы солнцезащитными устройствами. Солнцезащитные устройства должны быть преимущественно регулируемы и съёмными на осенний и зимний периоды.

8.2. Выявление возможности проникновения в помещение прямых солнечных лучей через вертикальные светопрозрачные ограждающие конструкции следует производить расчетом, путем сравнения суммы проекций единичных вертикальных поверхностей, имеющих ориентацию светового проема с суммой проекций такой же поверхности, но ориентированной на север при той же широте местности. Разница сумм этих проекций равна требуемой величине проекции единичной поверхности солнцезащитного устройства на площадку, перпендикулярную солнечным лучам.

Выбор размеров солнцезащитных устройств следует производить пользуясь методикой, изложенной в главе СНиП "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха".

8.3. Для зданий сезонных производств наиболее приемлемыми являются наружные солнцезащитные устройства.

8.4. Поступление тепла в помещение за счет солнечной радиации и разности температур наружного и внутреннего воздуха через световые проемы надлежит определять по формуле:

$$Q_{\Sigma} = \frac{F_{\perp}^{ок}}{\sin h_{\text{Ено.день}}} \left(q_{en} k_1 k_2 \beta_{c-3} C + \frac{(t_n^{12} - t_g^{12})}{R_o} \Omega_{ок} \right), \text{ Вт} \quad (8.1)$$

где: $\sin h_o$ - синус высоты солнца в полдень, определяемый по данным табл. 5.1.

q_{en} - поступление тепла в Вт/м² от прямой солнечной радиации в июле через горизонтальное остекление светового проема, принимаемое для полудня по табл. 3 приложения 12* СНиП;

k_1 - коэффициент, учитывающий затенение остекления световых проемов переплетами и загрязнение атмосферы, принимаемый по табл.4 приложения 12 СНиП;

C - коэффициент снижения теплоступлений в помещение при устройстве двойного остекления ($C = 0,9$), тройного остекления ($C = 0,8$), светопрозрачного ограждения из стеклоблоков или профильного стекла ($C = 0,7$), принимаемый по указанию примечания 3 к табл. 3* приложения 12* СНиП;

k_2 - коэффициент, учитывающий загрязнение стекла, принимаемый по табл. 5 приложение 12* СНиП;

β_{c-3} - коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств, принимаемый по приложению 8 к главе СНиП "Строительная теплотехника";

R_o - сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов, принимаемое по приложению 6 к главе СНиП "Строительная теплотехника", (м² °С)/Вт.

Пример. Определить поступление тепла в помещение при незагрязненной атмосфере за околополуденный период через световые проемы с одинарным незначительно загрязненным остеклением в деревянных переплетах при $F_{\perp}^{ок\text{ }06} = 35,25 \text{ м}^2$, $t_n^{12} = 22,15 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_g^{12} = 22,64 \text{ }^{\circ}\text{C}$ при широте местности 53° и наличии наружных штор из светлой ткани, и через световой проем из профильного стекла коробчатого сечения при $F_{\perp}^{ок\text{ }проф} = 10,51 \text{ м}^2$

Решение. По формуле (8.1) вычислим для одинарного стекла

$$Q_{\Sigma}^{ок од} = \frac{35,25}{\sin 58} \left(630 \times 0,65 \times 0,95 \times 0,15 \times 1 + \frac{2,83(22,15 - 22,64)}{0,17} \right) = \frac{35,25 \times (58,35 - 8,16)}{0,848} =$$

$$= 2086,5 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$$

Для профильного стекла

$$Q_{\Sigma}^{ок проф} = \frac{10,51}{0,848} \left(630 \times 0,65 \times 0,95 \times 1,0 \times 0,7 + \frac{9,78(22,15 - 22,64)}{0,34} \right) = \frac{10,51(272,3 - 14,1)}{0,848} =$$

$$= 3200,2 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$$

9. РЕЖИМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ И ИХ ТЕПЛОВЫЕ БАЛАНСЫ

9.1. Помещения зданий сезонных предприятий могут эксплуатироваться в следующих режимах:

- ремонтный режим в межсезонный период при подготовке здания и оборудования к работе в период сезона;
- эксплуатационный режим при отсутствии притока в помещение большого количества явного тепла от действующего оборудования;
- эксплуатационный режим при тепловыделениях от оборудования более 23 Вт/м^3 явного тепла;
- консервационный режим в период нахождения оборудования и здания на консервации в межсезонный период.

9.2. В период консервационного режима помещения и оборудования, должно осуществляться естественное вентилирование помещения через системы, предусматриваемые проектом для обеспечения допустимых условий в помещениях в эксплуатационном режиме. Дежурного отопления и принудительного вентилирования на этот период предусматривать не следует.

9.3. В эксплуатационном режиме тепловой баланс в помещениях без избытков явного тепла и с избытками его весной и осенью следует обеспечивать электрическим, воздушным, газовым или печным отоплением. При проектировании следует учитывать сбросное тепло холодильных установок и тепловыделения от оборудования.

В летний период обеспечение суточного нулевого теплового баланса в помещении во всех случаях должно достигаться, прежде всего, за счет интенсивного ночного проветривания, обеспечения солнцезащиты оконных проемов и светопрозрачных ограждений, солнцезащиты покрытия и выбора требуемого коэффициента поглощения фактурного (окрасочного) слоя наружных стен, а так же принудительной вентиляции, в том числе с испарительным доувлажнением приточного наружного воздуха с помощью орошаемых фильтров.

9.4. Для снижения уровня затрат на мероприятия по обеспечению допустимого микроклимата в помещениях для ремонтного персонала, периоды ремонтов оборудования и зданий предприятий, функционирующих только весной, должны предусматриваться в первый или последний месяцы лета (в местностях с длительностью лета более трех месяцев) или в первый месяц осени. По той же причине

ремонтный период предприятий, функционирующих только осенью, должен предусматриваться в последний месяц весны или в первый либо последний месяц лета (при длительности лета более трех месяцев).

Ремонтный период предприятий, функционирующих весной и летом, следует предусматривать осенью, а предприятий, функционирующих летом и осенью - следует предусматривать весной.

9.5. При функционировании предприятий весной и летом или летом и осенью аварийный ремонтный период может совпадать с летним перегревным периодом. Поэтому при расчете требуемой солнцезащиты помещения, из теплового баланса должны быть исключены стоки тепла на испарение со смоченных поверхностей оборудования и испарение с открытых поверхностей жидкости в оборудовании, а так же стоки тепла с воздухом вытяжной принудительной вентиляции. Суммарные теплопритоки через непрозрачные ограждающие конструкции Q_{Σ}^{ozp} не должны превышать за околополуденный период допустимой величины:

$$Q^{ozp} = Q_n - Q_{\Sigma}^{ok} + Q_{пол}^w \quad (9.1)$$

где: Q_n - полное количество тепла, поглощаемое помещением в течение околополуденного периода, Вт·ч;

Q_{Σ}^{ok} - суммарное количество тепла поступающее в помещение через светопрозрачные ограждающие конструкции в течение околополуденного периода, Вт·ч;

$Q_{пол}^w$ - полное количество тепла, поглощаемого испаряющейся влагой с мокрых полов помещения в течение околополуденного периода, Вт·ч.

9.7. Полное количество тепла, поглощаемое помещением в течение околополуденного периода следует определять по формуле:

$$Q^{ozp} = P_n (t_e^{15,5} - t_e^{8,5}), \text{ Вт}\cdot\text{ч} \quad (9.2)$$

9.8. Полное количество тепла, поглощаемого испаряющейся влагой с мокрых полов помещения в течение околополуденного периода следует определять по формуле:

$$Q_{пол}^w = 7P_{пол}^w, \text{ Вт}\cdot\text{ч} \quad (9.3)$$

Пример. Определить количество тепла, которое может быть допущено в помещение Q^{ozp} через ограждающие конструкции помещения в течение околополуденного периода, используя данные решения примеров в п. 4.10, 5.13, 8.4.

$$Q^{ozp} = P_n (t_e^{15,5} - t_e^{8,5}) - (Q_{\Sigma}^{ok od} + Q_{\Sigma}^{ok проф}) + 7P_{пола}^w$$

$$Q^{ozp} = 1611,9(26,04 - 16,48) - (2086,5 + 3200,2) + 7 \times 2392,12 = 15409,6 - 5286,7 + 16744,8 = 26867,7 \text{ Вт}\cdot\text{ч}$$

9.8. В эксплуатационном летнем режиме, количество тепла, которое следует удалить из помещения в течение околополуденного периода с вентиляционным воздухом Q надлежит определять на основе теплового баланса.

$$Q_{вент} = Q_{факт}^{ozp} + Q_{\Sigma}^{ok} - Q_n - Q_{пола}^w - Q_{об}^w + Q_{эл дв} + Q_{эл осв} + Q_{об}^{техн} + Q_{труб}^{техн}, \text{ Вт}\cdot\text{ч} \quad (9.4)$$

где: $Q_{эл\ до} + Q_{эл\ осв} + Q_{об}^{техн} + Q_{труб}^{техн}$ - соответственно теплопритоки от электродвигателей оборудования, электроосветительных приборов, тепловыделений от оборудования, в котором протекают высокотемпературные процессы, от трубопроводов с нагретой жидкостью, Вт·ч. Значения этих теплопритоков следует определять по соответствующим инструкциям по эксплуатации и справочникам.

10. ТРЕБУЕМОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ТЕПЛОМУ ПЕРИОДУ СЕЗОНА

10.1. Проверку достаточности сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий по тепловому периоду сезона не следует проводить в том случае, если период функционирования сезонного предприятия совпадает с первым или последним летними месяцами, а длительность лета более трех месяцев. Отнесение наименований первого и последнего месяцев к летним месяцам в пункте строительства необходимо проводить по графику годового хода изменений средних месячных температур наружного воздуха по методике, изложенной в п. 2.1 настоящего "Пособия..."

10.2. Если период функционирования сезонного предприятия совпадает с летними месяцами, исключая первый и последний при длительности лета более трех месяцев, требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций зданий следует определять по климатическим условиям в июле, исходя из теплового баланса при выполнении аварийного ремонта оборудования (см.п. 9.5).

10.3. Определение требуемого летнего среднего сопротивления теплопередаче ориентированной непрозрачной ограждающей конструкции основано на допустимости теплового притока в помещение через ограждение, пропорционального его представительству в сумме проекций всех наружных ограждений помещения на площадку, перпендикулярную солнечным лучам. При этом допустимый средний удельный тепловой поток через все проекции ограждающих конструкций на площадку, перпендикулярную солнечным лучам в первом приближении одинаков, а допустимый коэффициент роста теплового потока во времени за околополуденный период следует определять по формуле:

$$[a_q] = \frac{Q^{оэп}}{\sum F_{\perp} |\tau| \sin h_{\odot}^{12}} \quad (10.1)$$

где: $|\tau|$ - время начала околополуденного периода при отсчете от начала координат, расположенных в полдне, равное по абсолютной величине $(\tau_{н} - 12)$, ч.

10.3.1. Значение допустимого теплового потока в полдень следует определять по формуле:

$$[b_q] = [a_q] |\tau_{в}| \quad (10.1.1)$$

где: $|\tau_{в}|$ - время восхода солнца по абсолютной величине, отсчитанное от начала координат, расположенных в полдне, равное $(\tau_{в} - 12)$, ч.

10.4. Коэффициенты поглощения солнечной радиации ρ для различных материалов ограждающих конструкций следует принимать по данным главы СНиП "Строительная теплотехника".

10.5. При определении требуемой солнцезащиты помещений, данные о солнечной радиации на площадку, перпендикулярную солнечным лучам следует принимать с заданным коэффициентом обеспеченности руководствуясь следующим:

- помещения с выделением от оборудования явного тепла более 23 Вт/м^3 и наличием постоянных рабочих мест - $k_{об} = 0,95$;
- помещения с выделением от оборудования явного тепла менее 23 Вт/м^3 и наличием постоянных рабочих мест - $k_{об} = 0,8$;
- помещения, в которых отсутствуют постоянные рабочие места, независимо от количества выделений явного тепла - $k_{об} = 0,7$.

На карте рис. 10.1 приведены данные о солнечной радиации при обеспеченности $k_{об} = 0,95$ и $k_{об} = 0,8$.

10.6. Требуемое полное летнее среднее за околополуденный период сопротивление теплопередаче проекций всех ограждающих конструкций на площадку, перпендикулярную солнечным лучам, следует вычислять по формуле, принимая коэффициент поглощения солнечной радиации наружной поверхности $\rho = 1$.

$$R_{mp}^{\perp} = \frac{a_t}{a_q} + \left(\frac{a_q b_t - a_t b_q}{a_q^2} + \frac{0,97S}{\alpha_n a_q} \right) \frac{1}{\tau_k - \tau_n} \ln \frac{a_q \tau_k + b_q}{a_q \tau_n + b_q} \quad (10.2)$$

$$S = J_{\perp} - (D + R)_{\perp} \quad (10.3)$$

где: J_{\perp} - количество тепла, поступающего в полдень (в интервале времени 12-13 час.) от суммарной солнечной радиации на площадку, перпендикулярную солнечным лучам в Вт/м^2 , принимаемое по приложению 4 в соответствии с заданной обеспеченностью;

$(D + R)_{\perp}$ - количество тепла, поступающего в полдень (в интервале времени 12-13 часов) от суммы рассеянной и отраженной радиации на площадку, перпендикулярную солнечным лучам, Вт/м^2 , принимаемое по таблице приложения 6 в соответствии с заданной обеспеченностью;

S - количество тепла, поступающее от прямой солнечной радиации на площадку, перпендикулярную солнечным лучам в Вт/м^2 , вычисляемое по формуле (10.3) или принимаемое по интерполяции между данными, снимаемыми с карты на рис. 10.1 (в случае отсутствия пункта строительства в таблицах приложения 5) с введением поправки на заданную обеспеченность.

10.7. Требуемое полное летнее среднее за околополуденный период сопротивление теплопередаче непрозрачной j - ориентированной ограждающей конструкции надлежит вычислять, полагая коэффициент поглощения солнечной радиации $\rho = 1$ по формуле

$$R_{mpj}^{\Lambda\perp} = \frac{R_{mp}^{\Lambda\perp}}{\Omega_j}, \quad \frac{\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \quad (10.4)$$

10.8. Если окажется, что $R_{mp}^{\Lambda\perp} \leq R_{oj}^c \Omega_j$, то дополнительных мер солнцезащиты не требуется.

Если $R_{mp}^{\Lambda\perp} > R_{o\ j}^c \Omega_j$ - сопротивления теплопередаче по условиям холодного периода эксплуатации помещения, то необходимо проверить возможность обеспечения солнцезащиты подбором материала внешнего слоя ограждающей конструкции, обладающего фактическим коэффициентом поглощения $\rho_{\phi}^j \leq \rho_{mp}^j$; значение требуемого коэффициента поглощения ρ_{mp}^j наружной поверхности ограждающей конструкции j - ориентации надлежит вычислять по формуле

$$\rho_{mp}^j = \frac{\alpha_n [a_q]}{0,97S} \left[\frac{\left(R_j^{сез} \Omega_j - \frac{a_t}{[a_q]} \right) (\tau_{\kappa} - \tau_n)}{\ln \frac{[a_q] \tau_{\kappa} + [b_q]}{[a_q] \tau_n + [b_q]}} - \left(\frac{[a_q] b_t - a_t [b_q]}{[a_q^2]} \right) \right] \geq \rho_{\phi}^j \quad (10.5)$$

Если окажется, что $\rho_{mp}^j \leq \rho_{\phi}^j$, то это будет свидетельствовать о невозможности подобрать материал, обладающий фактическим ρ_{ϕ}^j внешнего слоя ниже ρ_{mp}^j . В этом случае необходимо приступить к выбору одного из способов солнцезащиты покрытия.

10.9. Для выбора способа солнцезащиты покрытия из табл. 10.1 необходимо взять коэффициент отражения А (альbedo материала внешней поверхности наименее эффективного из видов солнцезащиты). Для непрозрачных конструкций $A = 1 - \rho$. Затем вычислить условное сопротивление поглощению солнечной радиации на поверхности ограждающей конструкции R_{ρ}^{\perp} по формуле:

$$R_{\rho}^{\perp} = \frac{(1 - \rho) 0,97S}{(\tau_{\kappa} - \tau_n) \alpha_n a_q} \ln \frac{a_q \tau_{\kappa} + [q]^{\perp}}{a_q \tau_n + [q]^{\perp}}, \quad \frac{m^2 \text{ } ^\circ C}{Bm} \quad (10.6)$$

Если сумма приведенного в табл. 10.1 среднего эквивалентного летнего сопротивления теплопередаче солнцезащитной конструкции $R^{\Lambda\perp} + R_{\rho}^{\perp} \geq R_{mp}^{\Lambda\perp}$, то требуемый вид солнцезащиты ограждающей конструкции можно считать выбранным. Если эта сумма окажется меньшей $R_{mp}^{\Lambda\perp}$, то следует проверить по той же методике следующий вид солнцезащиты.

Если в результате расчетов окажется недостаточным ни один вид солнцезащиты, приведенный в табл. 10.1, то следует применить орошение ограждающей конструкции водой. Этот вид солнцезащиты способен отводить тепло из помещения, т.е. исключать приток тепла в помещение.

Пример. Определить требуемые летние сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций здания, изображенного на рис. 6.1, проектируемого в районе г.Орла при $Q^{отп} = 26867,7 \text{ Вт ч}$,

$$F_{\perp}^{\text{покр}} = 1026,0 \text{ м}^2, \quad \Omega^{\text{покр}} = 1,013, \quad F_{\perp \text{ см}}^{c-3} = 30,5 \text{ м}^2, \quad \Omega_{\text{ см}}^{c-3} = 3,37,$$

$$F_{\perp \text{ см}}^{ю-6} = 101,3 \text{ м}^2, \quad \Omega_{\text{ см}}^{ю-6} = 3,64, \quad F_{\perp \text{ см}}^{c-6} = 63,2 \text{ м}^2, \quad \Omega_{\text{ см}}^{c-6} = 6,90,$$

$$F_{\perp \text{ см}}^{ю-3} = 120,12 \text{ м}^2, \quad \Omega_{\text{ см}}^{ю-3} = 3,59.$$

$\sin h_{\text{о полд}} = 0,848, \quad \alpha_n = 28,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$. Тепловыделения от оборудования менее $23 \text{ Вт}/\text{м}^3$, в помещении имеются постоянные рабочие места. Увлажнения поверхности пола не производится, поэтому $[Q]^{\text{отр}} = 15409,6 - 5286,7 = 10122,9 \text{ Вт ч}$ (См. пример п. 9.7).

Решение. По формуле (10.1) определяем допустимый коэффициент роста теплового потока во времени за околополуденный период:

$$[a_q] = \frac{10122,9}{(1026,0 + 30,5 + 101,3 + 63,20 + 120,1)(8,5 - 12)0,848} = 2,543 \text{ Вт/ч}$$

По формуле (10.1.1) определим значение допустимого теплового потока в полдень:

$$[b_q] = 3,87 - 12 \times 2,543 = 20,676 \text{ Вт}.$$

Поскольку в помещении нет больших тепловыделений от оборудования и есть постоянные рабочие места, руководствуясь указаниями п. 10.5 принимаем коэффициент обеспеченности для солнечной радиации $k_{\text{об}} = 0,8$ и по карте на рис. 10.1 определяем $S = 770 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

Определим по формуле (10.2) требуемое полное летнее среднее за околополуденный период сопротивление теплопередаче проекций всех наружных ограждающих конструкций на площадку, перпендикулярную солнечным лучам, полагая $\rho = 1$.

Таблица 10.1 - Средние летние эквивалентные сопротивления теплопередаче солнцезащитных покрытий зданий сезонного типа

Вид солнцезащиты	Среднее летнее эквивалентное сопротивление теплопередаче $R_{\perp}, \frac{\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$	Коэффициенты		
		поглощения наружной поверхности, ρ	отражения наружной поверхности, A	теплоотдачи наружной поверхности, $\alpha_n, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$
I. Ракушка морская белая и розовая слоем $1,5 \times 10^{-2} \text{ м}$ (1,5см)	$R_{\perp}, \frac{\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$ 3,01	0,51	0,49	$1,16(5+10\sqrt{9})$

2. Экран из двойной черной полиэтиленовой стабилизированной пленки ГОСТ 10354-73 жалюзийного типа (с прорезями вдоль пленки длиной 150 мм через 25 мм с промежутком между прорезями 60 мм) на каркасе из деревянных брусков сечением 50 x 50 мм	4,3	0,93	0,07	41,5 при $g = 0,5 \div 1$ 48,6 при $g = 2 \div 5$
3. Ракушка морская белая и розовая, просеянная через сито с отверстиями диаметром 5 мм, слоем 3×10^{-2} м (3 см)	7,86	0,59	0,41	4,77
4. Слой воды толщиной 8×10^{-2} м (8 см)	8,22	0,87	0,13	$1,16(5+10\sqrt{g})$
Примечание: g - скорость ветра, м/сек.				

$$R_{mp}^{\perp} = \frac{-1,213}{2,543} + \left(\frac{2,543(-0,58) - (-1,213) \times 20,67}{2,543^2} + \frac{0,97 \times 770}{28,5 \times 2,543} \right) \times$$

$$\times \frac{1}{(3,5 - (-3,5))} \ln \frac{2,543 \times 3,5 + 20,67}{2,543 \times (-3,5) + 20,67} = 1,359 \text{ (м}^2 \text{°C)/Вт}$$

Определим по формуле в п. 10.8 достаточность сезонного R_o^c сопротивления теплопередаче всех непрозрачных ограждающих конструкций:

1. Для покрытия

$$1,359 > 0,376 \times 1,013 = 0,381$$

По данным примера 2 к пункту 4.1 полученный результат меньше требуемого по условиям эксплуатации помещения летом, поэтому в соответствии с п. 10.8 вычислим требуемый коэффициент поглощения наружной поверхности покрытия по формуле (10.5).

$$\rho_{mp}^j = \frac{28,5 \times 2,543}{0,97 \times 770} \left[\frac{\left[0,376 \times 1,013 - \left(\frac{-1,213}{2,543} \right) \right] (3,5 + 3,5)}{\ln \frac{29,5705}{11,7695}} - \frac{2,543(-0,58) - (-1,213)20,67}{2,543^2} \right] = 0,28$$

Из приложения 7 к главе СНиП "Строительная теплотехника" выясняем, что близкий (в пределах точности расчета) коэффициент поглощения солнечной радиации $\rho = 0,30$ имеет окраска известковая белая, которой нужно окрашивать асбестоцементную кровлю летом.

2. Для стены северо-западной ориентации по формуле в п. 10.8

$$1,359 > 0,329 \times 3,37 = 1,109$$

где: 0,329 - требуемое сопротивление теплопередаче по условиям холодного периода (см. пример к п. 4.1).

Результат расчета указывает на недостаточность сопротивления теплопередаче стены, поэтому необходимо определить требуемый коэффициент поглощения солнечной радиации по формуле (10.5).

$$\rho_{mp}^{c-з} = \frac{28,5 \times 2,543}{0,97 \times 770} \left[\frac{\left(0,329 \times 3,37 - \frac{-1,213}{2,543} \right) (3,5 + 3,5)}{\ln \frac{2,543 \times 3,5 + 20,67}{2,543 \times (-3,5) + 20,67}} - \frac{2,543(-0,58) - (-1,213)20,67}{2,543^2} \right] = 0,81$$

Следовательно, поверхность стены может иметь покраску, например, терракотового цвета с $\rho = 0,7$, но побелка стен улучшает внутренний тепловой режим в помещении и предпочтительна $\rho = 0,3$.

3. Для стены юго-восточной ориентации по формуле в п. 10.8

$$1,359 > 0,329 \times 3,64 = 1,2$$

Следовательно, нужно определять требуемый коэффициент ρ по формуле (10.5):

$$\rho_{mp}^{ю-в} = \frac{28,5 \times 2,543}{0,97 \times 770} \left[\frac{\left[0,329 \times 3,64 - \left(\frac{-1,213}{2,543} \right) \right] (3,5 + 3,5)}{\ln \frac{29,57}{11,76}} - \frac{2,543(-0,58) - (-1,213)20,67}{2,543^2} \right] = 0,88$$

Следовательно, заключение по окраске северо-западной стены приложимо и в этом случае.

4. Для стены северо-восточной ориентации по формуле в п. 10.8

$$1,359 > 0,329 \times 6,90 = 2,27$$

т.е. стена солнцезащиты не требует и может быть окрашена даже в черный цвет.

5. Для стены юго-западной ориентации по формуле 10.4.

$$1,359 > 0,329 \times 3,59 = 1,18$$

Следовательно, нужно определять требуемый коэффициент поглощения солнечной радиации ρ по формуле (10.5).

$$\rho_{mp}^{10-3} = \frac{28,5 \times 2,543}{0,97 \times 770} \left[\frac{\left[0,329 \times 3,59 - \left(\frac{-1,213}{2,543} \right) \right] (3,5 + 3,5)}{\ln \frac{29,57}{11,76}} - \frac{2,543(-0,58) - (-1,213)20,67}{2,543^2} \right] = 0,88$$

Окраска стен может быть произведена как и для северо-западной стены.

10.10. В случае, когда среди выбранных конструкций стен и покрытий одни обладают солнцезащитой выше требуемой, а другие - недостаточной солнцезащитой, необходимо провести перерасчет, с целью проверки возможности компенсировать повышенные теплопритоки в помещение через одни ограждения за счет понижения теплопритоков через другие. При этом фактические удельные теплопритоки в помещения следует определять методом последовательного приближения путем изменения значений $[b_q]$ добиваясь равенства левой и правой частей в формуле:

$$\left(R_{факт} - \frac{a_t}{a} \right) (\tau_k - \tau) = \left(\frac{a_q b_t - a_t [b_q]^{иск}}{a_q^2} + \frac{\rho \cdot 0,97 b}{\alpha_k a_q} \ln \frac{a_q \tau_k + [b_q]^{иск}}{a_q \tau_n + [b_q]^{иск}} \right) \quad (10.7)$$

где: $R_{факт} [b_q]^{иск}$ - соответственно фактическое среднее летнее эквивалентное сопротивление теплопередаче выбранной конструкции солнцезащиты, приведенное в табл. 10.1 и соответствующий ей тепловой поток в полдень. Фактические допустимые теплопритоки через оставшиеся ограждающие конструкции следует определять по формуле:

$$[b_q]^{рст} = \frac{([b_q] - [b_q]^{иск}) \sum F_{\perp}}{\sum F_{\perp}^{стен}}, \quad (10.8)$$

Этот удельный тепловой поток может быть принят в качестве допустимого теплового потока через те ограждающие конструкции, солнцезащита которых по первоначальному расчету оказалась недостаточной. Проверку требуемой солнцезащиты при увеличенном допустимом тепловом потоке следует производить по формулам (10.2, 10.4).

10.11. В случае недопустимости применения смачивания полов, для увеличения влажности воздуха в помещении и борьбы с избыточными теплопритоками и в случае исчерпания возможности солнцезащиты ограждающих конструкций в эксплуатационном режиме, можно применять принудительное вентилирование помещений через увлажняемые фильтры. В ремонтном режиме следует сдвигать рабочие часы на более холодные часы суток.

11. ТРЕБУЕМЫЙ ВОЗДУХООБМЕН В ПОМЕЩЕНИЯХ СЕЗОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

11.1. Принудительный воздухообмен летом в помещениях сезонных предприятий следует предусматривать для удаления избыточных тепло-притоков через недостаточно защищенные от солнечной радиации ограждающие конструкции здания, от оборудования (см.п. 9.7) и обеспечения к моменту восхода солнца температуры внутреннего воздуха не выше температуры наружного воздуха путем ночного проветривания помещения.

11.2. Расчет требуемого воздухообмена при вентиляции помещения через увлажняемые фильтры следует осуществлять по методике "Для культивационных сооружений", определяя количество тепла, которое необходимо удалять из помещения в соответствии с указаниями раздела 9.

11.3. Необходимое количество воздуха, подаваемого в помещение и удаляемого для снятия теплоизбытков, следует определять по методикам, приведенным в главе СНиП "Отопление, вентиляция и кондиционирование".

11.4. В соответствии с п. 4.10 главы СНиП "Отопление, вентиляция и кондиционирование» для обеспечения ночного проветривания, вытяжная вентиляция должна обеспечивать расход электроэнергии не менее 0,5 квт.ч на 100 м², при этом скорость воздуха в вентиляционных решетках не должна превышать 4 м/сек.

Вентсистема, используемая для ночного проветривания, должна быть снабжена системой автоматического включения после снижения температуры наружного воздуха вечером до уровня температуры внутреннего воздуха и отключения ее перед восходом солнца, при достижении равенства температуры внутреннего воздуха температуре наружного воздуха.

11.5. Устройства для притока воздуха в помещения должны быть регулируемы и обеспечены фиксаторами открытого положения для осуществления естественного вентилирования помещения в межсезонный период.

12. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ЗДАНИЯ СЕЗОННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

12.1. Определяющими факторами при выборе каркаса здания является снеговая нагрузка, требуемая степень солнцезащиты помещения, технологическая схема, удобство размещения технологического оборудования.

12.2. Наиболее простым является конструктивное решение при следующем сочетании факторов:

- предприятие функционирует только в холодные периоды сезона (осенью, весной), когда солнцезащита не требуется;
- технологическая схема позволяет разместить оборудование в однопролетном здании.

Такое сочетание возможно при проектировании картофелесортировальных пунктов. В этом случае целесообразно применить каркас пленочной теплицы при соответствии его технологическим условиям и прочности. Такая кровля обеспечивает скатывание снега, двухслойное пленочное ограждение (кровля и стены) обеспечивают поступление света через прозрачные участки, требуемое сопротивление теплопередаче по условиям осени и весны и защиту от атмосферных осадков. Воздушный промежуток создается натяжением шнуров, проложенных между слоями пленки. Обеспечение сохранности оборудования от расхищения можно достичь размещением по каркасу внутри помещения сварной оцинкованной сетки. Каркас здания наиболее целесообразен деревянный, широкопролетный. При недостаточной прочности каркаса теплиц, вместо него может быть применен каркас для неотапливаемых зданий (по серии 1.863-3).

12.3. Требование солнцезащиты (при функционировании предприятия кроме весны еще и летом или летом и осенью) обуславливает следующие усложнения конструкции здания:

- замена светопрозрачной пленки и покрытия на непрозрачную;
- устройство наружных штор на светопрозрачные ограждения.

12.3.1. При температуре наружного воздуха в 13 часов до + 28 °С и большой амплитуде колебания температур наружного воздуха может потребоваться прокладка между непрозрачными слоями пленки в ограждениях дополнительного слоя пленки, покрытой алюминием. Это может оказаться необходимым и при меньшей температуре наружного воздуха, но при двухсменной работе.

12.3.2. При температуре наружного воздуха в 13 часов более 28 °С и большой амплитуде колебания наружного воздуха, может потребоваться устройство экранирования покрытия пленочным непрозрачным экраном жалюзийного типа. Экраны должны допускать демонтаж на межсезонный период, для обеспечения скатывания снега.

12.3.3. При переходе предприятия на двухсменную работу или на территориях с малой амплитудой колебания наружного воздуха, но и невысокой относительной влажностью (до 40%) и при его температуре более 28°С возможно потребуется применение испарительного охлаждения помещений. В этом случае большая поверхность наружных стен окажется выполненной из конструкций испарительных фильтров.

12.3.4. Преимущественно на приморских территориях, характеризуемых большой относительной влажностью воздуха (более 40 %) и малой амплитудой его колебания в течение суток (6° - 8°С) перечисленных в п. 12.3.1 - 12.3.3 конструктивных решений солнцезащиты окажется недостаточно. В этом случае потребуется солнцезащита морской ракушкой либо применение орошаемого или водоналивного покрытия. Пленочное ограждение будет приемлемо только при орошаемом покрытии. В остальных случаях необходимо будет применять более тяжелый каркас здания, рассчитанный на восприятие снеговой нагрузки и солнцезащиты. Он же будет обеспечивать повышение теплопоглощения ограждающими конструкциями здания.

12.4. Технологическая схема требует многопролетного здания. В этом случае может быть применена схема здания трансформирующегося после окончания сезона работы из многопролетного здания в систему рядом стоящих однопролетных зданий.

12.5. Стены сезонных зданий во всех случаях не требуют тяжелых массивных конструкций. Более того в местностях с температурами наружного воздуха ниже +28°С необходимо применение двух - трех трансформирующихся стен для обеспечения интенсивного вентилирования помещений в режиме эксплуатации с малыми скоростями движения воздуха.

12.6. Возможность применения легких стен исключает потребность применения фундаментных балок и их утепления.

Приложение 1 СРОКИ СБОРА УРОЖАЯ

Сорта плодов и ягод	Месяцы				
	VI	VII	VIII	IX	X

Смородина					
Лия плодородная		■			
Боскопский великан		■			
Восьмая Девисона		■			
Сентябрьская Даниэля			■		
Крыжовник					
Английский желтый		■			
Русский		■			
Финик зеленый			■		
Вишня					
Кентская	■				
Краса севера		■			
Владимирская		■			
Растунья		■			
Любская			■		
Плодородная Мичурина			■		
Слива					
Скороспелка розовая			■		
Ренклюд колхозный			■		

Ренклад реформа				
Народная				
Ренклад терновый				
Груша				
Дюшес летний				
Бессемянка				
Бергамот осенний				
Любимица Яковлева				
Вере зимняя Мичурина				
Яблоня				
Июльская				
Мелба				
Розовая превосходная				
Попировка				
Боровинка				
Коричное полосатое				
Коричневое новое				
Антоновка				
Антоновка новая				

Пепин шафранный				█
Бабушкино				█
Оранжевое				█
Ренет Бергамотный				█
Синап северный				█
Победитель				█

Приложение 2

Количество тепла, поступающего в июле от суммарной солнечной радиации на перпендикулярную к солнечным лучам поверхность при обеспеченностях 0,95 - 0,5 (Вт/м²)

Интервалы времени ч	Наименование пунктов														
	Тбилиси					Ташкент					Одесса				
	обеспеченность					обеспеченность					обеспеченность				
	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5
3-4											122	105	90	35	7
4-5						61	43	32	10	0					
5-6															
6-7	671	642	615	340	51	873	854	839	724	623	801	751	714	538	394
7-8						1016	992	975	891	800	946	911	884	713	572
8-9	991	929	905	740	453	1067	1049	1041	956	890	993	957	943	814	686
9-10	1023	849	986	837	605	1122	1087	1071	995	942	1031	1007	990	867	756
10-11	1064	1039	1020	895	691	1144	1118	1108	1023	981	1046	1025	1016	884	784
11-12	1088	1060	1042	932	774	1154	1135	1124	1061	1007	1042	1025	1012	891	783
12-13	1098	1059	1044	938	830	1158	1143	1134	1069	1012	1034	1015	1003	883	760

13-14	1077	1055	1041	930	821	1146	1132	1121	1065	1016	1018	994	982	870	728
14-15	1069	1037	1022	898	780	1131	1114	1107	1033	981	999	979	962	843	647
15-16	1031	980	957	829	690	1101	1082	1070	1038	932	951	933	916	771	578
16-17	942	902	870	725	578	1060	1029	1027"	923	851	881	840	825	681	517
17-18	810	759	743	567	358	935	898	880	760	678	768	727	712	534	377
18-19	511	450	434	219	102	732	689	564	461	338	563	504	463	272.	163
19-20											340	260	230	66	8

Интервалы времени ч	Наименование пунктов														
	Омск					Самара					Иркутск				
	обеспеченность					обеспеченность					обеспеченность				
	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5
3-4	44	30	24	15	12										
4-5	469	391	374	214	82										
5-6	786	750	725	541	317						638	595	556	221	13
6-7	959	927	911	728	517	902	839	819	639	438	842	799	776	506	120
7-8	1034	1012	999	825	591	1003	967	961	779	588	983	951	926	708	238

8-9	1086	1059	1041	884	673	1041	1014	1001	833	655	1040	1010	998	820	356
9-10	1106	1075	1061	910	691	1076	1038	1024	860	690	1087	1061	1031	854	494
10-11	1113	1080	1066	880	658	1091	1056	1017	877	676	1123	1104	1078	889	504
11-12	1099	1064	1046	866	616	1093	1021	1007	857	639	1138	1110	1096	920	544
12-13	1088	1050	1027	851	596	1072	1015	991	830	573	1142	1109	1097	914	600
13-14	1070	1042	1021	801	593	1056	1012	985	797	549	1132	1109	1096	887	533
14-15	1056	1021	1003	778	574	1017	976	955	778	536	1106	1066	1045	886	549
15-16	1019	985	957	753	547	966	942	915	754	551	1088	1025	1003	795	457
16-17	966	928	914	711	455	921	889	876	696'	469	1017	978	946	738	336
17-18	886	840	815	632	401	807	770	756	585	358	913	872	847	573	292
18-19	725	688	653	445	221	642	595	581	407	221	748	652	632	363	121
19-20	458	413	392	206	74	444	355	303	126	59	403	330	280	112	20

Интервалы времени ч	Наименование пунктов		
	Москва	Минск	Екатеринбург

	обеспеченность					обеспеченность					обеспеченность				
	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5
3-4						157	9	7	14	10					
4-5	557	515	491	338	212	387	328	293	114	7	513	465	433	253	68
5-6	810	777	758	609	456	743	662	640	355	115	791	754	726	533	249
6-7	944	911	898	784	626	911	848	824	535	255	929	902	877	680	360
7-8	1032	1009	996	895	738	1004	949	936	693	371	1017	980	957	782	464
8-9	1054	1027	1016	927	796	1042	1009	993	784	373	1050	1011	997	811	455
9-10	1042	1022	1010	921	794	1059	1013	995	717	423	1075	1029	1007	818	513
10-11	1039	1015	1005	901	777	1066	1032	1007	648	384	1074	1025	1003	762	471
11-12	1052	1026	1019	907	743	1046	1001	966	608	353	1064	1011	975	725	447
12-13	1050	1020	1002	871	715	1053	990	944	603	333	1063	1003	980	704	376
13-14	1036	1002	991	863	703	1075	1019	982	563	293	1062	1007	970	698	387
14-15	1023	991	976	836	682	1035	984	941	513	232	1037	984	964	663	373
15-16	1007	962	947	830	657	975	932	906	556	301	998	955	919	663	361
16-17	952	920	903	772	614	927	880	834	530	279	961	886	848	619	338
17-18	855	818	810	669	528	813	771	733	426	196	855	811	768	540	249
18-19	704	672	657	523	380	649	603	584	322	117	724	671	635	414	181

19-20	476	438	422	168	-	315	280	252	90	14	412	379	356	154	30
20-21											46	25	19	18	18

Интервалы времени ч	Наименование пунктов									
	Карадаг					Сад-город				
	обеспеченность					обеспеченность				
	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5
3-4										
4-5						32	6	17	13	10
5-6	565	527	506	360	253	446	279	220	14	11
6-7	902	866	844	731	619	678	561	507	9	16
7-8	1007	986	974	874	782	880	804	713	56	16
8-9	1071	1050	1034	952	863	991	926	878	147	15
9-10	1096	1074	1064	984	885	1040	1007	946	315	8
10-11	III5	1099	1088	1000	894	1084	1035	1013	495	20
11-12	III9	1099	1088	1006	896	1093	1061	1046	629	70

12-13	III5	1098	1087	1000	890	1095	1072	1060	675	124
13-14	III4	1093	1080	993	875	1091	1066	1056	705	148
14-15	1092	1071	1062	971	838	1084	1052	1037	687	127
15-16	1047	1025	1014	921	777	1052	1015	997	596	110
16-17	987	963	945	843	696	966	933	915	534	54
17-18	874	846	826	709	570	865	810	766	330	13
18-19	591	556	538	402	287	628	548	504	141	16
19-20	31	17	13	11	10	260	114	86	17	17
20-21						72	57	33	13	10

Приложение 5

Количество тепла, поступающего в июле от прямой солнечной радиации на перпендикулярную к солнечным лучам поверхность при обеспеченностях 0,95 - 0,5 (Вт/м²)

Интервалы времени ч	Наименование пунктов		
	Тбилиси	Ташкент	Одесса
	обеспеченность	обеспеченность	обеспеченность

	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5
3-4															
4-5						42	30	22	7	0	81	70	60	23	5
5-6															
6-7	498	476	456	252	38	647	633	622	537	462	594	557	529	399	292
7-8						772	754	741	677	608	719	692	672	542	435
8-9	768	720	702	566	351	827	813	807	741	690	770	742	731	631	532
9-10	805	668	776	659	476	883	855	843	783	741	811	792	779	682	595
10-11	845	825	810	711	549	909	888	880	813	779	831	814	807	702	623
11-12	868	846	832	744	618	921	906	897	847	804	832	818	808	711	625
12-13	877	846	934	749	663	925	913	906	854	808	826	811	801	705	607
13-14	857	839	828	740	653	912	901	892	847	808	810	791	781	692	579
14-15	843	818	806	708	615	892	879	873	815	774	788	772	759	665	510
15-16	802	763	745	645	537	857	842	833	808	725	740	726	713	600	450
16-17	720	689	665	554	442	810	786	777	705	650	673	642	630	520	395
17-18	604	566	554	423	267	697	670	656	567	506	573	542	531	398	281
18-19	370	326	314	159	74	530	499	474	334	245	408	365	335	197	118
19-20											238	182	161	46	6

Интервалы времени ч	Наименование пунктов														
	Омск					Самара					Иркутск				
	обеспеченность					обеспеченность					обеспеченность				
	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5
3-4	29	20	16	10	8										
4-5	325	277	259	148	57						459	428	400	159	9
5-6	565	539	521	389	228						624	592	575	375	89
6-7	711	687	675	540	383	669	622	607	474	325	747	723	704	538	181
7-8	786	769	759	627	449	762	735	723	592	447	806	783	774	636	276
8-9	842	821	807	685	522	807	786	776	646	508	855	834	811	672	389
9-10	870	846	835	716	544	847	817	806	677	543	892	877	856	706	400
10-11	884	858	847	699	523	867	839	808	697	537	908	886	875	734	434
11-12	877	849	835	691	492	872	815	804	684	510	912	886	876	730	479
12-13	869	839	820	680	476	856	811	792	663	458	901	882	872	706	424
13-14	851	829	812	637	472	840	805	784	634	437	872	841	824	699	433
14-15	833	805	791	614	453	802	770	753	614	423	847	798	781	619	356
15-16	793	767	745	586	426	752	733	712	587	429	777	747	723	564	257

16-17	738	709	698	543	348	704	679	669	532	358	681	650	632	427	218
17-18	661	627	608	471	299	602	574	564	436	267	542	472	458	263	88
18-19	525	498	473	322	160	465	431	421	295	160	282	231	196	78	14
19-20	320	289	274	144	52	310	248	212	88	41					

Интервалы времени ч	Наименование пунктов														
	Москва					Минск					Екатеринбург				
	обеспеченность					обеспеченность					обеспеченность				
	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5
3-4						104	6	5	9	7	76	55	44	12	12
4-5	386	357	340	234	146	268	227	203	79	5	355	322	300	175	47
5-6	582	558	545	438	328	534	476	460	255	83	569	542	522	383	179
6-7	700	675	666	581	464	675	629	611	397	189	689	669	650	504	267
7-8	784	767	757	680	561	763	721	711	527	282	773	745	727	594	353
8-9	817	796	788	719	617	808	782	770	608	289	814	784	773	629	353
9-10	820	804	795	725	625	833	797	783	564	333	846	310	792	644	404

10-11	825	806	798	716	617	847	820	800	515	305	853	814	797	605	374
11-12	840	819	813	724	593	835	799	771	485	282	849	807	778	579	356
12-13	839	815	800	696	571	841	791	754	482	266	849	801	783	562	300
13-14	824	797	788	687	559	855	811	781	548	233	845	801	772	555	308
14-15	807	782	770	659	538	816	776	742	405	183	818	776	760	523	294
15-16	784	749	737	646	511	759	725	705	433	234	777	743	715	516	281
16-17	727	703	690	590	469	708	672	637	405	213	734	677	648	473	258
17-18	638	610	604	499	394	606	575	547	318	146	638	605	573	403	186
18-19	510	487	476	379	275	470	437	423	233	85	524	486	460	300	131
19-20	333	306	295	118	-	220	196	176	63	10	288	265	249	108	21
20-21											31	17	13	12	12

Интервалы времени ч	Наименование пунктов									
	Карадаг					Сад-город				
	обеспеченность					обеспеченность				
	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5

3-4										
4-5						22	4	12	9	7
5-6	406	379	364	259	182	321	201	158	10	8
6-7	669	642	626	542	459	503	416	376	7	12
7-8	765	749	740	664	594	669	611	542	43	12
8-9	830	814	802	738	669	768	718	681	114	12
9-10	862	845	837	774	696	818	792	744	248	6
10-11	886	873	864	794	710	861	822	805	393	16
11-12	893	877	868	803	715	872	847	835	502	56
12-13	891	877	868	799	711	875	856	847	539	99
13-14	886	870	859	790	696	868	848	840	561	118
14-15	861	845	838	766	661	855	830	818	542	100
15-16	815	798	789	717	605	819	790	776	464	86
16-17	754	736	722	644	532	738	713	699	408	41
17-18	652	631	616	529	425	645	604	571	246	10
18-19	428	403	390	291	208	455	397	365	102	12
19-20	22	12	9	8	7	182	80	60	12	12
20-21						48	38	22	9	7

Количество тепла, поступающего в июле от суммы рассеянной и отраженной радиации на перпендикулярную к солнечным лучам поверхность при обеспеченностях 0,95 - 0,5 (Вт/м²)

Интервалы времени ч	Наименование пунктов														
	Тбилиси					Ташкент					Одесса				
	обеспеченность					обеспеченность					обеспеченность				
	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5
3-4											41	35	30	12	3
4-5						19	13	10	3	0					
5-6															
6-7	174	166	159	88	13	226	221	217	187	161	207	194	185	139	102
7-8						244	238	234	214	192	227	219	212	171	137
8-9	223	209	203	164	102	240	236	234	215	200	223	215	212	183	154
9-10	218	181	210	178	129	240	232	228	212	201	220	215	211	185	161
10-11	219	214	210	184	142	235	230	228	210	202	215	211	209	182	161
11-12	220	214	210	188	156	234	229	227	214	203	210	207	204	180	158

12-13	222	213	210	189	167	233	230	228	215	204	208	204	202	178	153
13-14	220	216	213	190	168	234	231	229	218	208	209	203	201	178	149
14-15	226	219	216	190	165	239	235	234	218	207	211	207	203	178	137
15-16	229	217	212	184	153	244	240	237	230	207	211	207	203	171	128
16-17	222	213	205	171	136	250	243	240	218	201	208	198	195	160	122
17-18	206	194	189	144	91	238	228	224	193	172	195	185	182	136	96
18-19	141	124	120	61	28	202	190	180	127	93	155	139	128	75	45
19-20											102	78		20	3

Интервалы времени ч	Наименование пунктов														
	Омск					Самара					Иркутск				
	обеспеченность					обеспеченность					обеспеченность				
	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5
3-4	15	10	8	5	4										
4-5	144	123	115	66	25										
5-6	227	211	204	152	89						179	167	156	62	4
6-7	248	240	235	188	134	233	217	212	165	113	218	207	201	131	31
7-8	248	244	240	198	142	241	232	228	187	141	236	228	222	170	57

8-9	244	238	234	198	151	234	228	225	187	147	234	227	224	184	80
9-10	236	229	226	194	147	229	221	218	183	147	232	226	220	182	105
10-11	229	222	219	181	135	225	217	209	180	139	231	227	222	183	104
11-12	222	215	211	175	124	221	206	203	173	129	230	224	221	186	110
12-13	219	211	207	171	120	216	204	199	167	115	230	223	221	184	121
13-14	219	213	209	164	121	216	207	201	163	112	232	227	224	181	109
14-15	223	216	212	164	121	215	206	202	164	113	234	225	221	187	116
15-16	226	218	212	167	121	214	209	203	167	122	241	227	222	176	101
16-17	228	219	216	168	107	217	210	207	164	111	240	231	223	174	79
17-18	225	214	207	161	102	205	196	192	149	91	232	222	215	146	74
18-19	200	190	180	123	61	177	164	160	112	61	206	180	174	100	34
19-20	138	124	118	62	22	134	107	91	38	18	121	99	84	34	6

Интервалы времени ч	Наименование пунктов		
	Москва	Минск	Екатеринбург
	обеспеченность	обеспеченность	обеспеченность

	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5
3-4						53	3	2	4	3	39	28	22	6	6
4-5	171	158	151	104	65	119	101	90	35	2	158	143	133	78	21
5-6	227	218	213	171	128	209	163	190	100	32	222	212	204	150	70
6-7	244	235	232	203	162	235	219	213	138	66	240	233	227	176	93
7-8	248	242	239	215	177	241	228	225	166	89	244	235	230	188	111
8-9	237	231	228	208	179	234	227	223	176	84	236	227	224	182	102
9-10	222	218	215	196	169	226	216	212	153	90	229	219	215	174	109
10-11	214	209	207	185	160	219	212	207	133	79	221	211	206	157	97
11-12	213	207	206	183	150	211	202	195	123	71	215	204	197	146	90
12-13	211	205	201	175	144	212	199	190	121	67	214	202	197	142	76
13-14	212	205	203	176	144	220	208	201	115	60	217	206	198	143	79
14-15	216	210	206	177	144	218	208	199	108	49	219	208	204	140	79
15-16	223	213	210	184	146	216	207	201	123	67	221	212	204	147	80
16-17	225	217	213	182	145	219	208	197	125	66	227	209	200	146	80
17-18	217	208	206	170	134	207	196	186	108	50	217	206	195	137	63
18-19	194	185	181	144	105	179	166	161	89	32	199	185	175	114	50
19-20	143	132	127	51	-	95	84	76	27	4	124	114	107	46	9

20-21										15	8	6	6	6
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	---	---	---	---

Интервалы времени ч	Наименование пунктов									
	Карадаг					Сад-город				
	обеспеченность					обеспеченность				
	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5	0,95	0,92	0,9	0,7	0,5
3-4										
4-5						10	2	5	4	3
5-6	159	148	142	101	71	125	78	62	4	3
6-7	233	224	218	189	160	175	145	131	2	4
7-8	242	237	234	210	188	211	193	171	13	4
8-9	241	236	232	214	194	223	208	197	33	3
9-10	234	229	227	210	189	222	222	215	202	2
10-11	229	226	224	206	184	223	213	208	102	4
11-12	226	222	220	203	181	221	214	211	127	8
12-13	224	221	219	201	179	220	216	213	136	25

13-14	228	223	221	203	179	223	218	216	144	30
14-15	231	226	224	205	177	229	222	219	145	27
15-16	232	227	225	204	172	233	225	221	132	24
16-17	233	227	224	199	164	228	220	216	126	13
17-18	222	215	210	180	145	220	206	195	84	3
18-19	163	154	148	111	79	173	151	139	39	4
19-20	9	5	4	3	3	78	34	26	5	5
20-21						24	19	11	4	3

Примеры расчета требуемых сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций зданий сезонных предприятия по условиям холодного и теплого периодов сезона для южных районов страны

Определить требуемое сопротивление теплопередаче по условиям наиболее холодного месяца осени для города Алма-Ата и для ноября для города Ашхабада, а также необходимую солнцезащиту покрытия и стен для здания, изображенного на рис. 6.1., включая размещение перечень оборудования.

В осенний период температура внутреннего воздуха в рабочей зоне 16°C и относительная влажность воздуха менее 60%. Время работы предприятия с 7 до 15 часов местного летнего декретного времени.

На основе данных бланка I в бланке II выполнены расчеты трех вариантов параметров наружного воздуха для проектирования. Для дальнейших расчетов принимаем наиболее точный вариант по данным таблицы приложения 2. На основе расчетов в бланке III принимаем следующее конструктивное решение здания :

- покрытие по деревянным прогонам с кровлей из асбестоцемента волнистых листов $\delta = 8$ мм, воздушной прослойкой и подшивкой по черепным брускам древесно-стружечной плитой $\delta = 20$ мм с общим сопротивлением теплопередаче $R_0 = 0,466$ ($\text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$);

- стены из двойной черной непрозрачной полиэтиленовой пленки с воздушной прослойкой переменной толщины с общим сопротивлением теплопередаче $R_0 = 0,338$ ($\text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$);

- каркас здания, связи и фахверк торцов деревянные, клееные, толщиной набора $\delta = 0,14$ м;

- двери и окна с деревянными переплетами толщиной $\delta = 0,07$ м. В дверях верхняя филенка остеклена (площадь стекла $0,65 \text{ м}^2$);

- с северо-западной стороны на площади $13,9 \text{ м}^2$ стена выполнена двухслойной из прозрачной пленки;

- все окна оснащены маркизами из светлой ткани (стеклоткани), а двери имеют шторы из светлой ткани на наружной стороне двери;

- пол асфальтовый по бетонной подготовке.

В результате расчетов в пределах бланков IV, V, VI, VII определены параметры для вычисления количества тепла, которое может быть аккумулировано конструкциями здания.

На бланке VIII вычислены площади проекций всех ограждающих конструкций здания на площадку, перпендикулярную солнечным лучам в течение околополуденного периода с учетом затенения вертикальных стен карнизами. Затенение светопрозрачных ограждений оконными откосами не определялось, т.к. толщина стен в местах оконных проемов не больше, чем толщина оконного переплета, что учтено коэффициентом k_1 . Нужно отметить, что сумма проекций всех вертикальных ограждающих конструкций составила около 30% от суммы проекций покрытия.

В пределах бланков IX и X определено количество тепла, которое может быть допущено в помещение через все непрозрачные наружные ограждающие конструкции.

Варианты исходных данных для определения расчетных параметров наружного воздуха для проектирования ограждающих конструкций, отопления и вентиляции по условиям осени (весны)

Наименование пункта строительства и районов по карте на рис. 2.5	Наименование месяцев, средние температуры которых ниже и выше +2,5 °С по рис.2.4. и их средние температуры, °С			Вариант I			Вариант II			Вариант III
				наименование холодного месяца осени (весны) и его средняя температура, °С	максимальная амплитуда колебания температура, °С $A_{t \max}$	отношение средней и максимальной амплитуд колебания температур $\frac{A_{t \text{ ср}}}{A_{t \max}}$	Значения постоянных величин $T_3 \div T_9$, для вычисления средних температур, °С			Средний из абсолютных минимумов, °С
	$t_{x>2,5}$	t_x^c	$t_{x>2,5}$				t_{ix}^c	t_{in}^c	t_{ic}^c	$t_{\text{сам}}$
Алма-Ата II район	сентябрь 16,9	октябрь 9,5	ноябрь 0,8	октябрь 9,5	20,7	$\frac{11,3}{20,7}$	2,3	6,9	7,6	-5,0

Ашхабад	-	-	-	ноябрь	23,4	$\frac{11,2}{23,4}$	2,3	6,9	7,6	-6,0
II район				8,7						

Варианты определения расчетных параметров наружного воздуха для проектирования ограждающих конструкций t_{nc}^c , отопления t_{np}^c и вентиляции t_{nx}^c по условиям осени (весны)

Варианты	Формулы, их номера	Города	
		Алма-Ата	Ашхабад
Вариант I	$t_{nx}^c = t_x^c - 0,4A_{t\max}$ (2.5)	1,2	-0,7
	$t_{np}^c = t_x^c - 0,5A_{t\max}$ (2.4)	-0,9	-3,0
	$t_{nc}^c = t_x^c - 0,7A_{t\max}$ (2.1)	-5,0	-7,7
Вариант II	$t_{nx}^c = t_x^c - 15,16 \frac{A_{t\text{cp}}}{A_{t\max}} - T_{(34)}$ (2.7)	-1,1	-0,9
	$t_{np}^c = t_x^c - 15,16 \frac{A_{t\text{cp}}}{A_{t\max}} - T_{(567)}$ (2.6)	-5,7	-5,5
	$t_{nc}^c = t_x^c - 15,16 \frac{A_{t\text{cp}}}{A_{t\max}} - T_{(89)}$ (2.2)	-6,4	-6,2
Вариант III	$t_{nx}^c = t_{сам} + 3,8$ (2.9)	-1,2	-2,2
	$t_{np}^c = t_{сам} + 1,4$ (2.8)	-3,6	-4,6
	$t_{nc}^c = t_{сам} - 0,6$ (2.3)	-5,6	-6,6
Табличные значения по	Принято:		

данным таблицы приложе- ния 2	$t_{нк}^c$	-1,1	-
	$t_{ин}^c$	-5,0	-6,0
	$t_{ис}^c$	-6,4	-7,5

Определение требуемого по условиям осени (весны) сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, и оценка их инерционных свойств

Наименование пункта строительства	Температура внутреннего воздуха осенью	Относительная влажность внутреннего воздуха	Наименование части здания	Нормативный температурный перепад	Коэффициент теплоотдачи	Требуемое сопротивление теплопередаче	Коэффициент теплоотдачи на наружно поверхности,	Термическое сопротивление ограждающих конструкций	Толщина воздушной прослойки, м (числитель), ее сопротивление теплопередаче!	Требуемое сопротивление материальных слоев ограждающих конструкций,
	$t_{в}$ $^{\circ}C$	$\varphi_{в}$ %		$\Delta t_{н}$ $^{\circ}C$	$\alpha_{в}$ $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^{\circ}C}$	$\frac{м^2 \cdot ^{\circ}C}{Вт}$	$\alpha_{н}$ $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^{\circ}C}$	$R_{к}$ $\frac{м^2 \cdot ^{\circ}C}{Вт}$	$\frac{м^2 \cdot ^{\circ}C}{Вт}$	$R_{к}^{м}$ $\frac{м^2 \cdot ^{\circ}C}{Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			покрытие	7	8,7	0,368	23,0	0,21	$\frac{0,01}{0,15}$	0,06
Алма-Ата	16	60	стены	8	8,7	0,322	23,0	0,164	$\frac{0,05}{0,17}$	0,0

			покрытие	7	8,7	0,386	23,0	0,228	$\frac{0,01}{0,15}$	0,078
Ашхабад	16	60	стены	8	8,7	0,338	23,0	0,18	$\frac{0,10}{0,18}$	0,0

Бланк IV

Определение показателей теплоусвоения и теплопоглощения ограждающих и несущих конструкций помещения

лист 1 (начало)

Наименование частей здания и их конструкций	λ	S	r	δ	$R = \frac{\delta}{\lambda}$	D=RS	α_B	α_K	v	α_H	
	$\frac{Вт}{м^0С}$	$\frac{Вт}{м^2^0С}$	$\frac{кг}{м^3}$	м	$\frac{м^0С}{Вт}$		$\frac{Вт}{м^2^0С}$	$\frac{Вт}{м^2^0С}$	сек	$\frac{Вт}{м^2^0С}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Покровые	Асбестоцементная кровля	0,35	7,55	1600	0,008	0,023	0,174				
	Воздушный промежуток	-	-	-	0,25	0,18	0,0	8,7	2,55		
	Древесностружечная плита	0,19	5,49	800	0,02	<u>0,105</u>	<u>0,576</u> 0,75*			<u>0,0</u>	<u>17,44</u> 23,8

						0,128*				2,4	
Стена	Два слоя пленки с воздушным промежутком	-	0,10	0,18	0,0	8,7	2,55			<u>0,0</u> 2,4	<u>17,44</u> 23,8

лист 1 (окончание)

Наименование частей здания и их конструкций		Номера формул Y_B	$B = \frac{\mu}{\frac{1}{Y_{вн}} + \frac{1}{Y_{вн}}}$	F_i	$P_{огр} = B_i F_i$
1	2	13	$\frac{B_T}{M^2}$	M^2	$^{\circ}C$
Покрытие	Асбестоцементная кровля	Формула 4.6 для Алма-Аты $Y_3 = \frac{0,023 \times 7,55^2 + 17,44}{1 + 0,023 \times 17,44} = 13,38$			
	Воздушный промежуток	$Y_2 = \frac{0,18 \times 0,0^2 + 13,88}{1 + 0,18 \times 13,88} = 3,97$			

	Древесностружечная плита	$Y_B = \frac{0,105 \times 5,49^2 + 3,97}{1 + 0,105 \times 3,97} = 5,03$ <p>Формула 4.6 для Ашхабада</p> $Y_3 = \frac{0,023 \times 7,55^2 + 23,8}{1 + 0,023 \times 23,8} = 16,22$ $Y_2 = \frac{0,18 \times 0,0^2 + 16,22}{1 + 0,18 \times 16,22} = 4,14$ $Y_6 = \frac{0,105 \times 5,49^2 + 4,14}{1 + 0,105 \times 4,14} = 5,09$	$B_{нокр} = \frac{1,05}{\frac{1}{5,03} + \frac{1}{2,55}} = 1,78$ $B_{нокр} = \frac{1,05}{\frac{1}{5,03} + \frac{1}{2,55}} = 1,78$	148,8	<u>642,9</u> 265,0
Стена	Два слоя пленки с воздушным промежутком	$Y_B = 0,0$	$B_{ст} = 0$	173,52	<u>0,0</u> 0,0

лист 2 (начало)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Каркас	Каркас здания деревянный	0,14	3,87	500	0,07	0,5	1,935	8,7	2,55	<u>0,0</u>	<u>17,44</u>
										2,4	23,8
Пол	Асфальто-	1,05	16,43	2100	0,03	0,03	0,58	8,7	2,55	<u>0,0</u>	<u>17,44</u>

	бетонный									2,4	23,8
	Бетонная подготовка	1,86	17,88	2400	0,12	<u>0,065</u> 0,095	<u>1,15</u> 1,73*				
Заполнение проемов	Двери и деревянные перегородки	0,14	3,87	500	0,05	0,357	1,38		2,55	<u>0,0</u> 2,4	<u>17,44</u> 23,8
Стекло		0,76	10,79	2500	0,003	0,0040	0,04	8,7	2,55	<u>0,0</u> 2,4	<u>17,44</u> 23,8
Часть стены из прозрачной пленки										<u>0,0</u> 2,4	<u>17,44</u> 23,8

Примечание : 1. Цифры, помеченные знаком *, являются суммами вышележащих строк.
2. В графах 12, 16 числитель относится к Алма-Ате, а знаменатель к Ашхабаду

1	2	13	14	15	16
Каркас	Каркас здания деревянный	$Y_B = 3,87$	$B_{кар} = \frac{1,05}{\frac{1}{3,87} + \frac{1}{2,55}} = 1,61$	192,0	<u>310,0</u> 310,0
Пол	Асфальтобетонный Бетонная подготовка	$Y_с = \frac{0,03 \times 16,43^2 + 17,44}{1 + 0,03 \times 17,88} = 16,91$	$B_{пол} = \frac{1,05}{\frac{1}{16,91} + \frac{1}{2,55}} = 2,33$	143,8	<u>333,6</u> 333,6
Заполнение проемов	Двери и деревянные перегородки	$Y_с = 3,87$ Формула 3.7 для Алма-Аты $Y_с = \frac{1}{0,11 + \frac{1}{17,44}} = 14,63$	$B_{ок} = \frac{1,05}{\frac{1}{3,87} + \frac{1}{2,55}} = 1,61$ $B_{пол} = \frac{1}{\frac{1}{14,63} + \frac{1}{2,55}} = 2,17$	4,5 7,7	<u>7,2</u> 7,2 <u>16,7</u> 17,2
Стекло		Формула 3.7 для Ашхабада $Y_с = \frac{1}{0,11 - \frac{1}{23,8}} = 18,86$	$B_{стек} = \frac{1}{\frac{1}{18,86} + \frac{1}{2,55}} = 2,34$	13,9	

Часть стены из прозрачной пленки		$Y_g = 0$	$B_{nl} = 0$	13,9	<u>0,0</u> 0,0
----------------------------------	--	-----------	--------------	------	-------------------

Бланк V

Исходные данные для определения расчетных значений дневного хода температуры наружного и внутреннего воздуха в летний период

Наименование пункта строительства	Географические		Время начала смены по московскому времени	Время окончания смены по московскому времени	Истинное солнечное время			Температура наружного воздуха		Температура внутреннего воздуха по ГОСТ 12.1.005-76
	Долгота местности	Широта местности			по формуле 5.3 по табл.5.1			В 13-часов, по табл.7 к главе СНиП 2.04.05-86	Средняя амплитуда колебания по табл.2 главы СНиП 2.01.01-82	
					Начала смены	Окончания смены	Восхода			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Алма-Ата	77,0	43,2	4	12	5,03	13,03	4,55	27,6	11,9	30,6
Ашхабад	58,3	38,0	5	13	4,79	12,79	4,82	36,0	14,5	31,0

Расчетные параметры наружного воздуха в летний период

Наименование пункта строительства		Температура наружного воздуха, °С
Алма-Ата	В момент восхода солнца (по формуле 5.4)	$t'_n = 4,55 - \frac{15 - 4,55}{2} = 0,675$ $t''_0 = 27,6 + 11,9 \left[1 - 2 \sin \frac{90}{15 + 0,675} (13 + 0,675) \right] = 16,2$
	Максимальная (по формуле 5.6)	$t''_{\max} = 16,2 + 11,9 = 28,1$
	В 12 часов (по формулам 5.7, 5.8)	$t' = 16,2 - 11,9 = 4,3$ $t''_n = 4,3 + 2 \times 11,9 \sin \frac{90}{15 + 0,675} (12 + 0,675) = 27,0$
	В 8,5 часа	$t''_n^{8,5} = 4,3 + 2 \times 11,9 \sin \frac{90}{15 + 0,675} (8,5 + 0,675) = 23,2$
	В 15,5 часа	$t''_n^{15,5} = 4,3 + 2 \times 11,9 \sin \frac{90}{15 + 0,675} (15,5 + 0,675) = 28,1$

Наименование пункта строительства		Температура наружного воздуха, °С
Ашхабад	В момент восхода солнца (по формуле 5.4)	$\tau'_n = 4,82 - \frac{15 - 4,82}{2} = -0,27$ $t'_0 = 36 + 14,5 \left[1 - 2 \sin \frac{90}{15 + 0,27} (13 + 0,27) \right] = 22,1$
	Максимальная (по формуле 5.6)	$t''_{\max} = 22,1 + 14,5 = 36,6$
	В 12 часов (по формулам 5.7, 5.8)	$t' = 22,1 - 14,5 = 7,6$ $t_n^{12} = 7,6 + 2 \times 14,5 \sin \frac{90}{15 + 0,27} (12 + 0,27) = 35,2$
	В 8,5 часа	$t_n^{8,5} = 7,6 + 2 \times 14,5 \sin \frac{90}{15 + 0,27} (8,5 + 0,27) = 30,4$
	В 15,5 часа	$t_n^{15,5} = 7,6 + 2 \times 14,5 \sin \frac{90}{15 + 0,27} (15,5 + 0,27) = 36,6$

Расчетные параметры внутреннего воздуха в летний период

Наименование пункта строительства		Температура внутреннего воздуха, °C
Алма-Ата	Допустимая в 16 часов (по формулам 5.9, 5.10)	$\kappa = \text{Sin} \frac{180}{16 - 4,55} \left(13,03 - \frac{4,55}{2} - 8 \right) = 0,68595$ $t_B^{16} = \frac{2 \times 30,6 - 16,2(1 - 0,68595)}{1 + 0,68595} = 33,3$
	В начале околополуденного периода (по формулам 5.11, 5.12, 5.13, 5.14)	$\tau_B' = 4,55 + \frac{16 - 4,55}{2} = 10,275,$ $\Delta t_B = 33,3 - 16,2 = 17,1$ $t_B' = 16,2 + \frac{17,1}{2} = 27,75$ $t_B^{8,5} = 24,75 + \frac{17,1}{2} \text{Sin} \frac{180}{16 - 4,55} (8,5 - 10,275) = 20,7$
	В конце околополуденного периода (по формуле 5.11)	$t_B^{15,5} = 24,75 + \frac{17,1}{2} \text{Sin} \frac{180}{16 - 4,55} (15,5 - 10,275) = 33,2$
	В полдень (по формуле 5.11)	$t_B^{12} = 24,75 + \frac{17,1}{2} \text{Sin} \frac{180}{16 - 4,55} (12 - 10,275) = 28,6$

	Средняя за околополуденный период (по формуле 5.15)	$t_{BCP}^{OKП} = \frac{20,7 + 2 \times 28,6 + 33,2}{4} = 27,8$
--	-----------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------

Бланк VIII

Определение площадей проекций ограждающих конструкций здания на площадку, перпендикулярную солнечным лучам для Алма-Аты (широта 43,2°) для Ашхабада (широта 38°)

Ориентация ограждающей конструкции, азимут	Интегралы проекций ориентированных единичных поверхностей, на нормальную к солнечным лучам площадку на следующие часы			Площадь ограждающей конструкции $F^j \cdot \text{м}^2$	Площадь проекции на нормальную площадку $F^j \cdot \text{м}^2$	Коэффициент сокращения площади экспозиции ограждения $\Omega_j = \frac{7F^j}{F_{ij}}$
	15,5 ч (f_{15})	8,5 ч $(f_8)^j$	$(f_{15} - f_8)^j$			
1	2	3	4	5	6	7
Северо-запад. 337,5°	<u>0,9206</u> 0,8449	<u>0,3080</u> 0,2690	<u>0,6126</u> 0,5759			
Остекленная часть двери				0,65	<u>0,39</u> 0,37	
Стена из прозрачной плен-				13,9	<u>8,51</u>	<u>11,43</u>

ки (окна)					8,00	12,16
Стена из непрозрачной пленки				41,54	<u>24,45</u>	<u>11,42</u>
					23,92	12,15
Неостекленная часть двери				1,51	<u>0,92</u>	<u>11,49</u>
					0,87	12,15

Проекция карниза вдоль стены над глухим участком стены(см.расчеты покрытия и с-в. стены)				5,9	<u>44,6</u> 45,0	
Поправка на тень (северо-восточное направление, азимут 22,5 ⁰ .) проекция стены	<u>3,3762</u> 2,6964	<u>2,8379</u> 2,9971	<u>0,6104</u> 0,5712		<u>-0,15</u> -0,14	
Юго-восточный скат кровли (157,5 ⁰): вертикальная составляющая	<u>3,3762</u> 2,6964	<u>0,8946</u> 0,7770	<u>2,2416</u> 1,9194	9,0	<u>+25,30</u> +23,80	<u>22,33</u> 17,27
Горизонтальная составляющая	<u>9,3200</u> 9,2929	<u>1,7742</u> 1,6651	<u>7,5458</u> 7,6278	72,0	<u>543,3</u> 549,2	
Северо-западный скат кровли:					<u>565,63*</u> 566,47**	
вертикальная составляющая	<u>0,9206</u> 0,9449	<u>0,3080</u> 0,2690	<u>0,6126</u> 0,5759	-9,0	<u>-5,51</u> -5,18	<u>0,942</u> 0,936
горизонтальная составляющая	<u>9,3200</u> 9,2929	<u>1,7742</u> 1,6651	<u>7,5458</u> 7,6278	72	<u>543,3</u> 549,2	

1	2
Северо-восток $67,5^{\circ}$	<u>6,5126</u> 6,6505
Стена из темной пленки	
Проекция карниза вдоль стены	
Поправка на тень	<u>3,4483</u> 3,5712
Окно	

--	--

Неостекленная часть окна

Карниз	<u>9,3200</u>	<u>1,7742</u>	<u>7,5458</u>	8,4	<u>+63,4</u>	
	9,2929	1,6651	7,6278		+64,1	
Поправка на тень северо-восточное направление 22,5°	<u>3,4483</u>	<u>2,8379</u>	<u>0,6104</u>		<u>-47,80</u>	
	3,5712	2,9971	0,5712		-44,90	
Проекция стены					<u>82,60</u>	<u>4,45</u>
					56,00	6,57
Остекленная часть двери				0,65	<u>1,61</u>	
					1,24	
Окно				2,00	<u>4,96</u>	
					3,84	
Неостекленная часть окна и двери				2,39	<u>5,93</u>	
					4,58	
Юго-запад 247,5°	<u>3,7104</u>	<u>1,2783</u>	<u>2,4321</u>			
	3,5980	1,2946	2,3034			
Стена из черной пленки				61,56	<u>149,7</u>	
					141,8	216
Проекция карниза вдоль стены					<u>64,4</u>	
					64,4	

Юго-восток	3,3762
157,5°	2,6964
Стена из черной пленки	

Бланк IX

Определение коэффициентов линейных графиков изменения отношений разности температур и теплового потока к синусу высоты солнца

Наименование пунктов строительства		Определение коэффициентов
Алма-Ата	a_t (по формуле 5.16)	$a_t = \frac{1}{7} \frac{(28,1 - 33,2) - (23,2 - 20,7)}{0,670} = -1,620$
	b_t (по формуле 5.17)	$b_t = \frac{27 - 28,6}{0,932} = -1,67$
	$[a_q]$ (по формуле 10.1)	$[a_q] = \frac{14988,7 - (593,4 + 4687,3) + 9765}{3,5 \times 0,932 \times 1395,53} = 4,195$

	$[b_q]$ (по формуле 10.1.1)	$[b_q] = 4,195x(4,55 - 12) = 31,25$
Ашхабад	a_t (по формуле 5.16)	$a_t = \frac{1}{7} \frac{(36,6 - 33,0) - (30,4 - 24,8)}{0,679} = -0,421$
	b_t (по формуле 5.17)	$b_t = \frac{35,2 - 30,0}{0,9610} = 5,47$
	$[a_q]$ (по формуле 10.1)	$[a_q] = \frac{9837,5}{3,5x0,9610(1110,5 + 233,3 + 12,5)} = 2,179$
	$[b_q]$ (по формуле 10.1.1)	$[b_q] = 4,195x(4,55 - 12) = 31,25$

Бланк X

Определение теплопритоков помещение через светопрозрачные ограждения и стока тепла за счет испарения мокрых поверхностей, нагрева

оборудования и воздуха в городах $\frac{Алма - Ата}{Ашхабад}$

	Стоки и теплопритоки в помещение, Вт
--	--------------------------------------

Удельные влаговыделения с поверхности пола по графикам 7.4, 7.2	$L_{cp}=3,62 \text{ м}$ $W_i=50,04 \frac{\Gamma}{\text{м}^2\text{ч}}$ <hr/> $W_i=53,1 \frac{\Gamma}{\text{м}^2\text{ч}}$
Сток тепла при испарении с пола (Формула 7.3)	$P_{\text{ПОЛА}} = 0,698 \times 50,04 \times 85,04 = 2970 \text{ Вт/ч}$ $P_{\text{ПОЛА}} = 0,698 \times 53,1 \times 85,04 = 3152 \text{ Вт/ч}$
Полное количество поглощаемого мокрым полом тепла (по формуле 9.3)	$Q_{\text{ПОЛА}} = 7 \times 2970 = 19530 \text{ Вт}$ $Q_{\text{ПОЛА}} = 7 \times 3152 = 22064 \text{ Вт}$
Сток тепла при испарении с оборудования (формула 7.4)	$P_{\text{ОВ}} = 0,698 \times 50,04 \times 41,12 = 1436,2 \text{ Вт/ч}$ $P_{\text{ОВ}} = 0,698 \times 53,1 \times 41,12 = 1524,1 \text{ Вт/ч}$
Теплопритоки через светопрозрачные ограждающие конструкции (по формуле 8.1)	$\sin h_{\text{O}}^{12} \text{ полд} = 0,9320 \quad q_{\text{ГП}} = 673 \text{ Вт/м}^2$ $\sin h_{\text{O}}^{12} \text{ полд} = 0,9610 \quad q_{\text{ГП}} = 704 \text{ Вт/м}^2$
$\kappa_1 = 0,65 \quad \kappa_{\text{ПЛЕНКИ}} = 1,0 \quad \kappa_1 = 0,95 \quad C_{\text{ПЛЕНКИ}} = 0,9 \quad \beta_{\text{С-З}} = 0,15$ - наружная штора	

$\beta_{c-3} = 1,0$ - при пленку

Стоки и теплопритоки в помещение, Вт

$R_{ок \text{ и дверей}} = 0,17 \text{ (м}^2 \text{ °С)/Вт}$

$R_{при \text{ пленке}} = 0,38 \text{ (м}^2 \text{ °С)/Вт}$

Алма-Ата

$$Q_{\Sigma}^{окдв} = \frac{16,75}{0,932} \left[673 \times 0,65 \times 0,95 \times 0,15 + \frac{(27 - 28,6) \times 3,02}{0,17} \right] = 593,4 \text{ Вт}$$

Ашхабад

$$Q_{\Sigma}^{окдв} = \frac{15,05}{0,9610} \left[704 \times 0,65 \times 0,95 \times 0,15 + \frac{(35,2 - 30,0) \times 2,22}{0,17} \right] = 2106,5 \text{ Вт}$$

Алма-Ата

$$Q_{\Sigma}^{пленки} = \frac{8,51}{0,932} \left[673 \times 1 \times 0,95 \times 0,9 \times 1,0 + \frac{(27,0 - 28,6) \times 11,43}{0,38} \right] = 4687,3 \text{ Вт}$$

Ашхабад

$$Q_{\Sigma}^{пленки} = \frac{8,00}{0,9610} \left[704 \times 1 \times 0,95 \times 0,9 \times 1,0 + \frac{(35,2 - 30,0) \times 12,16}{0,38} \right] = 6463,3 \text{ Вт}$$

Теплопоглощение оборудованием (по формуле 4.10)	$P_{об}=0,183 \times 8150 \times 0,134 = 199,9 \text{ Вт/}^{\circ}\text{C}$
Теплопоглощение воздуха в помещении (по формуле 4.11)	$P_{об}=0,091 \times 734,1 = 66,8 \text{ Вт/}^{\circ}\text{C}$

Бланк XI

Тепловые балансы помещения для условий городов $\frac{\text{Алма} - \text{Ата}}{\text{Аишбад}}$

Показатели	Вычисления
Показатели теплопоглощения помещения (по формуле 4.13)	$P_{п} = \underline{932,4 + 199,9 + 66,8 = 1199,1 \text{ Вт/}^{\circ}\text{C}}$ $P_{п} = 933,0 + 199,9 + 66,8 = 1199,7 \text{ Вт/}^{\circ}\text{C}$
Теплопоглощение помещением (по формуле 9.2)	$Q_{п} = \underline{1199,1 \times (33,2 - 20,7) = 14988,7 \text{ Вт}}$ $Q_{п} = 1199,7 \times (33,0 - 24,8) = 9837,5 \text{ Вт}$
Допустимые теплопритоки через непрозрачные ограждающие	$Q^{ор} = \underline{14988,7 - (593,4 + 687,3) + 19530 = 29238,0 \text{ Вт}}$

конструкции (по формуле 9.1)	$Q^{отп} = 9837,5 - (2106,5 + 4687,3) + 22064 = 25108 \text{ Вт}$
По карте рис.10.1 прямая солнечная Радиация при обеспеченности $K_{об} = 0,8$	$S = 870 \text{ Вт/м}^2$ $S = 880 \text{ Вт/м}^2$
По формуле (24) СНиП *Строительная теплотехника"	$\alpha_{н} = 17,44 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ $\alpha_{н} = 23,8 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$

Примечание: В дальнейших расчетах принимаем для Алма-Аты использование тепла от испарения с полов на 50 %, а для Ашхабада в объеме, компенсирующем теплопритоки через окна поэтому примем:

$$Q^{отп} = 14988,7 - (593,4 + 4687,3) + 9765 = 19473,0 \text{ Вт}$$

$$Q^{отп} = 9837,5 - (2106,5 + 4687,3) + 6793,8 = 9837,5 \text{ Вт}$$

Бланк XII

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций по тепловому периоду сезона $\frac{\text{Алма} - \text{Ата}}{\text{Ашхабад}}$

Показатели	Вычисления
Требуемое полное летнее среднее за околоряденный период сопротивление теплопередаче (по формуле 10.2), (м^2)	$R_{mp}^{\wedge \perp} = \frac{-1,620}{4,195} + \left[\frac{4,195(-1,67) - (1,62) \times 31,25}{4,195^2} + \frac{0,97 \times 870}{17,44 \times 4,195} \right] \frac{1}{7} \times \ln \frac{4,195 \times 3,5 \times 31,25}{4,195(-3,5) + 31,25} = 1,656$

°C)/Вт	$R_{mp}^{\Lambda \perp} = \frac{-0,421}{2,179} + \left[\frac{2,179 \times 5,47 - (-0,421) \times 15,64}{2,179^2} + \frac{0,97 \times 880}{23,8 \times 2,179} \right] \frac{1}{7} \times \ln \frac{2,179 \times 3,5 + 15,64}{2,179(-3,5) + 15,64} = 2,905$
Требуемый коэффициент поглощения (по формуле 10.5)	$\rho_{mp} = \frac{17,44 \times 4,195}{0,97 \times 870} \left[\frac{\left(0,466 \times 0,942 - \frac{(-1,62)}{4,195} (3,5 - (-3,5)) \right)}{\ln \frac{4,195 \times 3,5 + 31,25}{4,195(-3,5) + 31,25}} - \frac{4,195(-1,67) - (-1,62) \times 31,25}{4,195^2} \right] = 0,276 < 0,3$ $\rho_{mp} = \frac{23,8 \times 2,179}{0,97 \times 880} \left[\frac{\left(0,466 \times 0,936 - \frac{(-0,421)}{2,179} (3,5 - (-3,5)) \right)}{\ln \frac{2,179 \times 3,5 + 15,64}{2,179(-3,5) + 15,64}} - \frac{(2,179 \times 5,47) - (-0,421) \times 15,64}{2,179^2} \right] = 0,01 < 0,3$

Примечание: В обоих случаях $\rho_{тр}$ меньше минимального коэффициента поглощения - известковой окраски $\rho=0,3$.

Для Алма-Аты попытка увеличить сопротивление теплопередаче путем прокладки металлизированной пленки под слоем кровли (на одной из поверхностей воздушной прослойки) согласно примечанию к приложению 4 гл. СНиП II-3-79** может оказаться плодотворной. Это мероприятие увеличит сопротивление теплопередаче на 0,19 (м² °C)/Вт. Определим $\rho_{тр}$ в этом случае :

$$\rho_{mp} = \frac{17,44 \times 4,195}{0,97 \times 870} \left[\frac{\left((0,466 + 0,19) \times 0,942 - \frac{(-1,62)}{4,195} (3,5 - (-3,5)) \right)}{\ln \frac{4,195 \times 3,5 + 31,25}{4,195(-3,5) + 31,25}} - \frac{4,195(-1,67) - (-1,62) \times 31,25}{4,195^2} \right] = 0,38$$

т.е. для солнцезащиты покрытия достаточно периодически возобновлять известковую побелку кровли.

Для Ашхабада этой меры не достаточно. Принимаем в качестве солнцезащиты экранирование по табл. 10.1 со следующими данными : $\alpha_n = 48,6$ Вт/(м² °C), $\rho = 0,93$ R^Λ = 4,3 (м² °C)/Вт

Определим по формуле (10.7) тепловой поток через покрытие в полдень [b_q]. Примем [b_q]^{иск} = 6,9 Вт/м² и подставим в формулу (10.7):

$$\left[4,3 - \frac{(-0,421)}{2,179} \right] 7 = \left[\frac{2,179 \times 5,47 - (-0,421) \times 6,9}{2,179^2} + \frac{0,93 \times 880 \times 0,97}{48,6 \times 2,179} \right] \times \ln \frac{2,179 \times 3,5 + 6,9}{2,179(-3,5) + 6,9} ;$$

$$31,4 \cong 31,28$$

Следовательно, через покрытие будет поступать в помещение в среднем 6,9 Вт/м² в час. По формуле (10.8) определим допустимые теплопритоки через оставшиеся ограждающие конструкции (стены):

$$[b_q]_{ост} = \frac{(15,646 - 6,9) \times 1356,3}{233 + 12,5} = 48,25 \text{ Вт/м}^2$$

По формуле (10.2) определим для Ашхабада R^{Λ⊥} стен:

$$R_{стен}^{\Lambda \perp} = \frac{-0,421}{2,179} + \left[\frac{2,179 \times 5,47 - (-0,421) \times 48,25}{2,179^2} + \frac{880 \times 0,97}{23,8 \times 2,179} \right] \frac{1}{7} \ln \frac{2,179 \times (3,5) + 48,25}{2,179(-3,5) + 48,25} = 1,052$$

$$\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$$

Определение достаточности сопротивления теплопередаче стен(по формуле 10.4

$$\frac{R^{\Lambda \text{ c-3}} > 1,656 < 11,43 \times 0,338 = 3,86}{R^{\Lambda \text{ c-3}} > 1,052 < 12,16 \times 0,338 = 4,11}$$

$$\frac{R^{\Lambda \text{ c-B}} > 1,656 < 7,13 \times 0,338 = 2,4}{R^{\Lambda \text{ c-B}} < 1,052 < 6,9 \times 0,338 = 2,33}$$

$$R^{\Lambda \text{ ю-в}} < 1,656 > 4,45 \times 0,338 = 1,504$$

Алма-Ата

$$\rho_{mp}^{\text{ю-в}} = \frac{17,44 \times 4,194}{0,97 \times 870} \left[\frac{\left(0,338 \times 4,45 - \frac{(-1,62)}{4,194} \right) \times [3,5 - (-3,5)]}{\ln \frac{4,194 \times 3,5 + 31,25}{4,194(-3,5) + 31,25}} - \frac{4,194(-1,67) - (-1,62) \times 31,25}{4,194^2} \right] \cong 0,91 < 0,93$$

Ашхабад

$$R^{\Lambda \text{ ю-в}} > 1,052 < 6,57 \times 0,338 = 2,22$$

Алма-Ата

$$R^{\Lambda \text{ ю-з}} < 1,656 > 4,25 \times 0,338 = 1,44$$

$$\rho_{mp}^{\text{ю-з}} = \frac{17,44 \times 4,194}{0,97 \times 870} \left[\frac{\left(0,338 \times 4,25 - \frac{(-1,62)}{4,194} \right) \times [3,5 - (-3,5)]}{\ln \frac{4,194 \times 3,5 + 31,25}{4,194(-3,5) + 31,25}} - \frac{4,194(-1,67) - (-1,62) \times 31,25}{4,194^2} \right] \cong 0,87 < 0,93$$

Ашхабад

$$R^{\Lambda \text{ ю-з}} > 1,052 < 4,63 \times 0,338 = 1,56$$

В Бланке XII выполнен подбор солнцезащиты всех наружных ограждающих конструкций здания. В процессе вычислений установлено, что в условиях некоторого превышения температуры внутреннего воздуха над нужной и предельно высокой температурой наружного воздуха около 28 °С, для покрытия здания в Алма-Ате достаточна солнцезащита побелкой кровли слоем извести. Этого было достаточно и для стен, однако они выполнены из материала, который невозможно побелить. Поэтому для юго-восточной и юго-западной стен необходимо увеличить сопротивление теплопередаче воздушной прослойки, что может быть достигнуто, например, устройством внутреннего слоя из алюминиевой пленки ПЭТФ или ее прокладки под внутренним слоем полиэтиленовой пленки (см. главу СНиП 11-3-79**, примечание к таблице приложения 4). Однако можно применить для юго-западной стены и арболит вместо пленки.

Для условий г. Ашхабада нет возможности избежать более высокой, чем побелка крыши, степени солнцезащиты покрытия. Однако, экранированное покрытие обеспечивает значительно меньший удельный теплоприток в помещение, чем предполагалось при первом распределении допустимых теплопритоков в помещение. Это позволяет провести перераспределение допустимых теплопритоков через юго-западную стену и покрытие; установить, что юго-западная стена не требует большей солнцезащиты за счет резерва теплопритоков через покрытие.

Требуемая мощность вентилятора для ночного проветривания согласно требованиям п. 11.4 составляет:

$$N_{\text{вент}} = \frac{0,5 \times (12 \times 12)}{100} = 0,72 \text{ кВт.}$$

Ключевые слова: комплексное предприятие, хранилище, холодильник, приемно-сортировальный пункт, станция предварительного охлаждения, секция, камера, регулируемая газовая среда.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Нормы технологического проектирования предприятий по хранению и обработке картофеля и плодоовощной продукции НТП-АПК 1.10.12.001-02.
- [2] Нормы технологического проектирования предприятий по переработке плодов и овощей в колхозах и совхозах ВНТП -14-80.