

**Общество с ограниченной ответственностью
Проектное бюро «Макрос Плюс»**

Свидетельство № СРО-П-021-28082009 от 04.08.2017 г.

Заказчик: ООО «Цинк Саба»

Объект: «Линия горячего цинкования на территории Индустриального парка «САБА» по адресу: Республика Татарстан, Сабинский район, п.г.т Богатые Сабы, пер. Заводской»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

РАЗДЕЛ 10.1

«Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов»

218-21-ЭЭ

Том 10.1

Изм.	Недок.	Подп.	Дата

Общество с ограниченной ответственностью
Проектное бюро «Макрос Плюс»

Свидетельство № СРО-П-021-28082009 от 04.08.2017 г.

Заказчик: ООО «Цинк Саба»

Объект: «Линия горячего цинкования на территории Индустриального парка «САБА» по адресу: Республика Татарстан, Сабинский район, п.г.т Богатые Сабы, пер. Заводской»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

РАЗДЕЛ 10.1

«Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов»

218-21-ЭЭ

Том 10.1

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Главный инженер проекта

А.И. Вершинин

2021

Содержание

Обозначение	Наименование	Стр.
	Содержание раздела	
	Пояснительная записка	4
	ВВЕДЕНИЕ	4
	I. Энергосберегающие мероприятия.	5
	а) сведения о типе и количестве установок, потребляющих топливо, тепловую энергию, воду, горячую воду для нужд горячего водоснабжения и электрическую энергию, параметрах и режимах их работы, характеристиках отдельных параметров технологических процессов;	5
	б) сведения о потребности (расчетные (проектные) значения нагрузок и расхода) объекта капитального строительства в топливе, тепловой энергии, воде, горячей воде для нужд горячего водоснабжения и электрической энергии, в том числе на производственные нужды, и существующих лимитах их потребления;	7
	в) сведения об источниках энергетических ресурсов, их характеристиках (в соответствии с техническими условиями), о параметрах энергоносителей, требованиях к надежности и качеству поставляемых энергетических ресурсов;	7
	г) перечень мероприятий по резервированию электроэнергии и описание решений по обеспечению электроэнергией электроприемников в соответствии с установленной классификацией в рабочем и аварийном режимах;	8
	д) сведения о показателях энергетической эффективности объекта капитального строительства, в том числе о показателях, характеризующих годовую удельную величину расхода энергетических ресурсов в объекте капитального строительства;	8
	е) сведения о нормируемых показателях удельных годовых расходов энергетических ресурсов и максимально допустимых величинах отклонений от таких нормируемых показателей (за исключением зданий, строений, сооружений, на которые требования энергетической эффективности не распространяются;	9
	ж) сведения о классе энергетической эффективности и о повышении энергетической эффективности;	9
	з) перечень требований энергетической эффективности, которым здание, строение и сооружение должны соответствовать при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации, и сроки, в течение которых в процессе эксплуатации должно быть обеспечено выполнение указанных требований энергетической эффективности;	9
	и) перечень технических требований, обеспечивающих достижение показателей, характеризующих выполнение требований энергетической эффективности для зданий, строений и сооружений;	9
	к) перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов;	11

					218-21-ЭЭ		
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Содержание тома		
ГИП		Вершинин		20.08.21			
Н. контр.		Вершинина					
					Стадия	Лист	Листов
					П	2	29
					ПБ «Макрос Плюс»		

	л) перечень мероприятий по учету и контролю расходования используемых энергетических ресурсов;	12
	м) обоснование выбора оптимальных архитектурных, функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений и их надлежащей реализации при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта с целью обеспечения соответствия зданий, строений и сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических;	12
	н) описание и обоснование принятых архитектурных, конструктивных, функционально-технологических и инженерно-технических решений, направленных на повышение энергетической эффективности объекта капитального строительства;	13
	о) спецификацию предполагаемого к применению оборудования, изделий, материалов, позволяющих включить нерациональный расход энергии и ресурсов, в том числе основные их характеристики, сведения о типе и классе предусмотренных проектом проводов и осветительной арматуры;	14
	п) описание мест расположения приборов учета используемых энергетических ресурсов, устройств сбора и передачи данных от таких приборов;	14
	р) описание и обоснование применяемых систем автоматизации и диспетчеризации и контроля тепловых процессов (для объектов производственного назначения) и процессов регулирования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.	14
	II. Теплозащита проектируемого здания.	15
	1. Показатели теплоизоляции (базовые).	15
	2. Определение проектного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции.	16
	3. Температура внутренней поверхности ограждающих конструкций.	17
	4. Расчет удельной теплозащитной характеристики здания.	17
	5. Расчет параметров энергетического паспорта.	19
	6. Энергетический паспорт	24
	7. Заключение	27
	8. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	28
	9. ТАБЛИЦА РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ	29

Взам. инв. №	
Полишь и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

I. Энергосберегающие мероприятия.

а) сведения о типе и количестве установок, потребляющих топливо, тепловую энергию, воду, горячую воду для нужд горячего водоснабжения и электрическую энергию, параметрах и режимах их работы, характеристиках отдельных параметров технологических процессов;

Основным потребителем ресурсов на предприятии является линия горячего цинкования металла.

Для нормального функционирования технологического оборудования линии горячего цинкования необходимы следующие виды ресурсов:

- вода;
- природный газ;
- электрическая энергия;
- сжатый воздух.

Водоснабжение линии горячего цинкования.

Вода необходима для следующих технологических операций:

- промывка металлических конструкций после травления или обезжиривания в ваннах с растворами
- охлаждение металлических конструкций после цинкования (погружения в ванну с расплавом цинка)
- приготовление растворов для подготовки поверхности металлических конструкций (травления, обезжиривания).

Общий расход воды и расходы по отдельным операциям технологического процесса приведен в таблице.

Наименование технологического процесса	м ³ /год	м ³ /сут.	м ³ /ч	л/с
Замена растворов в ваннах травления	292,00	1,10	0,35	0,13
Подпитка растворов в ваннах обезжиривания, травления, ополаскивания	500,00	0,6	0,24	0,07
Подпитка воды на орошение скруббера	22,00	0,2	0,09	0,04
Вода на смывы проливов	50,00	0,31	0,10	0,03
Подпитка ванн охлаждения	120,00	0,52	0,25	0,06
Итого на технологию	984,00	2,73	1,03	0,33

Источником снабжения водой питьевого качества цеха линии горячего цинкования является существующий кольцевой водопровод АО "УК Индустриальный парк "Саба".

Источником наружного пожаротушения цеха линии горячего цинкования является существующая кольцевая сеть диаметром 160 мм.

Врезки проектируемой наружной сети предусмотрена в существующий водовод диаметром 160 мм. В месте врезки предусмотрены водопроводные колодцы из сборного железобетона, с установкой в них отключающей, спускной арматуры и пожарного гидранта.

Источником подачи воды внутреннего водопровода цеха линии горячего цинкования является проектируемая сеть диаметром 75 мм.

Природный газ.

Потребителями газа являются:

- печь цинкования;

Взам. инв. №	
Подпись и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

б) сведения о потребности (расчетные (проектные) значения нагрузок и расхода) объекта капитального строительства в топливе, тепловой энергии, воде, горячей воде для нужд горячего водоснабжения и электрической энергии, в том числе на производственные нужды, и существующих лимитах их потребления;

Наименование ресурса	Годовой объем потребности
Электроэнергия, тыс. кВт	2885,52
Природный газ, тыс. н. м ³	2239,20
Сжатый воздух при давлении 0,7 МПа, тыс. м ³	365,40
Вода на технологические нужды, м ³	984,00
Списочная численность основных трудящихся, чел.	120,00

в) сведения об источниках энергетических ресурсов, их характеристиках (в соответствии с техническими условиями), о параметрах энергоносителей, требованиях к надежности и качеству поставляемых энергетических ресурсов;

Источником снабжения водой питьевого качества линии горячего цинкования является существующий кольцевой водопровод АО «УК Индустриальный парк «Саба».

Врезка проектируемой наружной сети предусмотрена в существующий водовод диаметром 160мм. В месте врезки предусмотрены водопроводные колодцы из сборного железобетона, с установкой в них запорной и спускной арматуры.

Подача газа предусматривается от АГРС Богатые Сабы.

Присоединение проектируемого газопровода предусмотрена к существующему подземному газопроводу среднего давления ($P \leq 0,3$ МПа) DN110 мм на территории индустриального парка «Саба», проходящего вдоль границы участка размещения объекта. Фактическое давление в газопроводу среднего давления $P=0,2-0,3$ МПа.

Источником сжатого воздуха является проектируемая компрессорная установка СБ4/Ф-500.LT.100 производства ЗАО «Ремеза» Республика Беларусь, с рабочим давлением 1,0 МПа, производительностью 1400 л/мин, расположенная в смежном помещении.

Электроснабжение существующего предприятия выполняется по договору с АО «УК Индустриальный парк «Саба»».

Для противопожарной защиты предполагается устройство наружного противопожарного водопровода. Расход воды на наружный пожарный водопровод составляет 15,0 л/сек. На нужды внутреннего и наружного пожаротушения используется техническая вода городской водопроводной сети.

Проектом предусматривается устройство систем общеобменной вентиляции с механическим побуждением.

Воздухообмен в цехе принят 0,5 крат, данный воздухообмен в полной мере обеспечивает минимальный расход наружного воздуха на каждого человека в смене в соответствии с СП 60.133330.2016 приложение К ($60\text{м}^3/\text{ч} \times 30 \text{ чел.} = 1800\text{м}^3/\text{ч}$). Выделение вредностей в цех от работы технологического оборудования нет.

Поддержание нормируемых температур в цехе в теплый период осуществляется системами общеобменной вентиляции.

Отопительно-вентиляционное оборудование принято общепромышленного исполнения.

Для защиты открытых проемов ворот от проникновения внутрь помещения холодного воздуха проектом предусматривается установка воздушно-тепловых завес Тепломаш (У1-У4). Тип ВТЗ – водяные. На каждые ворота предусматривается по две

Взам. инв. №

Подпись и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

завесы, установленные горизонтально.

Каждая группа завес оборудуется узлами регулирования. В состав узла входит двухходовой клапан с приводом для отключения и включения подачи жидкости в контур теплообменника воздушной тепловой завесы, запорная арматура (шаровой кран) и запорно-регулирующая арматура (балансировочный клапан с функцией шарового крана), фильтр для очистки воды и байпас с балансировочным клапаном, а также спускные краны для слива воды.

Включение воздушных завес происходит при помощи концевых выключателей, установленных на воротах. При срабатывании концевого выключателя происходит включение вентиляторов завес и открытие двухходового клапана с электроприводом по воде.

г) перечень мероприятий по резервированию электроэнергии и описание решений по обеспечению электроэнергией электроприемников в соответствии с установленной классификацией в рабочем и аварийном режимах;

Режим работы предприятия - прерывный, в три смены по восемь часов. Электроприемники здания Линии горячего цинкования относятся ко II категории электроснабжения и запитаны от РУНН-0,4кВ существующей двух трансформаторной КТП№4.

В нормальном режиме работы, нагрузка силовых трансформаторов на КТП не превышает $0,5 \cdot S_{\text{ном}}$. Таким образом, при выходе из строя одного из трансформаторов второй возьмет на себя всю нагрузку без его последующей перегрузки.

КТП№4 получает питание от двухсекционного РП-10кВ по двум кабельным линиям. В нормальном режиме секции работают раздельно. При исчезновении напряжения на одной из секций предусматривается ручное переключение на другую секцию.

Для систем противопожарной защиты, выполнено электроснабжение по I категории. Схема АВР-ППУ, принята односекционной с устройством автоматического ввода резерва одностороннего действия, получающие питание от разных секций КТП№4. При исчезновении напряжения предусматривается автоматическое переключение на второй ввод.

д) сведения о показателях энергетической эффективности, в том числе о показателях, характеризующих годовую удельную величину расхода энергетических ресурсов;

№ п/п	Наименование	Обозначение	Единица измерения	Показатель
1	Удельная теплозащитная характеристика здания	$k_{\text{об}}$	Вт/ (м ³ ·°С)	0,08
2	Расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	$Q_{\text{от}}^{\text{год}}$	кВт·ч/год	1 804 374
3	Общие теплотери здания за отопительный период	$Q_{\text{общ}}^{\text{год}}$	кВт·ч/год	1 879 556
4	Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за ОП	$q_{\text{общ}}^{\text{р}}$	Вт/(м ³ ·°С·сут)	0,21

Взам. инв. №

Подпись и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

218-21-ЭЭ

Лист

8

5	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	$q_{отп}^{год}$	кВт·ч/(м ² ·год)	329,15
			кВт·ч/(м ³ ·год)	26,54

е) сведения о нормируемых показателях удельных годовых расходов энергетических ресурсов и максимально допустимых величинах отклонений от таких нормируемых показателей;

№ п/п	Показатели	Нормируемые значения	Базовые значения	Расчетные значения
1	Удельная теплозащитная характеристика здания Вт/(м ³ ·°C)	0,15	-	0,08
2	Удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за ОП Вт/(м ³ ·°C)	0,293	0,255	0,21

ж) сведения о классе энергетической эффективности;

Согласно табл.14 СП 50.13330.2012 класс энергетической эффективности здания (В) – Высокий.

з) перечень требований энергетической эффективности, которым здание, строение и сооружение должны соответствовать при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации, и сроки, в течение которых в процессе эксплуатации должно быть обеспечено выполнение указанных требований энергетической эффективности;

Не допускается ввод в эксплуатацию зданий, для которых не обеспечено выполнение требований энергетической эффективности:

- здание должно иметь энергетический паспорт, составленный на основании требований СП 50.13330.2012 и действующего законодательства (прилагается к данному проекту);

- инженерные системы здания должны быть оборудованы приборами учёта используемых энергетических ресурсов в соответствии с графической частью данного проекта;

- отдельные элементы и конструкции здания должны иметь теплотехнические характеристики не ниже указанных в таблице №1;

- на скрытые работы, влияющие на энергетическую эффективность здания, должны быть составлены акты.

- должны быть реализованы все проектные решения, влияющие на энергетическую эффективность здания.

Данные требования должны выполняться в срок не менее десяти лет. Требования энергетической эффективности подлежат пересмотру не реже чем один раз в пять лет в целях повышения энергетической эффективности здания.

и) перечень технических требований, обеспечивающих достижение показателей, характеризующих выполнение требований энергетической эффективности для зданий, строений и сооружений, в том числе:

Взам. инв. №

Подпись и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

1) требований к влияющим на энергетическую эффективность здания архитектурным, функционально-технологическим, конструктивным и инженерно-техническим решениям;

Энергетическая эффективность здания достигается за счет выполнения в проекте комплекса требований, влияющих на энергетическую эффективность здания:

- использование компактной формы здания, обеспечивающей существенное снижение расхода тепловой энергии на отопление здания;
- размещение более теплых и влажных помещений у внутренних стен здания;
- устройство теплых входных узлов с тамбурами;
- преимущественное исключение расположения помещений с постоянным пребыванием людей в северо-западной зоне здания;
- преимущественное исключение расположения светопрозрачных конструкций в северо-западной зоне здания;
- использование в наружных ограждающих конструкциях современных теплоизоляционных материалов, с высокими теплотехническими характеристиками, имеющими пониженный коэффициент теплопередачи и высокое сопротивление воздухопроницанию;
- использование энергетически-эффективных светопрозрачных конструкций из ПВХ профилей с заполнением двухкамерными стеклопакетами;
- применение эффективных воздушно-отопительных агрегатов;
- установка термостатических клапанов на приборах отопления;
- установка регулирующих клапанов для балансировки системы отопления;
- теплоизоляция всех разводящих трубопроводов системы теплоснабжения здания;
- оборудование входных дверей тепловыми завесами;
- теплоизоляция всех воздуховодов и оборудования систем вентиляции, пропускающих холодный воздух.

2) требований к отдельным элементам и конструкциям здания и к их эксплуатационным свойствам;

Требования к отдельным элементам, конструкциям здания и их свойствам определены на основании расчетов, проведенных в Разделе II «Показатели теплоизоляции» и сведены в таблицу №1.

Таблица №1

Наименование элемента (конструкции) здания	Единица измерения	Нормируемое значение	Базовое значение
Наружные стены	м ^{2,0} С/Вт	2,62	1,97
Покрытия		3,21	2,71
Пол по грунту		7,45	3,27
Окна		0,35	0,32
Наружные двери		0,90	0,31

Монтаж элементов и конструкций здания необходимо проводить в строгом соответствии с указаниями их производителей, силами квалифицированного персонала.

На все виды работ, влияющие на энергетическую эффективность здания, должны быть составлены технологические карты, содержащие требования по устранению возможных дефектов, возникающих при выполнении этих работ.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

218-21-ЭЭ

Лист

10

- приточные установки предусмотрены с полной комплектацией приборами и средствами автоматизации, поставляемыми заводом – изготовителем вместе с установками;
- централизованное автоматическое отключение всех систем вентиляции при пожаре.

II. Теплозащита проектируемого здания.

1. Показатели теплоизоляции (базовые)

Теплозащита внутренних помещений проектируемого здания осуществляется строительными ограждающими конструкциями. Проектируемый объект имеет рациональные планировочные решения с максимальным использованием площадей этажа. Оценка теплозащиты здания производится по потребителскому подходу - по соответствию нормам табл.14 СП 50.13330.2012 удельного расхода тепла на отопление за отопительный период. Допускается снижение приведенного сопротивления теплопередаче непрозрачных ограждений от величины, рекомендуемой по табл.3 СП 50.13330.2012, но не более чем на 37% для стен и 20% для других наружных ограждений. Все теплотехнические и энергетические показатели сводятся в Энергетическом паспорте.

Место строительства – Республика Татарстан, Сабинский район, п.г.т Богатые Сабы, пер. Заводской 1.

Согласно СП 50.13330.2012 зона влажности – 2 (нормальная).

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период года (наиболее холодной пятидневки по СП 131.13330.2012): $t_n = -31^{\circ}\text{C}$.

Средняя температура наружного воздуха за отопительного периода: $t_{om} = -5,2^{\circ}\text{C}$.

Продолжительность отопительного периода: $Z_{omn} = 209$ сут.

Расчетная температура внутреннего воздуха:

- в помещениях производственного участка: $t_e = +18^{\circ}\text{C}$;

Расчетные градусо-сутки отопительного периода:

- для помещений производственного участка:

$$\text{ГСОП} = (t_e - t_n) \cdot Z_{omn} = (18 - (-5,2)) \cdot 209 = 4849;$$

Базовые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, согласно условию энергосбережения, в зависимости от значения ГСОП по по табл.3 СП 50.13330.2012 составляют:

- для наружных стен - $R_0^{TP} = a \cdot \text{ГСОП} + b = 0,0002 \cdot 4849 + 1,0 = 1,97 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$;

- для окон – $R_0^{TP} = 0,00025 \cdot 4849 + 0,2 = 0,32 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$;

- для покрытия - $R_0^{TP} = 0,00025 \cdot 4849 + 1,5 = 2,71 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$;

- для пола по грунту – $R_0^{TP} = 3,27 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ (табл.3 СП 50.13330.2012);

- для наружных дверей - $R_0^{TP} = 0,6 \cdot (18+31)/(18-7,0) \cdot 8,7 = 0,31 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$;

Согласно п.5.2 СП 50.13330.2012, если в результате расчета удельный расход тепловой энергии на отопление здания окажется меньше нормируемого значения, то допускается уменьшение сопротивления теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания по сравнению с базовым значением. Но не ниже нормируемых величин, определяемых по 5.2 СП 50.13330.2012.

Расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление здания приведен в разделе: «Расчет параметров энергетического паспорта».

Взам. инв. №	
Подпись и дата	

						218-21-ЭЭ	Лист 15
Изм	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

2. Определение проектного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.

Конструкция наружной стены:

а) Сэндвич-панель с утеплителем из минеральной ваты на основе базальтового волокна: $\delta=0,120\text{м}$, $\lambda_{\text{Б}}=0,041\text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{С})$, $\gamma=105-110\text{ кг}/\text{м}^3$

По данным расчета по СП 50.13330 коэффициент теплотехнической однородности для стен из сэндвич-панелей - $\gamma = 0,85$

Приведенное сопротивление теплопередаче такой конструкции составит:

$$R_{\text{ст.}}^{\text{пр}} = (1/8,7 + 0,12/0,041 + 1/23) \times 0,85 = 2,62\text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{С}/\text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен $R_{\text{ст.}}^{\text{пр}} = 2,62\text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{С}/\text{Вт}$, что выше базового $R_0^{\text{тр}} = 1,97\text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{С}/\text{Вт}$.

Условия п.5.1(а) СП 50.13330.2012 соблюдаются.

Пол по грунту

Определение приведенного сопротивления теплопередаче ограждений, контактирующих с грунтом (пол), осуществляется:

- для этого ограждения, контактирующие с грунтом ($A_{\text{гр.}} = 5529,78\text{ м}^2$), разбиваются на зоны шириной 2 м.

Площади зон и их сопротивление теплопередаче

№	$A_{\text{зр.}}, \text{м}^2$	$R_{\text{зр.}}, \text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{С}/\text{Вт}$
Зона I	588,0	2,1
Зона II	556,0	4,3
Зона III	524,0	8,6
Зона IV	3861,78	14,2

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждений по грунту, определяемое по приложению Е СП 50.13330.2012, равно:

$$R_{\text{гр.}}^{\text{пр}} = 5529,78 / (588/2,1 + 556/4,3 + 524/8,6 + 3861,78/14,2) = 7,45\text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{С}/\text{Вт}.$$

Приведенное сопротивление теплопередаче пола по грунту $R_{\text{гр.}}^{\text{пр}} = 7,45\text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{С}/\text{Вт}$, что выше базового $R_0^{\text{тр}} = 3,27\text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{С}/\text{Вт}$.

Условия п.5.1(а) СП 50.13330.2012 соблюдаются.

Покрытие:

а) профилированный настил;

б) утеплитель – минераловатный плиты ТЕХНОРУФ Н30: $\delta=0,07\text{м}$, $\lambda_{\text{Б}}=0,042\text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{С})$, $\gamma=100-130\text{ кг}/\text{м}^3$;

в) утеплитель – изделия теплоизоляционные из жесткого пенополиизоцианурата: $\delta=0,04\text{м}$, $\lambda_{\text{Б}}=0,023\text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{С})$, $\gamma=31\text{ кг}/\text{м}^3$;

г) полимерная мембрана.

Коэффициент теплотехнической однородности для такой конструкции – $\gamma = 0,90$.

Приведенное сопротивление теплопередаче такого покрытия составит:

$$R_{\text{кр.}}^{\text{пр}} = (1/8,7 + 0,07/0,042 + 0,04/0,023 + 1/23) \times 0,90 = 3,21\text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{С}/\text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче покрытия $R_{\text{кр.}}^{\text{пр}} = 3,21\text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{С}/\text{Вт}$, что выше базового $R_0^{\text{тр}} = 2,71\text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{С}/\text{Вт}$.

Условия п.5.1(а) СП 50.13330.2012 соблюдаются.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

218-21-ЭЭ

Лист

16

Оконные блоки:

Оконные блоки по ГОСТ 30674-99 из поливинилхлоридных профилей по ГОСТ 30673-2013 с заполнением однокамерными стеклопакетами по ГОСТ 24866-2014 типа СПД 4М1-8-4М1.

Сопротивление теплопередаче $R_{ок.}^{np} = 0,35 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$

$T_{ок.} = 0,80, K_{ок.} = 0,76$ (Приложение Л СП 23-101-2004).

Наружные входные двери металлические, утепленные по ГОСТ 31173:

- а) Пергамин;
- б) Минераловатные плиты ЗАО «Минеральная вата»: $\delta = 0,05 \text{ м}, \lambda_B = 0,048 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{С};$
- в) Стальной лист.

Сопротивление теплопередаче:

$$R_{дв.}^{np} = (1/8,7 + 0,05/0,048 + 1/23) \times 0,75 = 0,90 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$$

Ворота подъемные:

Ворота подъемно - секционные. Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{вор.}^{np} = 0,80 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}.$

3. Температура внутренней поверхности ограждающих конструкций.

Расчетный температурный перепад (Δt_o) между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин (Δt_n), установленных в СП 50.13330.2012 (табл.5).

Расчетный температурный перепад определяется (п. 5 СП 50.13330) по формуле:

$$\Delta t_o = n \cdot (t_{в} - t_{н}) / R_o \cdot \alpha_e$$

Для стены производственного участка нормируемое значение равно $\Delta t_n = 7,0 \text{ °С}.$

$$\Delta t_o = 1 \cdot (18 + 31) / (2,64 \cdot 8,7) = 2,13 < \Delta t_n = 7,0 \text{ °С}$$

Для покрытия производственного участка нормируемое значение равно

$$\Delta t_n = 0,8 \cdot ((+18) - (+10,7)) = 5,84 \text{ °С}.$$

$$\Delta t_o = 1 \cdot (18 + 31) / (3,21 \cdot 8,7) = 1,75 < \Delta t_n = 5,84 \text{ °С}$$

Температура внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций при расчетных условиях удовлетворяет требованиям СП 50.13330.

4. Расчет удельной теплозащитной характеристики здания.

Удельная теплозащитная характеристика рассчитывается для здания, расположенного Республика Татарстан, Сабинский район, п.г.т Богатые Сабы

Климатические параметры района строительства принимаются по СП 131.13330 для п.г.т Богатые Сабы.

Средняя температура отопительного периода $t_{отп} = -5,2 \text{ °С};$

Продолжительность отопительного периода $Z_{отп} = 209 \text{ сут};$

Температура внутреннего воздуха $t_{в} = 20 \text{ °С}.$

На основе климатических характеристик района строительства и микроклимата помещения рассчитывается величина градусо-суток отопительного периода:

$$ГСОП = (t_{в} - t_{отп}) \cdot Z_{отп} = (20 + 5,2) \cdot 209 = 5266,8 \text{ °С} \cdot \text{сут}.$$

Описание ограждающих конструкций здания:

На исследуемом здании использованы различные по своему составу виды ограждающих конструкций:

Взам. инв. №	
Подпись и дата	

						218-21-ЭЭ	Лист 17
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

1. Наружные стены здания.

Приведенное сопротивление теплопередаче составляет $R_{ст.}^{пп} = 2,62 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$;
Площадь стен данной конструкции составляет: $A_{ст} = 4434,20 \text{ м}^2$.

2. Пол по грунту.

Приведенное сопротивление теплопередаче составляет $R_{гр}^{пп} = 7,45 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$;
Площадь данной конструкции составляет $A_{гр} = 5529,78 \text{ м}^2$.

3. Кровельное покрытие.

Приведенное сопротивление теплопередаче составляет $R_{кр}^{пп} = 3,21 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$;
Площадь данной конструкции составляет: $A_{кр} = 5529,78 \text{ м}^2$.

4. Оконные блоки.

Приведенное сопротивление теплопередаче составляет $R_{ок}^{пп} = 0,35 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$;
Площадь окон составляет: $A_{ок} = 646,40 \text{ м}^2$.

5. Входные двери металлические.

Приведенное сопротивление теплопередаче составляет $R_{дв}^{пп} = 0,90 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$;
Площадь входных дверей составляет $A_{дв} = 29,4 \text{ м}^2$.

6. Ворота.

Приведенное сопротивление теплопередаче составляет $R_{вор}^{пп} = 0,80 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$;
Площадь входных дверей составляет $A_{вор} = 80,0 \text{ м}^2$.

Отапливаемый объем здания $V_{от} = 67975,0 \text{ м}^3$.

Удельная теплозащитная характеристика здания рассчитывается по формуле:

$$k_{об} = \frac{1}{V_{от}} \sum (n_{t,i} \frac{A_{ф,i}}{R_{o,i}^{пп}})$$

$$k_{об} = \frac{1}{67975,0} \cdot \left[\frac{5529,78}{7,45} + \frac{29,4}{0,9} + 0,916 \cdot \left(\frac{4434,2}{2,62} + \frac{5529,78}{3,21} + \frac{646,4}{0,35} + \frac{80,0}{0,8} \right) \right] = 0,08$$

Детали расчета сведены в таблицу

№ п/п	Наименование фрагмента	$n_{t,i}$	$A_{ф,i} \text{ м}^2$	$R_{o,i}^{пп} \text{ м}^2$	$n_{t,i} A_{ф,i} / R_{o,i}^{пп} \text{ Вт/°C}$	%
1	Наружные стены здания	0,916	4434,2	2,62	1550,28	27,26
2	Пол по грунту	1	5529,78	7,45	742,25	13,05
3	Кровельное покрытие	0,916	5529,78	3,21	1577,97	27,75
4	Оконные блоки	0,916	646,4	0,35	1691,72	29,75
5	Входные двери металлические	1	29,4	0,90	32,67	0,57
6	Ворота	0,916	80,0	0,80	91,60	1,62
	Сумма	-	16249,56	-	5686,49	100

Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания определяется по формуле:

$$k_{об.}^{тр} = \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt{V_{от}}}}{0,00013 \cdot ГСОП + 0,61} = \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt{67975}}}{0,00013 \cdot 5266,8 + 0,61} = 0,15$$

Расчетная удельная теплозащитная характеристика меньше нормируемой величины, оболочка удовлетворяет нормативным требованиям.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

218-21-ЭЭ

Лист

18

5. Расчет параметров Энергетического паспорта.

1. Исходные данные (из проекта).

- 1.1 Объемно-планировочные показатели:
- градусо-сутки отопительного периода – ГСОП= 5266,8 °C·сут
 - строительный объем отапливаемой части здания – V_{от}= 67975 м³;
 - полезная площадь здания – A_п= 5491,50 м²;
 - расчетная площадь помещений – A_р= 5314,39 м²,
 - высота здания от пола первого этажа до обреза вытяжной шахты – Н = 19,2 м;
 - общая площадь наружных ограждающих конструкций – A_н^{сум} = 16249,56 м²;
 - компактность здания – K_{компл}= A_н^{сум}/ V_{от} = 16249,56 /67975 = 0,24 м⁻¹;
 - площадь стен – A_{ст}= 4434,20 м²;
 - площадь пола по грунту – A_{гр} = 5529,78 м²;
 - площадь покрытия – A_{кр}= 5529,78 м²;
 - площадь входных наружных металлических дверей – A_{дв}= 29,4 м²;
 - площадь ворот – A_{вор}= 80 м²;

Расчетная часть

2. Теплозащита здания.

2.1 Расчет приведенного трансмиссионного коэффициента теплопередачи.

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи K_{тр}^{пр} определяется по формуле с учетом понижающих температурных коэффициентов для наружных ограждений, граничащих с помещениями, где температура внутреннего воздуха выше температуры наружного. Составляющие величины приняты из проекта и для краткости не расшифровываются.

$$K_{тр}^{пр} = (A_{ст}/R_{ст} + A_{кр}/R_{кр} + A_{гр}/R_{гр} + A_{ок}/R_{ок} + A_{дв}/R_{дв}) / A_{н}^{сум} = (4434,20/2,62 + 5529,78/3,21 + 5529,78/7,45 + 646,4/0,35 + 29,4/0,9 + 80/0,8) / 16249,56 = 0,38 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$$

2.2 Расчет воздухообмена в здании.

Для помещений с периодическим пребыванием людей, при расчете теплозащиты ограждений, условно принимают расчетный воздухообмен, обеспечиваемый нагревом от системы отопления. По СП 50.13330.2012 Приложение Г в объеме 4 м³/ч на квадратный метр расчетной площади только в рабочее время. А в нерабочее время – исходя из воздухопроницаемости светопрозрачных наружных ограждений и наружных дверей (воздухопроницаемостью стен и перекрытий пренебрегаем ввиду их несравнимой малости) под действием расчетной разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения из-за теплового и ветрового напоров.

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па, определяют по формулам по п.7.2 СП 50.13330.2012:

$$\Delta p = B \cdot H (y_{н} - y_{в}) + 0,03 \cdot \gamma_{н} \cdot v^2, \text{ (п.7.2 СП 50.13330.2012)}$$

B – коэффициент положения рассматриваемых проемов по высоте, для входных дверей B=0,55; окон B=0,28.

H – высота здания от пола до верха вытяжной шахты: H = 19,2 м;

y_н, y_в– удельный вес наружного и внутреннего воздуха, Н/м³, определяемый по формуле (7.3) СП 50.13330.2012:

$$y_{н} = 3463 / (273 + t_{н})$$

Взам. инв. №
Подпись и дата

						218-21-ЭЭ	Лист
Изм	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
						19	

γ_H – удельный вес наружного воздуха, Н/м³, равный при определении инфильтрации в расчетных условиях при $t_H^p = -31$ °С

$$\gamma_H = 3463 / (273 - 31) = 14,31 \text{ Н/м}^3;$$

при средней температуре отопительного периода: $t_{omn} = -5,2$ °С

$$\gamma_H = 3463 / (273 - 5,2) = 12,93 \text{ Н/м}^3;$$

γ_B – удельный вес внутреннего воздуха, Н/м³, равный при определении инфильтрации через окна нежилых помещений для расчетной температуры 18 °С

$$\gamma_B = 3463 / (273 + 18) = 11,90 \text{ Н/м}^3.$$

V_r – расчетная скорость ветра для г. Казань для холодного периода как максимальная из средних скоростей по румбам за январь, м/с; $V_r = 3,8$ м/с, а за период со среднесуточной температурой воздуха -5,2 °С м/с; $v^m = 3,4$ м/с.

Соответственно, разность давлений воздуха для окон и наружных входных дверей при высоте здания $H = 19,2$ м в расчетных условиях составит:

$$\Delta p_{ок}^p = 0,55 \cdot 19,2 \cdot (14,31 - 11,90) + 0,03 \cdot 14,31 \cdot 3,8^2 = 31,65 \text{ Па.}$$

То же при средней температуре отопительного периода:

$$\Delta p_{ок}^{cp} = 0,55 \cdot 19,2 \cdot (12,93 - 11,90) + 0,03 \cdot 12,93 \cdot 3,4^2 = 15,36 \text{ Па.}$$

Принимая сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций окон – 0,62 м²·ч/кг; входных наружных дверей – 0,14 м²·ч/кг, находим количество воздуха, прошедшее через эти ограждения под действием расчетной и средней разности давлений, по формуле (Г.5) СП 50.13330:

$$G_{инф}^p = A_{\Sigma ок} \cdot (\Delta p_{ок}^p / 10)^{2/3} / 0,62 + A_{\Sigma дв} \cdot (\Delta p_{дв}^p / 10)^{1/2} / 0,14$$

В расчетных условиях расход воздуха соответственно через окна и двери составит:

$$G_{инф}^p = 646,4 \cdot (19,1/10)^{2/3} / 0,62 + 80,0 \cdot (31,65/10)^{1/2} / 0,14 = 2621,10 \text{ кг/ч}$$

Расход воздуха, прошедший через закрытые окна и двери, при средней температуре отопительного периода в нерабочее время составит:

$$G_{инф}^{cp} = 646,4 \cdot (11,66/10)^{2/3} / 0,62 + 80,0 \cdot (15,36/10)^{1/2} / 0,14 = 1865,83 \text{ кг/ч}$$

Условный воздухообмен в рабочее время при норме 4 м³/ч на квадратный метр расчетной площади ($A_p = 5314,39$ м²) и с учетом плотности воздуха для средней температуры между наружным и внутренним воздухом (для средней температуры отопительного периода $q_a^{cp} = 353 / (273 + 0,5 \cdot (20 - 5,2)) = 1,26$ кг/м³) составит:

$$G_{вент.раб}^{cp} = 4 \cdot 5314,39 \cdot 1,26 = 26\,784,53 \text{ кг/ч.}$$

Тогда интегральный воздухообмен для определения расхода энергии за отопительный период (при 24-часовом рабочем дне и семидневной рабочей неделе и $k = 1,0$) составит:

$$G_{вент.раб}^{cp} = \frac{26\,784,53 \cdot 24 \cdot 7 / 7 + \frac{(1865,83 \cdot 1,0) \cdot (24 \cdot 7 + 24 \cdot 0)}{7}}{24} = 32\,356,48 \text{ кг/ч}$$

Средняя кратность воздухообмена за отопительный период n_B определяется по формуле:

$$n_B = \left[\frac{L_{вент} \cdot n_{вент}}{168} + \frac{G_{инф}^p \cdot k \cdot n_{инф}}{168 P_B^{вент}} \right] / (\beta_v V_{от})$$

где: $n_{вент}$ – число рабочих часов в неделю, принято равным 168;

$$n_B = \left[\frac{4 \cdot 5314,39 \cdot 168}{168} + \frac{(2621,1 \cdot 1 \cdot 0)}{168 \cdot 1,25} \right] / (0,84 \cdot 67975) = 0,37 \text{ ч}^{-1}$$

Взам. инв. №

Подпись и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха при средне зимних условиях $K_{инф.усл}^{ср}$ и теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха при расчетных условиях $K_{инф.усл}^p$ определяем по формуле:

$$K_{инф.усл}^p = \frac{0,28 \cdot G_{инф}^p \cdot c_a}{A_n^{сум}} = \frac{0,28 \cdot 2621,10 \cdot 1,006}{16\,249,56} = 0,045 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$K_{инф.усл}^{ср} = \frac{0,28 \cdot G_{инф}^{ср} \cdot c_a}{A_n^{сум}} = \frac{0,28 \cdot 1865,83 \cdot 1,006}{16\,249,56} = 0,032 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Условный интегральный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и в объеме вентиляционного воздухообмена при средне зимних условиях $K_{инф.инт}^{ср}$

$$K_{инф.инт}^{ср} = \frac{0,28 \cdot G_{инф.инт}^{ср} \cdot c_a}{A_n^{сум}} = \frac{0,28 \cdot 32\,356,48 \cdot 1,006}{16\,249,56} = 0,56 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

3. Расчет энергетической эффективности проекта здания.

Расчет выполнен в двух единицах измерения количества теплоты: в кВт·ч и в МДж.

3.1 Расчет годового потребления теплоты на отопление.

Потребность в тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода определяют с учетом использования бытовых (технологических) тепловыделений и теплопоступлений от солнечной радиации, что обеспечивается принятой в проекте системой авторегулирования теплоотдачи отопительных приборов.

Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период определяют по формуле:

$$Q_{огр}^{год} = 86,4 \cdot 10^{-3} \cdot K_{тр}^{пр} \cdot ГСОП \cdot A_n^{сум} = 0,0864 \cdot 0,330 \cdot 5266,8 \cdot 16\,249,56 = 2\,440\,148 \text{ МДж.}$$

$$Q_{огр}^{год} = 24,0 \cdot 10^{-3} \cdot K_{тр}^{пр} \cdot ГСОП \cdot A_n^{сум} = 0,024 \cdot 0,330 \cdot 5266,8 \cdot 16\,249,56 = 667\,819 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период и при k = 1:

$$Q_{инф/вент}^{год} = 0,0864 \cdot 0,56 \cdot 5266,8 \cdot 16\,249,56 = 4\,140\,857 \text{ МДж.}$$

$$Q_{инф/вент}^{год} = 0,024 \cdot 0,56 \cdot 5266,8 \cdot 16\,249,56 = 1\,150\,238 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период составят:

$$Q_{тн}^{год} = 2\,440\,148 + 4\,140\,857 = 6\,581\,005 \text{ МДж/год}$$

$$Q_{тн}^{год} = 667\,819 + 1\,150\,238 = 1\,818\,057 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}$$

Бытовые (технологические) тепловыделения учитывают в объеме теплопоступления от людей, от осветительных приборов и пользования техникой. Тепловыделения от людей принимают в расчете 90 Вт/чел. (с учетом 10 м² расчетной площади помещений на одного человека с двадцатичетырехчасовом пребыванием в день при семидневной рабочей неделе); тепловыделений от освещения – при удельной мощности освещения в размере 25 Вт на квадратный метр расчетной площади и

Взам. инв. №						
Подпись и дата						
218-21-ЭЭ						
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист 21

длительности 75 % рабочего времени и теплоступлений от технологического оборудования, оргтехники и компьютеров – по 10 Вт на квадратный метр расчетной площади при коэффициенте использования 0,2.

Удельные тепловыделения в час за средние сутки составят:

$$q_{\text{быт}} = \frac{(90 \cdot 10 \cdot 0,9 + 25 \cdot 5314,39 \cdot 0,75 + 5314,39 \cdot 0,2) \cdot 12 \cdot 7 / 7}{24 \cdot 5314,39} = 9,5 \text{ Вт/м}^2$$

Суммарные теплоступления с бытовыми (технологическими) тепловыделениями за отопительный период определяют по формуле:

$$Q_{\text{быт}}^{\text{год}} = 0,0864 \cdot q_{\text{быт}} \cdot Z_{\text{отп}} \cdot A_p = 0,0864 \cdot 9,5 \cdot 209 \cdot 5314,39 = 911 \text{ 669 МДж/год}$$

$$Q_{\text{быт}}^{\text{год}} = 0,024 \cdot q_{\text{быт}} \cdot Z_{\text{отп}} \cdot A_p = 0,024 \cdot 9,5 \cdot 209 \cdot 5314,39 = 253 \text{ 241 кВт} \cdot \text{ч/год}$$

Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания определяется по формуле:

$$k_{\text{быт}} = \frac{q_{\text{быт}} \cdot A_p}{V_{\text{от}} (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})} = \frac{9,5 \cdot 5314,39}{67975 \cdot 23,2} = 0,032 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{°С)}$$

Теплоступления в здание за отопительный период через окна от солнечной радиации:

$$Q_{\text{инс}}^{\text{год}} = T_{\text{ок}} \cdot K_{\text{ок}} \cdot (A_{\text{ок.1}} \cdot J_{\text{ок.1}} + A_{\text{ок.2}} \cdot J_{\text{ок.2}} + A_{\text{ок.3}} \cdot J_{\text{ок.3}} + A_{\text{ок.4}} \cdot J_{\text{ок.4}})$$

где $T_{\text{ок}} = 0,80$ – коэффициент затенения всех окон для однокамерного стеклопакета
 $K_{\text{ок}} = 0,74$ – коэффициент относительного проникания солнечной радиации через прозрачную часть окон из однокамерного стеклопакета;

J – поток суммарной солнечной радиации, приходящей за отопительный период при действительных условиях облачности на вертикальную поверхность:

$$Q_{\text{инс}}^{\text{год}} = 0,80 \cdot 0,74 \cdot [144 \cdot 296 + 163,91 \cdot 107 + 183,79 \cdot 115 + 154,7 \cdot 258] = 71 \text{ 756,80 кВт} \cdot \text{ч/год}$$

$$Q_{\text{инс}}^{\text{год}} = 0,80 \cdot 0,74 \cdot [144 \cdot 1067 + 163,91 \cdot 392 + 183,79 \cdot 419 + 154,7 \cdot 926] = 259 \text{ 391,27 МДж/год}$$

Удельная характеристика теплоступлений в здание от солнечной радиации определяется по формуле:

$$k_{\text{рад}} = \frac{11,6 \cdot Q_{\text{рад}}^{\text{год}}}{(V_{\text{от}} \cdot \text{ГСОП})} = \frac{11,6 \cdot 259 \text{ 391,27}}{67975 \cdot 5266,8} = 0,01 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{°С)}$$

Удельная теплозащитная характеристика здания равна:
 $k_{\text{об}} = 0,059 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{°С)}$ (см. Расчет удельной теплозащитной характеристики здания).

Удельная вентиляционная характеристика здания определяется по формуле:

$$k_{\text{вент}} = 0,28 \cdot c_{\text{пв}} \cdot \beta_{\text{в}} \cdot \rho_{\text{в}}^{\text{вент}} \cdot (1 - K_{\text{эф}})$$

$$k_{\text{вент}} = 0,28 \cdot 1,006 \cdot 0,37 \cdot 1,25 \cdot 1 = 0,13 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{°С)}$$

Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определяется по формуле:

$$q_{\text{от}}^{\text{п}} = [k_{\text{об}} + k_{\text{вент}} - (k_{\text{быт}} + k_{\text{рад}}) \cdot \zeta \cdot \nu] \cdot (1 - \xi) \cdot \beta_{\text{н}}$$

$$q_{\text{от}}^{\text{п}} = [0,08 + 0,13 - (0,032 + 0,01) \cdot 0,8 \cdot 0,85] \cdot 1,13 = 0,21 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{°С)}$$

Взам. инв. №	
Подпись и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период $q_{от}^{год}$ кВт·ч/(м³·год) определяют по формуле:

$$q_{от}^{год} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot q_{от}^p$$

$$q_{от}^{год} = 0,024 \cdot 5266,8 \cdot 0,21 = 26,54 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^3 \cdot \text{год})$$

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период $q_{от}^{год}$ кВт·ч/(м²·год) определяют по формуле:

$$q_{от}^{год} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot h \cdot q_{от}^p$$

$$q_{от}^{год} = 0,024 \cdot 5266,8 \cdot 12,4 \cdot 0,21 = 329,15 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

$$h = V_{от} / A_{от} = 12,4 \text{ м.}$$

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определяют по формуле:

$$Q_{от}^{год} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot V_{от} \cdot q_{от}^p$$

$$Q_{от}^{год} = 0,024 \cdot 5266,8 \cdot 67975 \cdot 0,21 = 1\,804\,374 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

Общие теплопотери здания за отопительный период:

$$Q_{от}^{год} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot V_{от} \cdot (k_{об} + k_{вент})$$

$$Q_{общ}^{год} = 0,024 \cdot 5266,8 \cdot 67975 \cdot (0,08 + 0,13) = 1\,879\,556 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

Правительства РФ от 26 декабря 2014 г. № 1521 "Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений", то класс энергосбережения выставляется согласно табл.15 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003».

Класс энергосбережения здания: **В – Высокий** (табл. 15 СП 50.13330.2012) величина отклонения расчетного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормативного:

$$(0,21 - 0,255) \times 100 / 0,255 = -17,6\% \text{ – находится в диапазоне от -15 до -30\%}$$

Проект выполнен в соответствии с требованиями к тепловой защите зданий для обеспечения, установленного для деятельности людей микроклимата в здании, необходимой надежности и долговечности конструкций, климатических условий работы технического оборудования при минимальном расходе тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период.

Все объемно-планировочные и энергетические показатели здания приводятся в энергетическом паспорте проекта, который прилагается к разделу «Мероприятия по обеспечению требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами используемых энергетических ресурсов» в таблице расчетных показателей проекта.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

6. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ

Линия горячего цинкования на территории Индустриального парка «САБА» по адресу:
Республика Татарстан, Сабинский район, п.г.т Богатые Сабы, пер. Заводской 1

1. Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания	Республика Татарстан, Сабинский район, п.г.т Богатые Сабы, пер. Заводской 1
Разработка проекта	ООО ПБ «Макрос+»
Адрес и телефон разработчика	606440, Нижегородская область, город Бор, ул. Ленина, д. 100, тел. (831) 413-01-77
Назначение здания, серия	Производственное здание
Этажность	1-2
Размещение в застройке	Отдельно стоящее

2. Расчетные условия

№ п/п	Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура наружного воздуха	t_H	°С	-31
2	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	t_{om}	°С	-5.2
3	Продолжительность отопительного периода	Z_{om}	Сут/год	209
4	Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°С·сут/год	4849
5	Расчетная температура внутреннего воздуха	t_B	°С	18

Геометрические и теплоэнергетические показатели

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное (проектное) значение	Фактическое значение
Геометрические показатели					
6	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания В том числе:	$A_H^{сум}$, м ²	-	16 249,56	
	Наружная стена	$A_{ст}$, м ²	-	4 434,20	
	Пол по грунту	$A_{гр}$, м ²	-	5 529,78	
	Кровельное покрытие	$A_{покр}$, м ²	-	5 529,78	
	Окна	$A_{ок}$, м ²	-	646,40	
	Входные двери металлические	$A_{дв}$, м ²	-	29,40	
	Ворота	$A_{вор}$, м ²	-	80,00	
7	Полезная площадь (общественных зданий)	$A_{п}$, м ²	-	5 491,50	
8	Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_{р}$, м ²	-	5 314,39	
9	Отапливаемый объем	$V_{от}$, м ³	-	67 975,00	
10	Показатель компактности здания	$K_{комп}$	-	0,24	

Взам. инв. №

Подпись и дата

218-21-ЭЭ

Лист

24

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

Теплотехнические показатели					
11	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений:				
	Наружная стена	$R_{0,ст}^{пр}, \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$	1,97	2,62	
	Пол по грунту	$R_{0,гр}^{пр}, \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$	3,27	7,45	
	Кровельное покрытие	$R_{0,покp}^{пр}, \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$	2,71	3,21	
	Входные двери металлические	$R_{дв.}^{пр}, \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$	0,31	0,90	
	Ворота	$R_{вор.}^{пр}, \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$	0,30	0,80	
14	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	$K_{транc.}^{пр}, \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$	-	0,38	
15	Кратность воздухообмена здания за отопительный период	$n_{в}, \text{ ч}^{-1}$	-	0,37	
16	Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания (при $t_{н}^p/t_{н.отп.п}^{cp}$)	$K_{инф.усл}^{p/сp}, \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$ $K_{инф.усл}^{p/сp}$	-	0,045/0,032 0,56	
Энергетические показатели					
17	Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период (ОП)	$Q_{огр.}^{год}, \text{ МДж кВт}\cdot\text{ч}$	-	2 440 148 667 819	
18	Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за ОП	$Q_{инф/вент}^{год}, \text{ МДж кВт}\cdot\text{ч}$	-	4 140 857 1 150 238	
19	Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за ОП	$Q_{тп.}^{год}, \text{ МДж кВт}\cdot\text{ч}$	-	6 581 005 1 818 057	
20	Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{быт}, \text{ Вт/м}^2$	-	9,5	
21	Бытовые (технологические) тепловыделения в здании за ОП	$Q_{быт}^{год}, \text{ МДж кВт}\cdot\text{ч}$	-	911 669 253 241	
22	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за ОП	$Q_{инс}^{год}, \text{ МДж кВт}\cdot\text{ч}$	-	259 391,27 71 756,80	

Коэффициенты

№ п.п	Показатель	Обозначение показателя и ед. изм.	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя
23	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,5-1,0	0,85

Взам. инв. №

Подпись и дата

23	Коэффициент, учета встречного теплового потока	k	0,7-1,0	1,0
25	Коэффициент эффективности рекуператора	$k_{эф}$	-	0,0
26	Коэффициент учета дополнительного теплопотребления	$\beta_{тп}$	1,05-1,13	1,13

Удельные характеристики

№ п/п	Показатель	Обозначение показателя и ед. изм.	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
27	Удельная теплозащитная характеристика здания	$k_{об},$ Вт/(м ³ °С)	0,15	0,08
28	Удельная вентиляционная характеристика здания	$k_{вент},$ Вт/(м ³ °С)	-	0,13
29	Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$k_{быт},$ Вт/(м ³ °С)	-	0,032
30	Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации	$k_{рад},$ Вт/(м ³ °С)	-	0,01

Комплексные показатели и энергетические нагрузки

№ п.п	Показатель	Обозначение показателя и ед. изм.	Значение показателя
31	Удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	$q_{от}^{год}$ кВт·ч/(м ³ ·год) кВт·ч/(м ² ·год)	26,54 329,15
32	Расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	$Q_{от}^{год}$, кВт·ч/год	1 804 374
33	Общие теплопотери здания за отопительный период	$Q_{общ}^{год}$, кВт·ч/год	1 879 556
34	Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период.	$q_{от}^p$, Вт/(м ³ ·°С·сут)	0,21
35	Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период.	$q_{от}^{тр}$, Вт/(м ³ ·°С)	0,255
36	Класс энергосбережения по СП 50.1330.2012		В-высокий
37	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите		да

Сведения об оснащённости приборами учета

38	Оснащённость здания приборами учета		
	электрической энергии	%	100
	тепловой энергии	%	100
	газа	%	-

Взам. инв. №

Подпись и дата

ВОДЫ	%	100
------	---	-----

7. Заключение.

Пунктом 5.1 СП 50.13330 установлены три показателя тепловой защиты здания:

а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования);

б) удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения (комплексное требование);

в) температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование).

Требования тепловой защиты здания будут выполнены при одновременном выполнении требований а), б) и в).

Показатели энергоэффективности для здания представлены в таблице.

№ п/п	Показатели	Нормируемые значения	Базовые значения	Расчетные значения
1	Приведенное сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$: наружные стены покрытия окна пол по грунту входные двери	Не менее: $R_{\text{ст}}^{\text{норм}} = 1,75$ $R_{\text{кр}}^{\text{норм}} = 2,95$ $R_{\text{ок}}^{\text{норм}} = 0,44$ $R_{\text{гр}}^{\text{норм}} = 2,62$ $R_{\text{дв}}^{\text{норм}} = 0,61$	$R_{\text{ст}}^{\text{тр.}} = 1,97$ $R_{\text{кр}}^{\text{тр.}} = 3,69$ $R_{\text{ок}}^{\text{тр.}} = 0,46$ $R_{\text{гр}}^{\text{тр.}} = 3,27$ $R_{\text{дв}}^{\text{тр.}} = 0,77$	$R_{\text{ст}}^{\text{пр.}} = 2,62$ $R_{\text{кр}}^{\text{пр.}} = 3,21$ $R_{\text{ок}}^{\text{пр.}} = 0,49$ $R_{\text{гр}}^{\text{пр.}} = 7,45$ $R_{\text{дв}}^{\text{пр.}} = 0,90$
2	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период, $\text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$	Не более: $q_{\text{от}}^{\text{норм}} = 0,293$ п.10. табл. 15 СП 50.13330.2012 (С Нормальный)	$q_{\text{от}}^{\text{тр.}} = 0,255$	$q_{\text{от}}^{\text{норм}} = 0,21$
3	Перепад температур на внутренней поверхности ограждающих конструкций, °C : наружные стены покрытие	Не более: $\Delta t_n = 4,5$ $\Delta t_n = 4,0$	- -	$\Delta t_o = 2,19$ $\Delta t_o = 1,47$

Ограждающие конструкции здания соответствуют требованиям СП 50.13330.2012 по показателю «а».

Ограждающие конструкции здания соответствуют требованиям СП 50.13330.2012 по показателю «б».

Ограждающие конструкции здания соответствуют требованиям СП 50.13330.2012 по показателю «в».

Следовательно, требования тепловой защиты здания по расчетным показателям выполняются.

Взам. инв. №
Подпись и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

