

ООО ПРОЕКТНО-  
КОНСТРУКТОРСКОЕ  
БЮРО "ЭНЕРГОМОНТАЖ"

ООО ПКБ "ЭМ", 630061, Россия, г. Новосибирск, ул. Тюленина д. 26, Тел/факс: (383)349-95-93, Email: pkb-em@mail.ru

Саморегулируемая организация Ассоциация профессиональных проектировщиков Сибири,  
Регистрационный номер записи в государственном реестре саморегулирующих организаций:  
СРО-П-201-04062018.

Регистрационный номер члена 210, дата регистрации 21.03.2019

**Многоквартирные многоэтажные жилые дома с помещениями  
обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник  
в Заельцовском районе г. Новосибирска**

**Многоквартирный многоэтажный жилой дом №907  
с помещениями обслуживания жилой застройки – 9 этап**

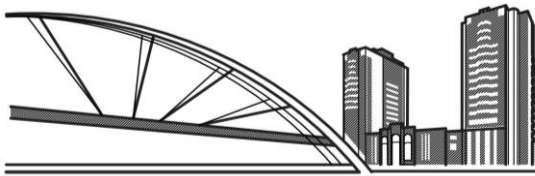
## **ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 5. «Сведения об инженерном оборудовании,  
о сетях инженерно-технического обеспечения»**

**Подраздел 4. «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха,  
тепловые сети»**

**022/07 – 907 – ИОС4**

**Том 5.4**



ООО ПРОЕКТНО-  
КОНСТРУКТОРСКОЕ  
БЮРО "ЭНЕРГОМОНТАЖ"

ООО ПКБ "ЭМ", 630061, Россия, г. Новосибирск, ул. Тюленина д. 26, Тел/факс: (383)349-95-93, Email: pkb-em@mail.ru

Саморегулируемая организация Ассоциация профессиональных проектировщиков Сибири,  
Регистрационный номер записи в государственном реестре саморегулирующих организаций:  
СРО-П-201-04062018.

Регистрационный номер члена 210, дата регистрации 21.03.2019

«Утверждаю»:

Директор

ООО СЗ «Энергострой»

В.А.Каличенко

заказ: 022/07

инв. № 955

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Многоквартирные многоэтажные жилые дома с помещениями  
обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник  
в Заельцовском районе г. Новосибирска**

**Многоквартирный многоэтажный жилой дом №907  
с помещениями обслуживания жилой застройки – 9 этап**

## ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**Раздел 5. «Сведения об инженерном оборудовании,  
о сетях инженерно-технического обеспечения»**

**Подраздел 4. «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха,  
тепловые сети»**

**022/07 – 907 – ИОС4**

**Том 5.4**

Главный инженер проекта

**А.А. Шаповалов**



Изм.	№ док.	Подп.	Дата
1	535-23		13.09.2023

2023



Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ:

№ п.п.	Должность	Ф.И.О.	Дата	Подпись
1	Инженер ОВ	Шмыков А.В.	07.23	
2	Инженер ТС	Красногорский	07.23	
3	Инженер КИП и А	Исаев И.	07.23	


Взам. инв. №	Подпись и дата							022/07-907-ИОС4.И				
											Изм.	
Инв. № подл.		Разработал	Шмыков		07.23	Список исполнителей			П	1	1	
		Н. контр.	Шаповалов		07.23							




ООО ПРОЕКТНО-  
КОНСТРУКТОРСКОЕ  
БЮРО "ЭНЕРГОМОНТАЖ"

## СОДЕРЖАНИЕ

Обозначение	Наименование	Стр.	Примечание
022/07-907-ИОС4.И	Список исполнителей	2	
022/07-907-ИОС4.С	Содержание	3	Изм. 1 (Зам.)
022/07-907-СП	Состав проектной документации	7	
022/07-907-ПЗ.ОИ	Описание внесенных изменений	8	Изм. 1 (Нов.)
	<b><u>Текстовая часть</u></b>		
022/07-907-ИОС4.ТЧ	1. Общая часть	9	
	а) Сведения о климатических и метеорологических условиях района строительства, реконструкции, капитального ремонта, расчетных параметрах наружного воздуха	9	
	б) Сведения об источниках теплоснабжения, параметрах теплоносителей систем отопления и вентиляции, требованиях к надежности и качеству теплоносителей	10	
	в) Описание и обоснование способов прокладки и конструктивных решений, включая решения в отношении диаметров и теплоизоляции труб теплотрассы от точки присоединения к сетям общего пользования до объекта капитального строительства	11	
	г) Перечень мер по защите трубопроводов от агрессивного воздействия грунтов и грунтовых вод	11	
	д) Обоснование принятых систем и принципиальных решений по отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха помещений с приложением расчета совокупного выделения в воздух внутренней среды помещений химических веществ с учетом совместного использования строительных материалов, применяемых в проектируемом объекте капитального строительства, в соответствии с методикой, утверждаемой Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации	11	

Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
	1	-	Зам.	535-23	<i>Винт</i>	13.09.23
	Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата
	Разработал	Шмыков			<i>Винт</i>	07.23
	Н. контр.	Шаповалов			<i>Шаповалов</i>	07.23
022/07-907- ИОС4.С						
Содержание						
			Стадия	Лист	Листов	
			П	1	1	
					ООО ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО "ЭНЕРГОМОНТАЖ"	




Взам. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.	д_1) Обоснование энергетической эффективности конструктивных и инженерно-технических решений, используемых в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха помещений, тепловых сетях						16	
			е) Сведения о тепловых нагрузках на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение на производственные и другие нужды						17	
			е_1) Описание мест расположения приборов учета используемой тепловой энергии и устройств сбора и передачи данных от таких приборов						17	
			ж) Сведения о потребности в паре (при необходимости)						18	
			з) Обоснование оптимальности размещения отопительного оборудования, характеристик материалов для изготовления воздухопроводов						18	
			и) Обоснование рациональности трассировки воздухопроводов вентиляционных систем - для объектов производственного назначения						18	
			к) Описание технических решений, обеспечивающих надежность работы систем в экстремальных условиях						18	
			л) Описание систем автоматизации и диспетчеризации процесса регулирования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха						19	
			м) Характеристика технологического оборудования, выделяющего вредные вещества, и сведения о проектных решениях по обеспечению нормативных требований к качеству воздуха рабочей зоны и параметрам микроклимата - для объектов производственного назначения						21	
			н) Обоснование выбранной системы очистки от газов и пыли - для объектов производственного назначения						21	
			о) Перечень мероприятий по обеспечению эффективности работы систем вентиляции в аварийной ситуации (при необходимости)						21	
			о_1) Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности к устройствам, технологиям и материалам, используемым в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха помещений, тепловых сетях, позволяющих исключить нерациональный расход тепловой энергии, если такие требования предусмотрены в задании на проектирование						21	
1	-	Зам.	535-23		13.09.23	022/07-907- ИОС4.С			Лист	
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата				2	



Секция 2-4. План теплого чердака. План машинного помещения лифта (секция №№1, 3, 4)	9
Секция 1. План кровли	10
Секция 2-4. План кровли. План машинного помещения лифта (секция №2)	11
Принципиальные схемы противодымной вентиляции (ДВ1, ДВ2, ДП1-1, ДП1-2, ДП4-1, ДП4-2, ДП5-1)	12
Принципиальные схемы противодымной вентиляции (ДП2-1, ДП2-2, ДП3-1, ДП3-2, ДП5-2, ДП6-1, ДП6-2)	13
Принципиальная схема ИТП	14
План тепловых сетей М 1:500. Схема тепловых сетей	15

Изм. 1

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					022/07-907- ИОС4.С	Лист
			1	-	Зам.	535-23		
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата			

7

СОСТАВ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Состав проектной документации оформлен в отдельный том шифр 022/07-907-СП.

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата
Разработал		Семернева		<i>Семернева</i>	07.23
ГИП		Шаповалов		<i>Шаповалов</i>	07.23

022/07-907-СП

Состав проектной  
документации

Стадия	Лист	Листов
П	1	1



ООО ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО "ЭНЕРГОМОНТАЖ"



## 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Подраздел «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети» раздела «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений» марки ИОС4 разработан на основании задания на проектирование в соответствии с действующими нормами, правилами и стандартами:

ТСН 23-317-2000 НСО «Энергосбережение в жилых и общественных зданиях. Нормативы по теплопотреблению и теплозащите»;

СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»;

ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»;

СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования»;

СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные»;

СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения»;

СП 510.1325800.2022 «Тепловые пункты и системы внутреннего теплоснабжения»;

СП 124.13330.2012 «Тепловые сети»;

СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»;

Федеральный закон РФ от 22 июля 2008г. N123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности";

Федеральный закон РФ от 30 декабря 2009г. N384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений";

**а) сведения о климатических и метеорологических условиях района строительства, расчетные параметры наружного воздуха:**

Расчетная температура наружного воздуха для г. Новосибирска:

- для проектирования отопления:  $-37^{\circ}\text{C}$ ;

- для расчета систем вентиляции в теплый период года:  $+24^{\circ}\text{C}$ ;

Средняя температура наружного воздуха в отопительный период:  $-7,9^{\circ}\text{C}$ ;

Продолжительность отопительного периода: 222 сут;

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

022/07-907-ИОС4.ТЧ

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов
						П	1	15
Разработал		Шмыков		<i>Шмыков</i>	07.23	Текстовая часть		
ГИП		Шаповалов		<i>Шаповалов</i>	07.23			



ООО ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО "ЭНЕРГОМОНТАЖ"

Расчетная скорость ветра:

- в теплый период года: 2,7 м/с;
- в холодный период года: 4,2 м/с;

Энтальпия наружного воздуха:

- в теплый период года с обеспеченностью 0,92: +47,6 кДж/кг;
- в теплый период года с обеспеченностью 0,95: +55,6 кДж/кг;
- в холодный период года с обеспеченностью 0,92: -37,2 кДж/кг.

**б) сведения об источниках теплоснабжения, параметрах теплоносителей систем отопления и вентиляции:**

Теплоснабжение проектируемого жилого дома решается от проектируемой тепловой сети. Источник теплоснабжения – газовая котельная ООО «Энергоресурс». Теплоноситель – горячая вода с параметрами в точке подключения  $T1/T2=100/70^{\circ}\text{C}$ ,  $P1/P2=6,4/4,6$  кгс/см<sup>2</sup>.

Параметры теплоносителя внутренних систем теплоснабжения, подключаемых в ИТП здания:

- в системе отопления:  $T11/T21=90/60^{\circ}\text{C}$ ,  $P11/P21=5,0/4,0$  кгс/см<sup>2</sup>, статическая высота системы отопления 40 м;
- в системе горячего водоснабжения:  $T3/T4=65/55^{\circ}\text{C}$  и давлением  $P3=8,5$  кгс/см<sup>2</sup>.

В проектируемом доме предусматривается индивидуальный тепловой пункт.

Схема подключения систем отопления здания к наружным тепловым сетям – независимая. Схема подключения системы горячего водоснабжения – закрытая двухступенчатая смешанная.

Поддержание требуемого давления в системах горячего и холодного водоснабжения предусматривается автоматизированной повысительной установкой с частотным регулированием. Поддержание требуемого давления на подающем трубопроводе систем отопления предусматривается при помощи циркуляционных насосов.

Проектом предусмотрены следующие мероприятия по снижению уровня шума:

- запроектировано малошумное насосное оборудование;
- насосное оборудование устанавливается на бетонные фундаменты через вибровставки из резины;
- крепления трубопроводов к оборудованию осуществляется через виброизолирующие вставки.

Трубопроводы систем теплоснабжения в пределах помещения ИТП предусматриваются из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91\*. Дренажные самотечные трубопроводы и трубопроводы систем водоснабжения - из стальных

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

022/07–907–ИОС4.ТЧ

Лист

2

водогазопроводных оцинкованных труб по ГОСТ 3262-75\*.

В высших точках трубопроводов ИТП предусматривается установка воздуховыпускных клапанов, в нижних - сливных кранов. Дренаж от трубопроводов ИТП решается в сеть ливневых стоков при помощи дренажного насоса (см. раздел ИОС 2,3).

Изоляционное покрытие трубопроводов ИТП предусматривается цилиндрами из базальтовой ваты с покровным слоем из алюминиевой армированной фольги и антикоррозийным покрытием грунтом ГФ-021 за 2 раза. Толщина теплоизоляционного покрытия трубопроводов 30 мм.

**в) описание и обоснование способов прокладки и конструктивных решений, включая решения в отношении диаметров и теплоизоляции труб теплотрассы от точки присоединения к сетям общего пользования до объекта капитального строительства:**

Запроектирована двухтрубная тепловая сеть 2Ø125.

Трубопроводы теплосетей приняты стальные электросварные по ГОСТ 10704-91 из ст. 20 гр.В по ГОСТ 1050-88\*. Срок службы трубопроводов принят 25-30 лет. Тепловая изоляция труб - маты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем толщиной 60 мм. Покровный слой – стеклопластик рулонный РСТ-250.

Общая протяженность теплотрассы – 23,5 метров.

Трубопроводы теплосети прокладываются подземно в сборных железобетонных каналах.

Компенсация тепловых удлинений трубопроводов осуществляется с помощью углов поворота теплотрассы. Конструкция теплотрассы выполняется из монолитных сборных лотков по серии 3.006.1-8. Лотки перекрываются сборными плитами по серии 3.006.1-8.

**г) перечень мер по защите трубопроводов от агрессивного воздействия грунтов и грунтовых вод:**

Для защиты поверхности труб от наружной коррозии предусматривается для трубопроводов теплосети, прокладываемых подземно в непроходных каналах тип защитного покрытия: два грунтовочных слоя мастики «Вектор 1236», один покровный слой мастики «Вектор 1214». Антикоррозионное покрытие выбрано согласно РД 153-34.0-20.518-2003 «Типовая инструкция по защите трубопроводов тепловых сетей от наружной коррозии».

**д) обоснование принятых систем и принципиальных решений по отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха помещений с приложением расчета совокупного выделения в воздух внутренней среды помещений химических веществ с учетом совместного использования строительных материалов, применяемых в проектируемом объекте капитального строительства, в соответствии с методикой, утверждаемой Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации:**

**Отопление.**

Отопление в здании предусмотрено водяное с местными нагревательными приборами. Система отопления жилой части – двухтрубная, вертикальная, с верхней разводкой подающих трубопроводов, встроенных общественных помещений – двухтрубная, тупиковая, для

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Итого	022/07-907-ИОС4.ТЧ	Лист
											3



лестничных клеток - вертикальная однотрубная система.

В качестве нагревательных приборов для жилых и общественных помещений, лестничных клеток, приняты биметаллические радиаторы, для лифтовых холлов – регистры из гладких труб. Отопление машинных помещений лифтов и электрощитовых предусмотрено электрическими конвекторами, имеющие уровень защиты от поражения током класса 0 и температуру теплоотдающей поверхности ниже 95 °С.

Установка отопительных приборов в ИТП не предусматривается, нормируемая температура обеспечивается за счет теплопоступлений от трубопроводов и электрооборудования. Отопительные приборы расположены под окнами.

Отопительные приборы, расположенные на лестничных клетках установлены на отметке 2,2 м от поверхности проступей и площадок лестницы.

Для индивидуального регулирования теплового потока квартир и общественных помещений на отопительных приборах предусматривается установка автоматических терморегулирующих клапанов.

Организация поквартирного учета тепла жилой и общественной части запроектирована с помощью электронных счетчиков – распределителей тепла, предназначенных для измерения температуры отопительных приборов, регистрации теплового потока отопительного прибора, передачи данных по беспроводной линии связи в локальную радиосеть. Счетчики установлены на каждом приборе.

Для гидравлической увязки стояков систем отопления предусматривается установка автоматических балансировочных клапанов на стояках. Для выпуска воздуха в верхних точках систем отопления устанавливаются автоматические воздухоотводчики. Опорожнение трубопроводов осуществляется в дренажные приемки в техническом подполье.

Трубопроводы систем отопления выполнены из стальных неоцинкованных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262 - 75 и электросварных прямошовных труб по ГОСТ 10704-91. Трубопроводы ГВС выполнены из оцинкованных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262 - 75. Транзитные трубопроводы, проходящие в помещениях электрощитовых прокладываются в защитной гильзе из стальной трубы. Компенсация температурных удлинений трубопроводов производится за счет поворотов трасс и установкой сифонных компенсаторов на стояках систем отопления. Магистральные трубопроводы теплоизолируются цилиндрами минераловатными с покровным слоем из неармированной алюминиевой фольги, толщина теплоизоляционного покрытия трубопроводов 30 мм. Антикоррозийное покрытие трубопроводов отопления предусмотрено грунтом ГФ-021 по ГОСТ 25129-82 в 2 слоя, при открытой прокладке трубопроводов дополнительно обработать их эмалью ПФ-115 за 2 раза в цвет отделки помещений.

#### **Вентиляция, дымоудаление.**

В здании предусмотрена общеобменная и противодымная вентиляция.

Приток воздуха в жилые, общественные и технические помещения не организованный через клапаны инфильтрации воздуха (КИВ) установленные в наружных стенах и при помощи

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

открывающихся фрамуг.

Вытяжная вентиляция из жилых помещений с естественным побуждением, осуществляется из кухонь, сан.узлов и ванн при помощи вентблоков. Присоединение каждого канала к общей шахте производится при помощи воздушного затвора. Выброс воздуха производится в теплый чердак. Из теплого чердака воздух удаляется через общие вытяжные шахты, оборудованные ротационными дефлекторами (турбодефлекторами), служащими для улучшения работы вытяжной вентиляции. Воздухораспределители в квартирах – жалюзийные регулируемые решетки. Для верхних этажей предусмотрена установка бытовых вытяжных вентиляторов в каналы вентблоков.

Вентиляция ИТП, насосной и электрощитовой осуществляется при помощи механической вытяжной вентиляции, приток воздуха в помещения - неорганизованный. В помещения консьержей предусмотрен механический приток воздуха с очисткой и нагревом его в холодный период года, вытяжка воздуха естественная. Для машинных помещений лифтов предусмотрены системы с естественным побуждением при помощи КИВ. Вентиляция технического подполья предусмотрена через окна с устройством жалюзийных решеток (см. раздел АР).

В общественных помещениях 1 этажа предусматривается механическая вытяжная вентиляция из помещений санузлов и ПУИ. На воздуховодах, пересекающих ограждающие конструкции шахт и при присоединении помещений уборочного инвентаря, установлены противопожарные нормально открытые клапаны.

Транзитные воздуховоды, проходящие по теплому чердаку, покрываются огнезадерживающей изоляцией с пределом огнестойкости EI30.

Противодымная вентиляция служит для создания условий по нераспространению продуктов горения в пределах этажа и обеспечения безопасных условий для эвакуации людей при пожаре, а также выполнению работ по спасению людей и успешному тушению пожара.

Противодымная вентиляция включает в себя: удаление дыма из внеквартирного коридора (системы ДВN), возмещение удаляемого воздуха системами дымоудаления (системы ДП1-N), подача воздуха в лифтовой холл (тамбур-шлюз) с зоной безопасности (системы ДП2-N), подача подогретого воздуха в лифтовой холл (тамбур-шлюз) с зоной безопасности (системы ДП3-N), подача воздуха в незадымляемую лестничную клетку типа Н2 (ДП4-N), подачу воздуха в шахты лифтов с режимом «перевозка пожарных подразделений» (системы ДП5-N), подачу воздуха в шахты лифтов с режимом «пожарная опасность» (системы ДП6-N).

Вентиляторы подачи воздуха и дымоудаления расположены на кровле здания. Выброс продуктов горения производится на расстоянии 5 м от воздухозаборных устройств систем приточной противодымной вентиляции и на 2 м выше кровли.

Для систем дымоудаления и подачи воздуха предусмотрены нормально закрытые противопожарные клапаны с пределом огнестойкости не менее: EI 30 – для систем ДП1, ДП4, EI 45 – для систем ДВ; EI 60 – для систем ДП2, ДП3; EI 120 – ДП5, ДП6. Исполнительные механизмы противопожарных клапанов сохраняют заданное положение заслонки клапанов при отключении электропитания клапанов. Управление клапанами осуществляется автоматически и дистанционно. Противопожарные клапаны установленные у вентиляторов систем ДВ и ДП

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

имеют морозостойкое исполнение.

Дымоприемные устройства размещены под потолком помещений. Компенсирующая подача воздуха во внеквартирный коридор осуществляется в нижнюю зону. Расстояние между клапаном дымоудаления и компенсирующей подачи воздуха не менее 1,5 м. Клапаны, установленные в общественных местах, имеют антивандальные решетки усиленного типа.

Для облегчения открытия дверей в лифтовый холл (тамбур-шлюз) с пожаробезопасной зоной из внеквартирного коридора предусмотрены клапаны избыточного давления.

#### **Расчет совокупного выделения химических веществ.**

Согласно методике «РАСЧЕТА СОВОКУПНОГО ВЫДЕЛЕНИЯ В ВОЗДУХ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ПОМЕЩЕНИЙ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ С УЧЕТОМ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПРОЕКТИРУЕМОМ ОБЪЕКТЕ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»:

Суммарная концентрация j-го вида вредных веществ, выделяемых от всех строительных материалов в объекте капитального строительства, в том числе входящих в состав строительных конструкций, за исключением отделочных материалов ( $P_{1j}$ ) определяется путем суммирования массовых концентраций j-го вредного вещества в материалах данной группы от 1 до n:

$$P_1^j = K^t \times \sum_{i=1}^n P_{1j}, \text{ где:}$$

$P_{1j}$  - массовая концентрация, мг/м<sup>3</sup>, j-го вредного вещества, выделяемого от строительного материала, в том числе входящего в состав строительных конструкций, за исключением отделочных материалов, на единицу строительного материала, использованную при определении выделения летучих органических соединений;

$K^t$  - отношение среднего значения температуры при эксплуатации строительных материалов к температуре 293 К (20 °С);

n - количество строительных материалов, в том числе входящих в состав строительных конструкций, за исключением отделочных материалов, определяемое единицами строительного материала, использованными при определении выделения летучих органических соединений.

Наружная стена дома состоит из: железобетонные трехслойные панели из тяжелого бетона с утеплителем-пенополистирол ПСБ-С-25, окон ПВХ. На данные материалы предоставлены заключения и сертификаты. В соответствии с экспертным заключением №01.05.П.00107.03.15 от 16.03.2015г. изделия из пеноплитстирола имеют миграцию химических веществ в воздушную среду: формальдегид – менее 0,003 мг/м<sup>3</sup>, дибутилфталат – менее 0,01 мг/м<sup>3</sup>, диоктилфталат – менее 0,01 мг/м<sup>3</sup>, акрилонитрил – менее 0,01 мг/м<sup>3</sup>, стирол – 0,001 мг/м<sup>3</sup>. Согласно Протоколу испытаний №10432 от 08.12.2010 профили поливинилхлоридные для окон и дверей имеют миграцию химических веществ в воздушную среду не более: бензол – менее 0,001 мг/м<sup>3</sup>, дибутилфталат – менее 0,01 мг/м<sup>3</sup>, диоктилфталат – менее 0,01 мг/м<sup>3</sup>, толуол – менее 0,001 мг/м<sup>3</sup>, формальдегид – менее 0,001 мг/м<sup>3</sup>, этилбензол – менее 0,001 мг/м<sup>3</sup>.

Взам. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.							022/07-907-ИОС4.ТЧ	Лист
			Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата		6

№	Наименование слоя наружной стены дома	Миграция химических веществ в воздушную среду при эксплуатации, мг/м <sup>3</sup>
1	Пенополистирол ПСБ-С25	формальдегид – менее 0,003 дибутилфталат – менее 0,01 диоктилфталат – менее 0,01 акрилонитрил – менее 0,01 стирол – менее 0,001
2	Окно ПВХ	бензол – менее 0,001 диоктилфталат – менее 0,01 дибутилфталат – 0,01 формальдегид – менее 0,001 этилбензол – менее 0,001
3	Железобетон	Данные не предоставлены

$$P_1^{\text{ПСБ-С}} = 1,05 \cdot (0,003 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,001)$$

$$P_1^{\text{ПСБ-С}} = 0,034$$

$$P_2^{\text{окна ПВХ}} = 1,05 \cdot (0,001 + 0,01 + 0,01 + 0,001 + 0,001)$$

$$P_2^{\text{окна ПВХ}} = 0,023$$

$$P_1 = 0,034 + 0,023$$

$$P_1 = 0,057$$

Коэффициент квотирования (Q) характеризует вклад концентраций вредных веществ каждого из строительных материалов, используемых совместно в проектируемом объекте капитального строительства (P1, P2 и P3), в совокупную концентрацию вредных веществ в воздухе помещений. Коэффициенты квотирования в соответствии с настоящей методикой устанавливаются для каждого этапа строительства и обустройства объекта капитального строительства и не должны превышать соответственно:

Q<sub>1</sub> - 10% от предельно допустимой концентрации ПДК - вредного вещества, выделяющегося из строительных материалов в объекте капитального строительства, за исключением отделочных материалов. Для веществ однонаправленного действия расчет производится с учетом требований пункта 3.2 настоящей методики;

Q<sub>2</sub> - 60% от предельно допустимой концентрации ПДК - вредного вещества, выделяющегося из отделочных материалов. Для веществ однонаправленного действия расчет производится с учетом требований пункта 3.2 настоящей методики;

Q<sub>3</sub> - 30% от предельно допустимой концентрации ПДК - вредного вещества, выделяющегося из изделий (деталей) мебели. Для веществ однонаправленного действия расчет производится с учетом требований пункта 3.2 настоящей методики.

Возможное варьирование процентных соотношений коэффициентов квотирования при условии суммирования отношений концентраций по каждому вредному веществу к их ПДК не должно превышать единицу и должно удовлетворять следующему условию:

$$Q_1 \cdot P_1 + Q_2 \cdot P_2 + Q_3 \cdot P_3 \leq \text{ПДК, где:}$$

P<sub>1</sub> - концентрация вредных веществ, выделяемых от строительных материалов в объекте капитального строительства;

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

$P_2$  - концентрация вредных веществ, выделяемых от отделочных материалов в объекте капитального строительства;

$P_3$  - концентрация вредных веществ, выделяемых от (деталей) мебели.

В нашем случае (так как мы рассматриваем только строительные материалы):

$Q_1 \cdot P_1 \leq \text{ПДК}$ , где:

$Q_1$  - 10% от предельно допустимой концентрации ПДК - вредного вещества, выделяющегося из строительных материалов в объекте капитального строительства, за исключением отделочных материалов. Для веществ однонаправленного действия расчет производится с учетом требований пункта 3.2 настоящей методики;

$P_1$  - концентрация вредных веществ, выделяемых от строительных материалов в объекте капитального строительства;

Согласно ГН 2.1.6.695-98 (2.1.6. Атмосферный воздух и воздух закрытых помещений, санитарная охрана воздуха):

№ Наименование ЗВ	ПДК загрязняющего вещества, мг/м <sup>3</sup>	$Q_1$ - 10% от предельно допустимой концентрации ПДК вредного вещества	$Q_1 \cdot P_1$
1 стирол	30	3	0,171
2 акрилонитрил	0,5	0,05	0,00285
3 бензол	0,3	0,03	0,00171
4 формальдегид	0,035	0,0035	0,0001995
5 диоктилфталат	0,03	0,003	0,000171
6 дибутилфталат	-	-	-

$$3 \cdot 0,057 = 0,171$$

$$0,05 \cdot 0,057 = 0,00285$$

$$0,03 \cdot 0,057 = 0,00171$$

$$0,0035 \cdot 0,057 = 0,0001995$$

$$0,003 \cdot 0,057 = 0,000171$$

В результате проделанной работы можно сделать вывод: по всем загрязняющим веществам выполняется условие  $Q_1 \cdot P_1 \leq \text{ПДК}$ .

**д(1) обоснование энергетической эффективности конструктивных и инженерно-технических решений, используемых в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха помещений, тепловых сетях;**

Энергоэффективность системы отопления обеспечивается:

- использованием современных эффективных отопительных приборов с автоматической

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

регулировкой;

- рациональному подбору количества и мощности приборов отопления;
- рациональному размещению приборов отопления;
- организацией поквартирного учета тепловой энергии при помощи электронных счетчиков тепловой энергии, отдельного учета для общественных помещений и общего для здания.

**е) сведения о тепловых нагрузках на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение на производственные и другие нужды;**

Общая тепловая нагрузка систем теплоснабжения, подключаемых в ИТП, составляет:

Наименование	Отопление, Гкал/ч	Вентиляция, Гкал/ч	Горячее водоснабжение, Гкал/ч	Общий, Гкал/ч
Жилой дом	0,677778	-	0,504954	<b>1,182732</b>
Общественная часть	0,010249	-	0,010206	<b>0,020455</b>
Всего	<b>0,688027</b>	-	<b>0,51516</b>	<b>1,203187</b>

**е(1)) описание мест расположения приборов учета используемой тепловой энергии и устройств сбора и передачи данных от таких приборов;**

Автоматизация ИТП предусматривает коммерческий учет тепловой энергии.

На вводе в ИТП устанавливается узел учета, состоящий из тепловычислителя, первичных преобразователей и комплекта термопреобразователей на прямом, обратном и подпиточном трубопроводах тепловой сети.

Теплосчётчики обеспечивают:

- прямые измерения температуры и расхода теплоносителя путем преобразования электрических сигналов, поступающих от расположенных в трубопроводах датчиков;
- косвенные измерения (вычисления) массового расхода, массы теплоносителя и тепловой энергии по результатам прямых измерений вышеперечисленных величин;
- сохранение архивов часовых, суточных, месячных, годовых и вывод данных на внешние устройства с использованием стандартного интерфейса и GSM-модема;
- возможность дистанционного снятия мгновенных и архивных показаний, в том числе давления, температуры и расхода.

Узлы учета укомплектованы GSM-модемами типа MC35i, позволяющими осуществлять беспрепятственное дистанционное считывание показаний с узлов учета.

Кабельные сети выполняются кабелями марки ВВГнгLS, ПВСнг и МКЭШнг, с

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

022/07-907-ИОС4.ТЧ

Лист

9

прокладкой по стенам и потолку в металлических лотках и гофротрубах до конечных устройств.

Поквартирный учет тепла в системе отопления предусматривается при помощи индивидуальных счетчиков-распределителей, установленных на каждом приборе отопления.

Учет тепла в системе отопления общественных помещений предусматривается с помощью теплосчетчиков, установленных в ИТП.

**ж) сведения о потребности в паре;**

-

**з) обоснование оптимальности размещения отопительного оборудования, характеристик материалов для изготовления воздуховодов**

Воздуховоды систем общеобменной вентиляции предусматриваются из тонколистовой оцинкованной стали по ГОСТ 14918-80, класса герметичности «А» в соответствии с ГОСТ Р ЕН 13779. Прокладка воздуховодов предусматривается под потолком обслуживаемых помещений с минимальным количеством взаимных пересечений из условия обеспечения аэродинамической устойчивости, сокращения сечений воздуховодов и протяженности трасс.

Транзитные воздуховоды систем вентиляции технических помещений в пределах пожарного отсека предусматриваются класса герметичности «В» в соответствии с ГОСТ Р ЕН 13779, с огнезащитным покрытием, обеспечивающим нормируемый предел огнестойкости не менее EI30.

Воздуховоды систем противодымной защиты предусматриваются из тонколистовой стали по ГОСТ 19904-90, толщиной 1,0 мм, класса герметичности «В» в соответствии с ГОСТ Р ЕН 13779, с огнезащитным покрытием обеспечивающим нормируемый предел огнестойкости не менее:

EI30 – для воздуховодов систем противодымной защиты здания ДП1;

EI45 – для воздуховодов систем противодымной защиты здания ДВН;

EI60 – для воздуховодов систем противодымной защиты здания ДП2-ДП4;

EI120 - для воздуховодов системы противодымной защиты шахт лифтов ДП5, ДП6.

**и) обоснование рациональности трассировки воздуховодов вентиляционных систем - для объектов производственного назначения;**

-

**к) описание технических решений, обеспечивающих надежность работы систем в экстремальных условиях;**

С целью обеспечения безопасной эвакуации людей и препятствию распространения продуктов горения при пожаре в жилой части здания предусматривается устройство систем противодымной защиты, а именно:

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Интв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	022/07-907-ИОС4.ТЧ		Лист
											10

- системы удаления дымовоздушной смеси при пожаре из внеквартирного коридора (ДВН);
- система подачи воздуха для возмещения дымоудаления (ДП1);
- система подачи воздуха в лифтовые холлы (тамбур-шлюзы), совмещенные с помещениями безопасных зон перед лестничными клетками типа Н2 на открытую дверь (ДП2);
- система подачи воздуха с подогревом воздуха в лифтовые холлы (тамбур-шлюзы), совмещенные с помещениями безопасных зон перед лестничными клетками типа Н2 на закрытую дверь (ДП3);
- система подачи воздуха в лестничную клетку типа Н2 (ДП4);
- системы подачи наружного воздуха в шахту лифтов с режимом «перевозка пожарных подразделений» (ДП5);
- система подачи наружного воздуха в шахту лифта с режимом «пожарная опасность» (ДП6).

Размещение вентиляторов систем противодымной защиты предусматривается на кровле здания, для системы дымоудаления применены вентиляторы крышного типа.

Для систем противодымной защиты предусматриваются клапаны в противопожарном исполнении с пределом огнестойкости не менее EI60. Для систем ДП5, ДП6 предусматриваются клапаны в противопожарном исполнении с пределом огнестойкости не менее EI120.

Исполнительные механизмы противопожарных клапанов сохраняют заданное положение заслонки при отключении электропитания клапана.

**л) описание систем автоматизации и диспетчеризации процесса регулирования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;**

Автоматизация систем теплоснабжения.

Схемой автоматизации теплового пункта предусматривается:

- управление и защита электродвигателей циркуляционных насосов систем отопления и ГВС;
- автоматическое включение резервных насосов при аварии основных по сигналу от соответствующего датчика перепада давления на насосной группе;
- автоматическое переключение работы основного и резервного насосов для равномерной выработки ресурса;
- защита насосов от сухого хода по сигналу от реле давления воды на всасывающей линии насосов;
- поддержание температуры теплоносителя, поступающего в систему отопления (+90°C),

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Изм. инв. №	Подпись и дата	Изм. № подл.	022/07-907-ИОС4.ТЧ	Лист
										11



в зависимости от температуры наружного воздуха в соответствии с температурным графиком.

- контроль превышения и регулирование заданного температурным графиком значения температуры теплоносителя, возвращаемого в теплотель;

- контроль температуры воды, подаваемой в систему ГВС (+65°C);

- сигнализация аварийного режима.

Автоматизация систем вентиляции.

Схемой автоматизации систем общеобменной вентиляции предусматривается:

- ручное управление по месту с ящиков управления;

- дистанционное управление системами с сигнализацией о работе;

- автоматическое отключение систем общеобменной вентиляции и закрытие огнезадерживающих клапанов в обслуживаемом пожарном отсеке при поступлении сигнала о пожаре с прибора пожарной сигнализации.

Автоматизация систем противодымной вентиляции.

Схемой автоматизации предусматривается:

- автоматический запуск вентиляторов дымоудаления при поступлении сигнала о пожаре с приборов пожарной сигнализации;

- автоматический запуск вентиляторов подпора и компенсации воздуха с задержкой относительно запуска вентиляторов дымоудаления;

- автоматическое открытие дымовых клапанов в зоне задымления по сигналу от приборов пожарной сигнализации;

- автоматическое открытие противопожарных клапанов в лифтовом холле;

- автоматическая блокировка воздушных заслонок с электродвигателями вентиляторов приточных противодымных систем;

- автоматическое включение систем подпора воздуха в лифтовые шахты, в лестничную клетку типа Н2 и подпора в лифтовом холле на этаже пожара;

- автоматическое включение систем подпора воздуха при открытой двери лифтового холла – ДП2, при закрытой двери – ДП3;

- регулирование температуры приточного воздуха системы ДП3.

- дистанционный запуск систем противодымной вентиляции из помещения охраны, а также по сигналу с извещателей пожарной сигнализации (извещатели учтены в разделе "Пожарная сигнализация").

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

м) характеристика технологического оборудования, выделяющего вредные вещества - для объектов производственного назначения;

-

н) обоснование выбранной системы очистки от газов и пыли - для объектов производственного назначения;

-

о) перечень мероприятий по обеспечению эффективности работы систем вентиляции в аварийной ситуации (при необходимости);

-

о(1)) перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности к устройствам, технологиям и материалам, используемым в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха помещений, тепловых сетях, позволяющих исключить нерациональный расход тепловой энергии, если такие требования предусмотрены в задании на проектирование;

Не предусматривается.

о(2)) сведения о типе и количестве установок, потребляющих тепловую энергию, параметрах и режимах их работы;

Параметры теплоносителя внутренних систем теплоснабжения, подключаемых в ИТП здания:

- в системе отопления:  $T_{11}/T_{21}=90/60^{\circ}\text{C}$ ,  $P_{11}/P_{21}=5,0/4,0$  кгс/см<sup>2</sup>, статическая высота системы отопления 40,0 м;

- в системе горячего водоснабжения:  $T_3/T_4 = 65/55^{\circ}\text{C}$  и давлением  $P_3=8,5$  кгс/см<sup>2</sup>.

о(3)) сведения о показателях энергетической эффективности объекта капитального строительства, в том числе о показателях, характеризующих годовую удельную величину расхода теплоносителей в объекте капитального строительства;

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Значение показателя
Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период	$q_{\text{от}}^{\text{р}}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°C)	0,165
Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период	$q_{\text{от}}^{\text{н}}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°C)	0,29(0,232)
Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q$ , кВтч/м <sup>3</sup> $q$ , кВтч/м <sup>2</sup>	25,6 70,35

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

022/07-907-ИОС4.ТЧ

Лист

13

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания отопительный период	$Q_{от}^{год}$ , кВтч/год	717753,2
Общие теплотери здания за отопительный период	$Q_{общ}^{год}$ , кВтч/год	1044005

**о(4)) сведения о нормируемых показателях удельных годовых расходов теплоносителей и максимально допустимых величинах отклонений от таких нормируемых показателей (за исключением зданий, сооружений, на которые требования энергетической эффективности не распространяются);**

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Нормируемое значение показателя	Проектное значение показателя
Удельная теплозащитная характеристика здания	$K_{об}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°C)	0,15	0,1
Удельная вентиляционная характеристика здания	$K_{вент}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°C)	-	0,14
Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$K_{быт}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°C)	-	0,072
Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной энергии	$K_{рад}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°C)	-	0,026

**о(5)) перечень мероприятий по учету и контролю расходования используемых теплоносителей;**

Для учета расходования теплоносителя в процессе эксплуатации здания, предусмотрено:

- учел учета тепла в помещении ИТП;
- на вводе хозяйственно-питьевого водопровода, а также трубопроводов ГВС устанавливаются водомерные узлы.

**о(6)) спецификация предполагаемого к применению оборудования, изделий, материалов, позволяющих исключить нерациональный расход теплоносителей, в том числе основные их характеристики.**

Не предусматривается.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата



Исх. № 337 от «20» июня 2023 г.

Директору  
ООО СЗ «Энергострой»  
В.А. Каличенко

### Условия подключения

**Объект строительства, планируемый к подключению:** «Многоквартирный многоэтажный жилой дом № 907 с помещениями обслуживания жилой застройки- 9 этап строительства многоквартирных многоэтажных жилых домов с помещениями обслуживания жилой застройки, трансформаторных подстанций», по ул. Декоративный питомник г. Новосибирска, возводимый на земельном участке с кадастровым номером №54:35:000000:44488.

Общая тепловая нагрузка объекта 1,203187 Гкал/ч., (в т.ч. Q<sub>от</sub> – 0,688027 Гкал/ч. Q<sub>звс</sub>- 0,515160 Гкал/ч.) со следующим распределением:

Жилая часть – 1,182732 Гкал/ч., (в т.ч. Q<sub>от</sub>–0,677778 Гкал/ч., Q<sub>звс</sub>–0,504954 Гкал/ч.);

Помещения обслуживания жилой застройки – 0,020455 Гкал/ч., (в т.ч. Q<sub>от</sub> –0,010249 Гкал/ч., Q<sub>звс</sub> – 0,010206 Гкал/ч.).

**Источник теплоснабжения** - Газовая котельная ООО «Энергоресурс».

1. Точку подключения принять в месте соединения сетей инженерно-технического обеспечения объекта (у внешней стены жилого дома) и теплотрассы, проектируемой от газовой котельной ООО «Энергоресурс» (т.1 на прилагаемой схеме) с устройством узлов герметизации при проходе трубопроводов через стены здания.

2. На вводе в каждое здание запроектировать и смонтировать индивидуальный тепловой пункт (ИТП). Схема подключения теплопотребляющих установок:

\* для системы отопления – независимая;

\* для системы горячего водоснабжения – закрытая, через собственные теплообменники.

Температурный график систем теплопотребления принять согласно нормам.

3. При проектировании ИТП применить следующее оборудование: пластинчатые теплообменники, высокоэффективные малозумные насосы, шаровую и дисковую запорную арматуру и систему автоматического регулирования. Проект теплоснабжения согласовать в установленном порядке с ООО «Энергоресурс».

4. В ИТП подключаемого объекта организовать учёт потребляемого тепла. Дополнительные ТУ на приборы учёта получить в ООО «Энергоресурс».

5. Границу разграничения тепловых сетей определить и документально оформить в соответствии с действующим законодательством.

6. При проектировании объектов принять следующие параметры теплоносителя в точке подключения:

$$P_n / P_{об} = 6,4 / 4,6 \text{ кгс/см}^2;$$

$$T_n / T_{об} = 100^\circ / 70^\circ\text{C}.$$

Данные условия подключения действительны до 31.12.2025 г. По окончании срока действия параметры условий подключения могут быть изменены.

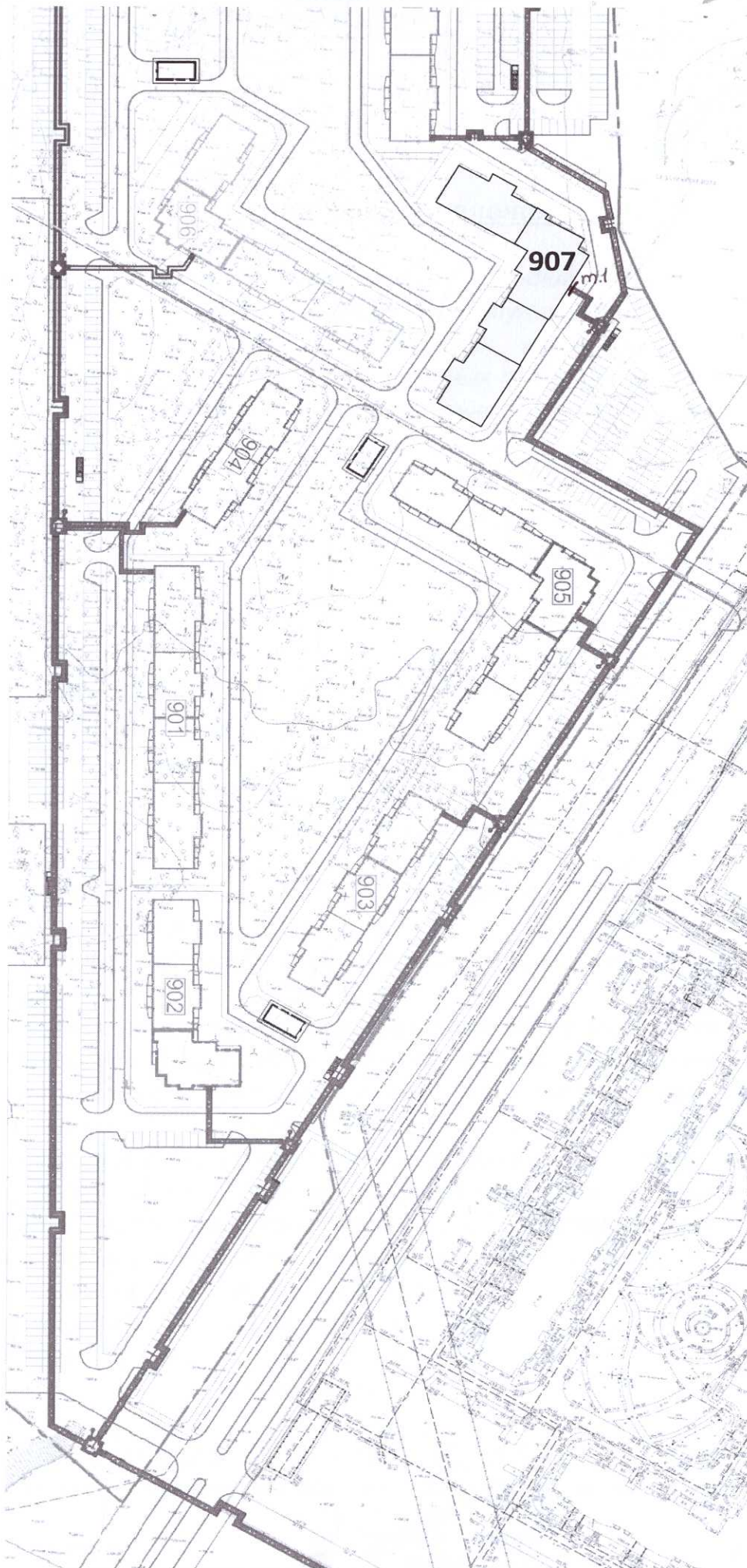
Генеральный директор

В.З. Азаренко





# СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ



от Газовой котельной ООО «Энергоресурс» 100/70 ОС

Программа "КВМ-Дым" разработана на основании  
Методических рекомендаций к СП 7.13130.2013 (Расчётное определение  
основных параметров противодымной вентиляции зданий, ВНИИПО, 2013).

Разработчик - ООО «Производственное объединение КВМ», 3/20.11.

Программа предназначена для расчёта основных параметров противодымной вентиляции  
зданий различного назначения - жилых и общественных, производственных и складских, а также  
многофункциональных зданий и комплексов, закрытых подземных и надземных автостоянок.

## РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВЫТЯЖНОЙ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Наименование проекта:

Вариант: Удаление дыма из вестибюлей, холлов, коридоров, торговых моллов,  
атриумов и т.п., смежных с горящим помещением

Тип здания: Жилое

Размеры помещения, а x b x h: 3,4 x 5,5 x 2,6 м

Размеры проемов, В<sub>i</sub> x Н<sub>i</sub>:  
0,9 x 2 м

Горючие вещества:

Здание 1-2 степени огнестойкости; мебель + бытовые изделия

$m_i = 500$  кг     $Q_{HI} = 13,8$  МДж/кг     $\Psi_i = 0,0145$  кг/м<sup>2</sup>/с

Температура воздуха в помещении, t<sub>r</sub>: 20 °С

Теплота сгорания дерева, Q<sub>нд</sub>: 13,8 МДж/кг (константа)

Коэффициент, k<sub>sm</sub>: 1

Длина коридора, l<sub>c</sub>: 7 м

Площадь коридора, A<sub>c</sub>: 13,4 м<sup>2</sup>

Площадь двери при выходе из коридора, A<sub>d</sub>: 1,8 м<sup>2</sup>

Высота двери, H<sub>d</sub>: 2 м

Высота потолка коридора, h<sub>к</sub>: 2,6 м

Высота незадымляемой зоны, H<sub>нз</sub>: 1,3 м

Предельная толщина дымового слоя, H<sub>sm</sub> = (h<sub>к</sub> - H<sub>нз</sub>): 1,3 м

Отметка клапана первого обслуживаемого этажа, h<sub>1</sub>: 2,1 м



Температура наружного воздуха,  $t_n$ : -37 °C

Скорость ветра,  $V_B$ : 4,2 м/с

## Участки сети вытяжной противодымной вентиляции (всего 14)

### Участок 1:

Клапан 900 x 400 мм, Сечение 0,265 м<sup>2</sup>

Горизонтальный участок

$F_{BB} = 0,36 \text{ м}^2$ ,  $L_{BB} = 0,2 \text{ м}$ ,  $Z_{BB} = 0,18$ , Металл

Вертикальный участок

$F_{\text{ш}} = 0,45 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{ш}} = 2,8 \text{ м}$ ,  $Z_{\text{ш}} = 0$ , Металл

### Участок 2:

Клапан 900 x 400 мм, Сечение 0,265 м<sup>2</sup>

Горизонтальный участок

$F_{BB} = 0,36 \text{ м}^2$ ,  $L_{BB} = 0,2 \text{ м}$ , Металл

Вертикальный участок

$F_{\text{ш}} = 0,45 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{ш}} = 2,8 \text{ м}$ ,  $Z_{\text{ш}} = 0$ , Металл

### Участок 3:

Клапан 900 x 400 мм, Сечение 0,265 м<sup>2</sup>

Горизонтальный участок

$F_{BB} = 0,36 \text{ м}^2$ ,  $L_{BB} = 0,2 \text{ м}$ , Металл

Вертикальный участок

$F_{\text{ш}} = 0,45 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{ш}} = 2,8 \text{ м}$ ,  $Z_{\text{ш}} = 0$ , Металл

### Участок 4:

Клапан 900 x 400 мм, Сечение 0,265 м<sup>2</sup>

Горизонтальный участок

$F_{BB} = 0,36 \text{ м}^2$ ,  $L_{BB} = 0,2 \text{ м}$ , Металл

Вертикальный участок

$F_{\text{ш}} = 0,45 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{ш}} = 2,8 \text{ м}$ ,  $Z_{\text{ш}} = 0$ , Металл

### Участок 5:

Клапан 900 x 400 мм, Сечение 0,265 м<sup>2</sup>

Горизонтальный участок

$F_{BB} = 0,36 \text{ м}^2$ ,  $L_{BB} = 0,2 \text{ м}$ , Металл

Вертикальный участок

$F_{\text{ш}} = 0,45 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{ш}} = 2,8 \text{ м}$ ,  $Z_{\text{ш}} = 0$ , Металл

### Участок 6:

Клапан 900 x 400 мм, Сечение 0,265 м<sup>2</sup>

Горизонтальный участок

$F_{BB} = 0,36 \text{ м}^2$ ,  $L_{BB} = 0,2 \text{ м}$ , Металл

Вертикальный участок

$F_{\text{ш}} = 0,45 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{ш}} = 2,8 \text{ м}$ ,  $Z_{\text{ш}} = 0$ , Металл

### Участок 7:

Клапан 900 x 400 мм, Сечение 0,265 м<sup>2</sup>

Горизонтальный участок

$F_{BB} = 0,36 \text{ м}^2$ ,  $L_{BB} = 0,2 \text{ м}$ , Металл

Вертикальный участок

$F_{\text{ш}} = 0,45 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{ш}} = 2,8 \text{ м}$ ,  $Z_{\text{ш}} = 0$ , Металл

### Участок 8:

Клапан 900 x 400 мм, Сечение 0,265 м<sup>2</sup>

Горизонтальный участок

$F_{BB} = 0,36 \text{ м}^2$ ,  $L_{BB} = 0,2 \text{ м}$ , Металл



Вертикальный участок  
 $F_{\text{ш}} = 0,45 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{ш}} = 2,8 \text{ м}$ ,  $Z_{\text{ш}} = 0$ , **Металл**

Участок 9:  
Клапан 900 х 400 мм, Сечение 0,265 м<sup>2</sup>  
Горизонтальный участок  
 $F_{\text{вв}} = 0,36 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{вв}} = 0,2 \text{ м}$ , **Металл**  
Вертикальный участок  
 $F_{\text{ш}} = 0,45 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{ш}} = 2,8 \text{ м}$ ,  $Z_{\text{ш}} = 0$ , **Металл**

Участок 10:  
Клапан 900 х 400 мм, Сечение 0,265 м<sup>2</sup>  
Горизонтальный участок  
 $F_{\text{вв}} = 0,36 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{вв}} = 0,2 \text{ м}$ , **Металл**  
Вертикальный участок  
 $F_{\text{ш}} = 0,45 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{ш}} = 2,8 \text{ м}$ ,  $Z_{\text{ш}} = 0$ , **Металл**

Участок 11:  
Клапан 900 х 400 мм, Сечение 0,265 м<sup>2</sup>  
Горизонтальный участок  
 $F_{\text{вв}} = 0,36 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{вв}} = 0,2 \text{ м}$ , **Металл**  
Вертикальный участок  
 $F_{\text{ш}} = 0,45 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{ш}} = 2,8 \text{ м}$ ,  $Z_{\text{ш}} = 0$ , **Металл**

Участок 12:  
Клапан 900 х 400 мм, Сечение 0,265 м<sup>2</sup>  
Горизонтальный участок  
 $F_{\text{вв}} = 0,36 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{вв}} = 0,2 \text{ м}$ , **Металл**  
Вертикальный участок  
 $F_{\text{ш}} = 0,45 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{ш}} = 2,8 \text{ м}$ ,  $Z_{\text{ш}} = 0$ , **Металл**

Участок 13:  
Клапан 900 х 400 мм, Сечение 0,265 м<sup>2</sup>  
Горизонтальный участок  
 $F_{\text{вв}} = 0,36 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{вв}} = 0,2 \text{ м}$ , **Металл**  
Вертикальный участок  
 $F_{\text{ш}} = 0,45 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{ш}} = 2,8 \text{ м}$ ,  $Z_{\text{ш}} = 0$ , **Металл**

Участок 14:  
Вертикальный участок  
 $F_{\text{ш}} = 0,45 \text{ м}^2$ ,  $L_{\text{ш}} = 2,8 \text{ м}$ ,  $Z_{\text{ш}} = 0,04$ , **Металл**

### РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

**Площадь пола**

$$F_f = a \cdot b = 3,4 \cdot 5,5 = 18,7 \text{ м}^2$$

**Объем помещения**

$$V = a \cdot b \cdot h = 3,4 \cdot 5,5 \cdot 2,6 = 48,62 \text{ м}^3$$

**Площадь ограждающих конструкций**

$$F_w = 6 \cdot V^{2/3} = 6 \cdot 48,62^{2/3} = 79,92 \text{ м}^2$$

**Суммарная площадь проемов**

$$A_0 = \sum A_i = \sum (B_i \cdot H_i) = 1,8 \text{ м}^2$$

Проемность помещения (объем < 1000 м<sup>3</sup>)

$$P = \sum(A_i \cdot H_i^{1/2}) / V^{2/3} = 0,1910 \text{ м}^{1/2}$$

Суммарная масса горючих веществ

$$m_0 = \sum m_i = 500 \text{ кг}$$

Суммарная низшая теплота сгорания

$$Q_H = \sum(m_i \cdot Q_{Hi}) = 6900 \text{ МДж}$$

Средняя низшая теплота сгорания

$$Q_{Hcp} = Q_H / \sum m_i = 6900 / 500 = 13,8 \text{ МДж/кг}$$

Необходимое удельное количество воздуха

$$V_0 = 0,263 \cdot Q_{Hcp} = 0,263 \cdot 13,8 = 3,62 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Температура воздуха в помещении

$$T_r = t_a + 273 = 20 + 273 = 293 \text{ К}$$

Удельная пожарная нагрузка в помещении, приведенная к площади пола

$$g_0 = Q_H / (Q_{нд} \cdot F_r) = 6900 / (13,8 \cdot 18,7) = 26,73 \text{ кг/м}^2$$

Удельная пожарная нагрузка в помещении, приведенная к площади ограждений

$$g_k = Q_H / (Q_{нд} \cdot (F_w - A_0)) = 6900 / (13,8 \cdot (79,92 - 1,8)) = 6,39 \text{ кг/м}^2$$

Критическая пожарная нагрузка в помещении

$$g_{kкр} = 4500 \cdot P^3 / (1 + 500 \cdot P^3) + V^{1/3} / (6 \cdot V_0) = \\ 4500 \cdot 0,19^3 / (1 + 500 \cdot 0,19^3) + 48,62^{1/3} / (6 \cdot 3,62) = 7,16 \text{ кг/м}^2$$

Пожарная нагрузка, приведенная к площади ограждений, ниже критической  
=> пожар, регулируемый нагрузкой

Максимальная среднеобъемная температура

$$T_{0max} = T_r + 224 \cdot g_k^{0,528} = \\ 293 + 224 \cdot 6,39^{0,528} = 890 \text{ К}$$

Температура в потоке газов, поступающих из горящего помещения

$$T_0 = 0,8 \cdot T_{0max} = 0,8 \cdot 890 = 712 \text{ К}$$

Средняя температура дымового слоя в коридоре

$$T_{sm} = T_r + 1,22 \cdot (T_0 - T_r) \cdot (2 \cdot h_{sm} + A_c / l_c) / l_c \cdot \\ (1 - \exp(-0,58 \cdot l_c / (2 \cdot h_{sm} + A_c / l_c))) = \\ 293 + 1,22 \cdot (712 - 293) \cdot (2 \cdot 1,3 + 13,4 / 7) / 7 \cdot \\ (1 - \exp(-0,58 \cdot 7 / (2 \cdot 1,3 + 13,4 / 7))) = 489 \text{ К}$$

Массовый расход продуктов горения, удаляемых из коридора

$$G_{пг} = k_{sm} \cdot A_d \cdot H_d^{1/2} = 1 \cdot 1,8 \cdot 2^{1/2} = 2,54 \text{ кг/с}$$

Средняя плотность продуктов горения, удаляемых из коридора

$$\rho_{пг} = 353 / T_{sm} = 353 / 489 = 0,72 \text{ кг/м}^3$$

**Объемный расход продуктов горения, удаляемых из коридора**

$$L_{\text{пг}} = G_{\text{пг}} / \rho_{\text{пг}} \cdot 3600 = 2,54 / 0,72 \cdot 3600 = 12682 \text{ м}^3/\text{час}$$

**Температура наружного воздуха**

$$T_{\text{н}} = t_{\text{н}} + 273 = 236 \text{ К}$$

**Температура внутреннего воздуха до начала пожара**

$$T_{\text{в}} = T_{\text{г}} = 293 \text{ К}$$

**Плотность наружного воздуха**

$$\rho_{\text{н}} = 353 / T_{\text{н}} = 1,49 \text{ кг/м}^3$$

**Плотность внутреннего воздуха до начала пожара**

$$\rho_{\text{в}} = 353 / T_{\text{в}} = 1,20 \text{ кг/м}^3$$

**Температура приточного воздуха**

$$T_{\text{п}} = (T_{\text{н}} + T_{\text{в}}) / 2 = 264,5 \text{ К}$$

**Плотность приточного воздуха**

$$\rho_{\text{п}} = 353 / T_{\text{п}} = 1,33 \text{ кг/м}^3$$

**Участки сети вытяжной противодымной вентиляции (всего 14)**

**Участок 1:**

**Скорость продуктов горения в клапане**

$$V_{\text{кл}} = G_{\text{пг}} / (F_{\text{кл}} \cdot \rho_{\text{пг}}) = 2,54 / (0,26 \cdot 0,72) = 13,29 \text{ м/с}$$

**Потери давления в открытом клапане**

$$\Delta P_{\text{кл}} = 1 / 2 \cdot (Z_{\text{кл}} + Z') \cdot V_{\text{кл}}^2 \cdot \rho_{\text{пг}} = 1 / 2 \cdot (0,34 + 3,5) \cdot 13,29^2 \cdot 0,72 = 245,17 \text{ Па}$$

**Давление снаружи здания с наветренной стороны**

$$P_{\text{нн}} = 0,4 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot V_{\text{в}}^2 - 9,81 \cdot h_1 \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{п}}) = 0,4 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 2,1 \cdot (1,49 - 1,33) = 7,23 \text{ Па}$$

**Давление снаружи здания с заветренной стороны**

$$P_{\text{нз}} = -0,3 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot V_{\text{в}}^2 - 9,81 \cdot h_1 \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{п}}) = -0,3 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 2,1 \cdot (1,49 - 1,33) = -11,23 \text{ Па}$$

**Давление внутри здания**

$$P_{\text{в}} = (P_{\text{нн}} + P_{\text{нз}}) / 2 = (7,23 + -11,23) / 2 = -2,00 \text{ Па}$$

**Давление в шахте**

$$P_{\text{ш}} = P_{\text{нн}} - \Delta P_{\text{кл}} - \Delta P_{\text{вв}} = 7,23 - 245,17 - 6,46 = -244,40 \text{ Па}$$

**Подсосы горизонтального участка**

$$G_{\text{фвв}} = \rho_{\text{в}} / 3600 \cdot S_{\text{вв}} \cdot 0,032 \cdot (P_{\text{в}} - P_{\text{ш}})^{0,65} = (1,20 / 3600) \cdot 0,52 \cdot 0,032 \cdot (-2,00 - -244,40)^{0,65} = 0,000197 \text{ кг/с}$$

**Подсосы вертикального участка**

$$G_{\text{фш}} = (\rho_{\text{в}} / 3600) \cdot S_{\text{ш}} \cdot 0,032 \cdot (P_{\text{в}} - P_{\text{ш}})^{0,65} = (1,20 / 3600) \cdot 7,84 \cdot 0,032 \cdot (-2,00 - -244,40)^{0,65} = 0,002978 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы участка**

$$G_{\text{ф}} = G_{\text{фш}} + G_{\text{фвв}} + G_{\text{фкл}} = 0,002978 + 0,000197 + 0 = 0,003176 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы**

$$G_{\text{а}} = \sum G_{\text{ф}} = 0,003176 \text{ кг/с}$$

**Расход продуктов горения с учетом подсосов**

$$G_{\text{ш}} = G_{\text{пг}} + G_{\text{а}} = 2,5455 + 0,003176 = 2,5487 \text{ кг/с}$$

**Температура продуктов горения на участке шахты**



$$T^{\circ}K = (T_B \cdot G_a + T_{sm} \cdot G_{пг}) / (G_{пг} + G_a) = (293 \cdot 0,003176 + 488,50 \cdot 2,54) / (2,54 + 0,003176) = 488,26 \text{ K}$$

**Плотность продуктов горения**

$$\rho_{пг} = 353 / T^{\circ}K = 353 / 488,26 = 0,72 \text{ кг/м}^3$$

**Коэффициент кинематической вязкости продуктов горения**

$$\nu = (\nu_2 \cdot (T^{\circ}K - 273) / 1000)^2 + \nu_1 \cdot (T^{\circ}K - 273) / 1000 + \nu_0) / 10^6 = (63,763736 \cdot ((488,26 - 273) / 1000)^2 + 99,05 \cdot (488,26 - 273) / 1000 + 11,106593) / 10^6 = 35,38 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

**Скорость продуктов горения в горизонтальном участке**

$$V_{вв} = G_{ш} / (\rho_{пг} \cdot F_{вв}) = 2,54 / (0,72 \cdot 0,36) = 9,79 \text{ м/с}$$

**Абсолютная эквивалентная шероховатость материала горизонтального участка**

$$\epsilon_{вв} = 0,1 \text{ мм}$$

**Коэффициент сопротивления трения горизонтального участка**

$$\lambda_{вв} = 0,01$$

**Потери давления трения горизонтального участка**

$$\Delta P_{вв} = 0,5 \cdot \rho_{пг} \cdot V_{вв}^2 \cdot (\lambda_{вв} \cdot L_{вв} / D_{эвв} + Z_{вв}) = 0,5 \cdot 0,72 \cdot 9,79^2 \cdot (0,01 \cdot 0,2 / 0,55 + 0,18) = 6,46 \text{ Па}$$

**Число Рейнольдса для горизонтального участка**

$$Re_{вв} = V_{вв} \cdot D_{эвв} / \nu = 9,79 \cdot 0,55 / (35,38 \cdot 10^{-6}) = 153284$$

**Скорость продуктов горения в вертикальном участке**

$$V_{ш} = G_{ш} / (\rho_{пг} \cdot F_{ш}) = 2,54 / (0,72 \cdot 0,45) = 7,83 \text{ м/с}$$

**Абсолютная эквивалентная шероховатость материала вертикального участка**

$$\epsilon_{ш} = 0,1 \text{ мм}$$

**Коэффициент сопротивления трения вертикального участка**

$$\lambda_{ш} = 0,01$$

**Потери давления трения вертикального участка**

$$\Delta P_{ш} = 0,5 \cdot \rho_{пг} \cdot V_{ш}^2 \cdot (\lambda_{ш} \cdot L_{ш} / D_{эш} + Z_{ш}) = 0,5 \cdot 0,72 \cdot 7,83^2 \cdot (0,01 \cdot 2,8 / 0,64 + 0) = 1,71 \text{ Па}$$

**Число Рейнольдса для вертикального участка**

$$Re_{ш} = V_{ш} \cdot D_{эш} / \nu = 7,83 \cdot 0,64 / (35,38 \cdot 10^{-6}) = 142335$$

**Участок 2:**

**Давление снаружи здания с наветренной стороны**

$$P_{нн} = 0,4 \cdot \rho_n \cdot V_B^2 - 9,81 \cdot h_2 \cdot (\rho_n - \rho_{пг}) = 0,4 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 4,9 \cdot (1,49 - 1,33) = 2,80 \text{ Па}$$

**Давление снаружи здания с заветренной стороны**

$$P_{нз} = -0,3 \cdot \rho_n \cdot V_B^2 - 9,81 \cdot h_2 \cdot (\rho_n - \rho_{пг}) = -0,3 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 4,9 \cdot (1,49 - 1,33) = -15,66 \text{ Па}$$

**Давление внутри здания**

$$P_B = (P_{нн} + P_{нз}) / 2 = (2,80 + -15,66) / 2 = -6,42 \text{ Па}$$

**Давление в шахте**

$$P_{ш} = P_{ш(i-1)} - \Delta P_{ш(i-1)} = -244,40 - 1,71 = -246,11 \text{ Па}$$

**Подсосы закрытого клапана**

$$G_{фкл} = F_{кл} \cdot \sqrt{((P_B - P_{ш}) / S_{кл})} = 0,26 \cdot \sqrt{((-6,42 - -246,11) / 11000)} = 0,039117 \text{ кг/с}$$

**Подсосы горизонтального участка**

$$G_{фвв} = \rho_B / 3600 \cdot S_{вв} \cdot 0,032 \cdot (P_B - P_{ш})^{0,65} = (1,20 / 3600) \cdot 0,52 \cdot 0,032 \cdot (-6,42 - -246,11)^{0,65} = 0,000196 \text{ кг/с}$$

**Подсосы вертикального участка**

$$G_{фш} = (\rho_B / 3600) \cdot S_{ш} \cdot 0,032 \cdot (P_B - P_{ш})^{0,65} = (1,20 / 3600) \cdot 7,84 \cdot 0,032 \cdot (-6,42 - -246,11)^{0,65} = 0,002956 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы участка**

$$G_{ф} = G_{фш} + G_{фвв} + G_{фкл} = 0,002956 + 0,000196 + 0,039117 = 0,042270 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы**

$$G_a = \sum G_{фj} = 0,045446 \text{ кг/с}$$

**Расход продуктов горения с учетом подсосов**

$$G_{ш} = G_{пг} + G_a = 2,5455 + 0,045446 = 2,5910 \text{ кг/с}$$

**Температура продуктов горения на участке шахты**

$$T^{\circ}K = (T_B \cdot G_a + T_{sm} \cdot G_{пг}) / (G_{пг} + G_a) = \\ (293 \cdot 0,045446 + 488,50 \cdot 2,54) / (2,54 + 0,045446) = 485,08 \text{ K}$$

**Плотность продуктов горения**

$$\rho_{пг} = 353 / T^{\circ}K = 353 / 485,08 = 0,72 \text{ кг/м}^3$$

**Коэффициент кинематической вязкости продуктов горения**

$$\nu = (\nu_2 \cdot ((T^{\circ}K - 273) / 1000)^2 + \nu_1 \cdot (T^{\circ}K - 273) / 1000 + \nu_0) / 10^6 = \\ (63,763736 \cdot ((485,08 - 273) / 1000)^2 + 99,05 \cdot (485,08 - 273) / 1000 + 11,106593) / 10^6 = 34,98 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

**Скорость продуктов горения в вертикальном участке**

$$V_{ш} = G_{ш} / (\rho_{пг} \cdot F_{ш}) = 2,59 / (0,72 \cdot 0,45) = 7,91 \text{ м/с}$$

**Абсолютная эквивалентная шероховатость материала вертикального участка**

$$\epsilon_{ш} = 0,1 \text{ мм}$$

**Коэффициент сопротивления трения вертикального участка**

$$\lambda_{ш} = 0,01$$

**Потери давления трения вертикального участка**

$$\Delta P_{ш} = 0,5 \cdot \rho_{пг} \cdot V_{ш}^2 \cdot (\lambda_{ш} \cdot L_{ш} / D_{эш} + Z_{ш}) = \\ 0,5 \cdot 0,72 \cdot 7,91^2 \cdot (0,01 \cdot 2,8 / 0,64 + 0) = 1,75 \text{ Па}$$

**Число Рейнольдса для вертикального участка**

$$Re_{ш} = V_{ш} \cdot D_{эш} / \nu = 7,91 \cdot 0,64 / (34,98 \cdot 10^{-6}) = 145405$$

**Участок 3:**

**Давление снаружи здания с наветренной стороны**

$$P_{нн} = 0,4 \cdot \rho_n \cdot V_B^2 - 9,81 \cdot h_3 \cdot (\rho_n - \rho_n) = \\ 0,4 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 7,7 \cdot (1,49 - 1,33) = -1,62 \text{ Па}$$

**Давление снаружи здания с заветренной стороны**

$$P_{нз} = -0,3 \cdot \rho_n \cdot V_B^2 - 9,81 \cdot h_3 \cdot (\rho_n - \rho_n) = \\ -0,3 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 7,7 \cdot (1,49 - 1,33) = -20,08 \text{ Па}$$

**Давление внутри здания**

$$P_B = (P_{нн} + P_{нз}) / 2 = (-1,62 + -20,08) / 2 = -10,85 \text{ Па}$$

**Давление в шахте**

$$P_{ш} = P_{ш(i-1)} - \Delta P_{ш(i-1)} = -246,11 - 1,75 = -247,86 \text{ Па}$$

**Подсосы закрытого клапана**

$$G_{фкл} = F_{кл} \cdot \sqrt{((P_B - P_{ш}) / S_{кл})} = 0,26 \cdot \sqrt{((-10,85 - -247,86) / 11000)} = 0,038898 \text{ кг/с}$$

**Подсосы горизонтального участка**

$$G_{фвв} = \rho_v / 3600 \cdot S_{вв} \cdot 0,032 \cdot (P_B - P_{ш})^{0,65} = \\ (1,20 / 3600) \cdot 0,52 \cdot 0,032 \cdot (-10,85 - -247,86)^{0,65} = 0,000194 \text{ кг/с}$$

**Подсосы вертикального участка**

$$G_{фш} = (\rho_v / 3600) \cdot S_{ш} \cdot 0,032 \cdot (P_B - P_{ш})^{0,65} = \\ (1,20 / 3600) \cdot 7,84 \cdot 0,032 \cdot (-10,85 - -247,86)^{0,65} = 0,002935 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы участка**

$$G_{ф} = G_{фш} + G_{фвв} + G_{фкл} = 0,002935 + 0,000194 + 0,038898 = 0,042028 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы**

$$G_a = \sum G_{фj} = 0,087475 \text{ кг/с}$$

**Расход продуктов горения с учетом подсосов**

$$G_{ш} = G_{пг} + G_a = 2,5455 + 0,087475 = 2,6330 \text{ кг/с}$$

**Температура продуктов горения на участке шахты**

$$T^{\circ}K = (T_B \cdot G_a + T_{sm} \cdot G_{пг}) / (G_{пг} + G_a) = \\ (293 \cdot 0,087475 + 488,50 \cdot 2,54) / (2,54 + 0,087475) = 482,01 \text{ K}$$

**Плотность продуктов горения**



$$\rho_{пг} = 353 / T^{\circ}K = 353 / 482,01 = 0,73 \text{ кг/м}^3$$

Коэффициент кинематической вязкости продуктов горения

$$v = (\nu_2 \cdot ((T^{\circ}K - 273) / 1000)^2 + \nu_1 \cdot (T^{\circ}K - 273) / 1000 + \nu_0) / 10^6 =$$

$$(63,763736 \cdot ((482,01 - 273) / 1000)^2 + 99,05 \cdot (482,01 - 273) / 1000 + 11,106593) / 10^6 = 34,59 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

Скорость продуктов горения в вертикальном участке

$$V_{ш} = G_{ш} / (\rho_{пг} \cdot F_{ш}) = 2,63 / (0,73 \cdot 0,45) = 7,98 \text{ м/с}$$

Абсолютная эквивалентная шероховатость материала вертикального участка

$$\epsilon_{ш} = 0,1 \text{ мм}$$

Коэффициент сопротивления трения вертикального участка

$$\lambda_{ш} = 0,01$$

Потери давления трения вертикального участка

$$\Delta P_{ш} = 0,5 \cdot \rho_{пг} \cdot V_{ш}^2 \cdot (\lambda_{ш} \cdot L_{ш} / D_{эш} + Z_{ш}) =$$

$$0,5 \cdot 0,73 \cdot 7,98^2 \cdot (0,01 \cdot 2,8 / 0,64 + 0) = 1,78 \text{ Па}$$

Число Рейнольдса для вертикального участка

$$Re_{ш} = V_{ш} \cdot D_{эш} / v = 7,98 \cdot 0,64 / (34,59 \cdot 10^{-6}) = 148468$$

Участок 4:

Давление снаружи здания с наветренной стороны

$$P_{нн} = 0,4 \cdot \rho_{н} \cdot V_{в}^2 - 9,81 \cdot h_4 \cdot (\rho_{н} - \rho_{п}) =$$

$$0,4 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 10,5 \cdot (1,49 - 1,33) = -6,04 \text{ Па}$$

Давление снаружи здания с заветренной стороны

$$P_{нз} = -0,3 \cdot \rho_{н} \cdot V_{в}^2 - 9,81 \cdot h_4 \cdot (\rho_{н} - \rho_{п}) =$$

$$-0,3 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 10,5 \cdot (1,49 - 1,33) = -24,51 \text{ Па}$$

Давление внутри здания

$$P_{в} = (P_{нн} + P_{нз}) / 2 = (-6,04 + -24,51) / 2 = -15,28 \text{ Па}$$

Давление в шахте

$$P_{ш} = P_{ш(i-1)} - \Delta P_{ш(i-1)} = -247,86 - 1,78 = -249,65 \text{ Па}$$

Подсосы закрытого клапана

$$G_{фкл} = F_{кл} \cdot \sqrt{((P_{в} - P_{ш}) / S_{кл})} = 0,26 \cdot \sqrt{((-15,28 - -249,65) / 11000)} = 0,038681 \text{ кг/с}$$

Подсосы горизонтального участка

$$G_{фвв} = \rho_{в} / 3600 \cdot S_{вв} \cdot 0,032 \cdot (P_{в} - P_{ш})^{0,65} =$$

$$(1,20 / 3600) \cdot 0,52 \cdot 0,032 \cdot (-15,28 - -249,65)^{0,65} = 0,000193 \text{ кг/с}$$

Подсосы вертикального участка

$$G_{фш} = (\rho_{в} / 3600) \cdot S_{ш} \cdot 0,032 \cdot (P_{в} - P_{ш})^{0,65} =$$

$$(1,20 / 3600) \cdot 7,84 \cdot 0,032 \cdot (-15,28 - -249,65)^{0,65} = 0,002914 \text{ кг/с}$$

Суммарные подсосы участка

$$G_{ф} = G_{фш} + G_{фвв} + G_{фкл} = 0,002914 + 0,000193 + 0,038681 = 0,041789 \text{ кг/с}$$

Суммарные подсосы

$$G_a = \sum G_{ф} = 0,129264 \text{ кг/с}$$

Расход продуктов горения с учетом подсосов

$$G_{ш} = G_{пг} + G_a = 2,5455 + 0,129264 = 2,6748 \text{ кг/с}$$

Температура продуктов горения на участке шахты

$$T^{\circ}K = (T_{в} \cdot G_a + T_{см} \cdot G_{пг}) / (G_{пг} + G_a) =$$

$$(293 \cdot 0,129264 + 488,50 \cdot 2,54) / (2,54 + 0,129264) = 479,06 \text{ К}$$

Плотность продуктов горения

$$\rho_{пг} = 353 / T^{\circ}K = 353 / 479,06 = 0,73 \text{ кг/м}^3$$

Коэффициент кинематической вязкости продуктов горения

$$v = (\nu_2 \cdot ((T^{\circ}K - 273) / 1000)^2 + \nu_1 \cdot (T^{\circ}K - 273) / 1000 + \nu_0) / 10^6 =$$

$$(63,763736 \cdot ((479,06 - 273) / 1000)^2 + 99,05 \cdot (479,06 - 273) / 1000 + 11,106593) / 10^6 = 34,22 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

Скорость продуктов горения в вертикальном участке

$$V_{ш} = G_{ш} / (\rho_{пг} \cdot F_{ш}) = 2,67 / (0,73 \cdot 0,45) = 8,06 \text{ м/с}$$

Абсолютная эквивалентная шероховатость материала вертикального участка

$$\varepsilon_{\text{ш}} = 0,1 \text{ мм}$$

Коэффициент сопротивления трения вертикального участка

$$\lambda_{\text{ш}} = 0,01$$

Потери давления трения вертикального участка

$$\Delta P_{\text{ш}} = 0,5 \cdot \rho_{\text{пг}} \cdot V_{\text{ш}}^2 \cdot (\lambda_{\text{ш}} \cdot L_{\text{ш}} / D_{\text{эш}} + Z_{\text{ш}}) =$$

$$0,5 \cdot 0,73 \cdot 8,06^2 \cdot (0,01 \cdot 2,8 / 0,64 + 0) = 1,82 \text{ Па}$$

Число Рейнольдса для вертикального участка

$$Re_{\text{ш}} = V_{\text{ш}} \cdot D_{\text{эш}} / \nu = 8,06 \cdot 0,64 / (34,22 \cdot 10^{-6}) = 151524$$

Участок 5:

Давление снаружи здания с наветренной стороны

$$P_{\text{нн}} = 0,4 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot V_{\text{в}}^2 - 9,81 \cdot h_5 \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{п}}) =$$

$$0,4 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 13,3 \cdot (1,49 - 1,33) = -10,47 \text{ Па}$$

Давление снаружи здания с заветренной стороны

$$P_{\text{нз}} = -0,3 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot V_{\text{в}}^2 - 9,81 \cdot h_5 \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{п}}) =$$

$$-0,3 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 13,3 \cdot (1,49 - 1,33) = -28,94 \text{ Па}$$

Давление внутри здания

$$P_{\text{в}} = (P_{\text{нн}} + P_{\text{нз}}) / 2 = (-10,47 + -28,94) / 2 = -19,70 \text{ Па}$$

Давление в шахте

$$P_{\text{ш}} = P_{\text{ш}(i-1)} - \Delta P_{\text{ш}(i-1)} = -249,65 - 1,82 = -251,48 \text{ Па}$$

Подсосы закрытого клапана

$$G_{\text{фкл}} = F_{\text{кл}} \cdot \sqrt{((P_{\text{в}} - P_{\text{ш}}) / S_{\text{кл}})} = 0,26 \cdot \sqrt{((-19,70 - -251,48) / 11000)} = 0,038466 \text{ кг/с}$$

Подсосы горизонтального участка

$$G_{\text{фвв}} = \rho_{\text{в}} / 3600 \cdot S_{\text{вв}} \cdot 0,032 \cdot (P_{\text{в}} - P_{\text{ш}})^{0,65} =$$

$$(1,20 / 3600) \cdot 0,52 \cdot 0,032 \cdot (-19,70 - -251,48)^{0,65} = 0,000191 \text{ кг/с}$$

Подсосы вертикального участка

$$G_{\text{фш}} = (\rho_{\text{в}} / 3600) \cdot S_{\text{ш}} \cdot 0,032 \cdot (P_{\text{в}} - P_{\text{ш}})^{0,65} =$$

$$(1,20 / 3600) \cdot 7,84 \cdot 0,032 \cdot (-19,70 - -251,48)^{0,65} = 0,002893 \text{ кг/с}$$

Суммарные подсосы участка

$$G_{\text{ф}} = G_{\text{фш}} + G_{\text{фвв}} + G_{\text{фкл}} = 0,002893 + 0,000191 + 0,038466 = 0,041551 \text{ кг/с}$$

Суммарные подсосы

$$G_{\text{а}} = \sum G_{\text{ф}} = 0,170816 \text{ кг/с}$$

Расход продуктов горения с учетом подсосов

$$G_{\text{ш}} = G_{\text{пг}} + G_{\text{а}} = 2,5455 + 0,170816 = 2,7164 \text{ кг/с}$$

Температура продуктов горения на участке шахты

$$T^{\circ}\text{K} = (T_{\text{в}} \cdot G_{\text{а}} + T_{\text{см}} \cdot G_{\text{пг}}) / (G_{\text{пг}} + G_{\text{а}}) =$$

$$(293 \cdot 0,170816 + 488,50 \cdot 2,54) / (2,54 + 0,170816) = 476,21 \text{ K}$$

Плотность продуктов горения

$$\rho_{\text{пг}} = 353 / T^{\circ}\text{K} = 353 / 476,21 = 0,74 \text{ кг/м}^3$$

Коэффициент кинематической вязкости продуктов горения

$$\nu = (\nu_2 \cdot ((T^{\circ}\text{K} - 273) / 1000)^2 + \nu_1 \cdot (T^{\circ}\text{K} - 273) / 1000 + \nu_0) / 10^6 =$$

$$(63,763736 \cdot ((476,21 - 273) / 1000)^2 + 99,05 \cdot (476,21 - 273) / 1000 + 11,106593) / 10^6 = 33,86 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

Скорость продуктов горения в вертикальном участке

$$V_{\text{ш}} = G_{\text{ш}} / (\rho_{\text{пг}} \cdot F_{\text{ш}}) = 2,71 / (0,74 \cdot 0,45) = 8,14 \text{ м/с}$$

Абсолютная эквивалентная шероховатость материала вертикального участка

$$\varepsilon_{\text{ш}} = 0,1 \text{ мм}$$

Коэффициент сопротивления трения вертикального участка

$$\lambda_{\text{ш}} = 0,01$$

Потери давления трения вертикального участка

$$\Delta P_{\text{ш}} = 0,5 \cdot \rho_{\text{пг}} \cdot V_{\text{ш}}^2 \cdot (\lambda_{\text{ш}} \cdot L_{\text{ш}} / D_{\text{эш}} + Z_{\text{ш}}) =$$

$$0,5 \cdot 0,74 \cdot 8,14^2 \cdot (0,01 \cdot 2,8 / 0,64 + 0) = 1,87 \text{ Па}$$

Число Рейнольдса для вертикального участка



$$Re_{ш} = V_{ш} \cdot D_{эш} / \nu = 8,14 \cdot 0,64 / (33,86 \cdot 10^{-6}) = 154572$$

**Участок 6:**

**Давление снаружи здания с наветренной стороны**

$$P_{нн} = 0,4 \cdot \rho_{н} \cdot V_{в}^2 - 9,81 \cdot h_6 \cdot (\rho_{н} - \rho_{п}) = \\ 0,4 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 16,1 \cdot (1,49 - 1,33) = -14,90 \text{ Па}$$

**Давление снаружи здания с заветренной стороны**

$$P_{нз} = -0,3 \cdot \rho_{н} \cdot V_{в}^2 - 9,81 \cdot h_6 \cdot (\rho_{н} - \rho_{п}) = \\ -0,3 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 16,1 \cdot (1,49 - 1,33) = -33,37 \text{ Па}$$

**Давление внутри здания**

$$P_{в} = (P_{нн} + P_{нз}) / 2 = (-14,90 + -33,37) / 2 = -24,13 \text{ Па}$$

**Давление в шахте**

$$P_{ш} = P_{ш(i-1)} - \Delta P_{ш(i-1)} = -251,48 - 1,87 = -253,35 \text{ Па}$$

**Подсосы закрытого клапана**

$$G_{фкл} = F_{кл} \cdot \sqrt{((P_{в} - P_{ш}) / S_{кл})} = 0,26 \cdot \sqrt{((-24,13 - -253,35) / 11000)} = 0,038253 \text{ кг/с}$$

**Подсосы горизонтального участка**

$$G_{фвв} = \rho_{в} / 3600 \cdot S_{вв} \cdot 0,032 \cdot (P_{в} - P_{ш})^{0,65} = \\ (1,20 / 3600) \cdot 0,52 \cdot 0,032 \cdot (-24,13 - -253,35)^{0,65} = 0,000190 \text{ кг/с}$$

**Подсосы вертикального участка**

$$G_{фш} = (\rho_{в} / 3600) \cdot S_{ш} \cdot 0,032 \cdot (P_{в} - P_{ш})^{0,65} = \\ (1,20 / 3600) \cdot 7,84 \cdot 0,032 \cdot (-24,13 - -253,35)^{0,65} = 0,002872 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы участка**

$$G_{ф} = G_{фш} + G_{фвв} + G_{фкл} = 0,002872 + 0,000190 + 0,038253 = 0,041316 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы**

$$G_{а} = \sum G_{фj} = 0,212133 \text{ кг/с}$$

**Расход продуктов горения с учетом подсосов**

$$G_{ш} = G_{пг} + G_{а} = 2,5455 + 0,212133 = 2,7577 \text{ кг/с}$$

**Температура продуктов горения на участке шахты**

$$T^{\circ}K = (T_{в} \cdot G_{а} + T_{sm} \cdot G_{пг}) / (G_{пг} + G_{а}) = \\ (293 \cdot 0,212133 + 488,50 \cdot 2,54) / (2,54 + 0,212133) = 473,47 \text{ К}$$

**Плотность продуктов горения**

$$\rho_{пг} = 353 / T^{\circ}K = 353 / 473,47 = 0,74 \text{ кг/м}^3$$

**Коэффициент кинематической вязкости продуктов горения**

$$\nu = (\nu_2 \cdot ((T^{\circ}K - 273) / 1000)^2 + \nu_1 \cdot (T^{\circ}K - 273) / 1000 + \nu_0) / 10^6 = \\ (63,763736 \cdot ((473,47 - 273) / 1000)^2 + 99,05 \cdot (473,47 - 273) / 1000 + 11,106593) / 10^6 = 33,52 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

**Скорость продуктов горения в вертикальном участке**

$$V_{ш} = G_{ш} / (\rho_{пг} \cdot F_{ш}) = 2,75 / (0,74 \cdot 0,45) = 8,21 \text{ м/с}$$

**Абсолютная эквивалентная шероховатость материала вертикального участка**

$$\epsilon_{ш} = 0,1 \text{ мм}$$

**Коэффициент сопротивления трения вертикального участка**

$$\lambda_{ш} = 0,01$$

**Потери давления трения вертикального участка**

$$\Delta P_{ш} = 0,5 \cdot \rho_{пг} \cdot V_{ш}^2 \cdot (\lambda_{ш} \cdot L_{ш} / D_{эш} + Z_{ш}) = \\ 0,5 \cdot 0,74 \cdot 8,21^2 \cdot (0,01 \cdot 2,8 / 0,64 + 0) = 1,91 \text{ Па}$$

**Число Рейнольдса для вертикального участка**

$$Re_{ш} = V_{ш} \cdot D_{эш} / \nu = 8,21 \cdot 0,64 / (33,52 \cdot 10^{-6}) = 157613$$

**Участок 7:**

**Давление снаружи здания с наветренной стороны**

$$P_{нн} = 0,4 \cdot \rho_{н} \cdot V_{в}^2 - 9,81 \cdot h_7 \cdot (\rho_{н} - \rho_{п}) = \\ 0,4 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 18,9 \cdot (1,49 - 1,33) = -19,32 \text{ Па}$$

**Давление снаружи здания с заветренной стороны**

$$P_{нз} = -0,3 \cdot \rho_{н} \cdot V_{в}^2 - 9,81 \cdot h_7 \cdot (\rho_{н} - \rho_{п}) =$$



$$-0,3 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 18,9 \cdot (1,49 - 1,33) = -37,79 \text{ Па}$$

**Давление внутри здания**

$$P_B = (P_{НН} + P_{НЗ}) / 2 = (-19,32 + -37,79) / 2 = -28,56 \text{ Па}$$

**Давление в шахте**

$$P_{Ш} = P_{Ш(i-1)} - \Delta P_{Ш(i-1)} = -253,35 - 1,91 = -255,26 \text{ Па}$$

**Подсосы закрытого клапана**

$$G_{Фкл} = F_{кл} \cdot \sqrt{((P_B - P_{Ш}) / S_{кл})} = 0,26 \cdot \sqrt{((-28,56 - -255,26) / 11000)} = 0,038043 \text{ кг/с}$$

**Подсосы горизонтального участка**

$$G_{ФВВ} = \rho_B / 3600 \cdot S_{ВВ} \cdot 0,032 \cdot (P_B - P_{Ш})^{0,65} = (1,20 / 3600) \cdot 0,52 \cdot 0,032 \cdot (-28,56 - -255,26)^{0,65} = 0,000189 \text{ кг/с}$$

**Подсосы вертикального участка**

$$G_{ФШ} = (\rho_B / 3600) \cdot S_{Ш} \cdot 0,032 \cdot (P_B - P_{Ш})^{0,65} = (1,20 / 3600) \cdot 7,84 \cdot 0,032 \cdot (-28,56 - -255,26)^{0,65} = 0,002851 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы участка**

$$G_{Ф} = G_{ФШ} + G_{ФВВ} + G_{Фкл} = 0,002851 + 0,000189 + 0,038043 = 0,041084 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы**

$$G_a = \sum G_{Фi} = 0,253217 \text{ кг/с}$$

**Расход продуктов горения с учетом подсосов**

$$G_{Ш} = G_{ПГ} + G_a = 2,5455 + 0,253217 = 2,7988 \text{ кг/с}$$

**Температура продуктов горения на участке шахты**

$$T^{\circ}K = (T_B \cdot G_a + T_{sm} \cdot G_{ПГ}) / (G_{ПГ} + G_a) = (293 \cdot 0,253217 + 488,50 \cdot 2,54) / (2,54 + 0,253217) = 470,82 \text{ К}$$

**Плотность продуктов горения**

$$\rho_{ПГ} = 353 / T^{\circ}K = 353 / 470,82 = 0,74 \text{ кг/м}^3$$

**Коэффициент кинематической вязкости продуктов горения**

$$\nu = (\nu_2 \cdot ((T^{\circ}K - 273) / 1000)^2 + \nu_1 \cdot (T^{\circ}K - 273) / 1000 + \nu_0) / 10^6 = (63,763736 \cdot ((470,82 - 273) / 1000)^2 + 99,05 \cdot (470,82 - 273) / 1000 + 11,106593) / 10^6 = 33,19 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

**Скорость продуктов горения в вертикальном участке**

$$V_{Ш} = G_{Ш} / (\rho_{ПГ} \cdot F_{Ш}) = 2,79 / (0,74 \cdot 0,45) = 8,29 \text{ м/с}$$

**Абсолютная эквивалентная шероховатость материала вертикального участка**

$$\epsilon_{Ш} = 0,1 \text{ мм}$$

**Коэффициент сопротивления трения вертикального участка**

$$\lambda_{Ш} = 0,01$$

**Потери давления трения вертикального участка**

$$\Delta P_{Ш} = 0,5 \cdot \rho_{ПГ} \cdot V_{Ш}^2 \cdot (\lambda_{Ш} \cdot L_{Ш} / D_{ЭШ} + Z_{Ш}) = 0,5 \cdot 0,74 \cdot 8,29^2 \cdot (0,01 \cdot 2,8 / 0,64 + 0) = 1,95 \text{ Па}$$

**Число Рейнольдса для вертикального участка**

$$Re_{Ш} = V_{Ш} \cdot D_{ЭШ} / \nu = 8,29 \cdot 0,64 / (33,19 \cdot 10^{-6}) = 160646$$

**Участок 8:**

**Давление снаружи здания с наветренной стороны**

$$P_{НН} = 0,4 \cdot \rho_{Н} \cdot V_B^2 - 9,81 \cdot h_8 \cdot (\rho_{Н} - \rho_{П}) = 0,4 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 21,7 \cdot (1,49 - 1,33) = -23,75 \text{ Па}$$

**Давление снаружи здания с заветренной стороны**

$$P_{НЗ} = -0,3 \cdot \rho_{Н} \cdot V_B^2 - 9,81 \cdot h_8 \cdot (\rho_{Н} - \rho_{П}) = -0,3 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 21,7 \cdot (1,49 - 1,33) = -42,22 \text{ Па}$$

**Давление внутри здания**

$$P_B = (P_{НН} + P_{НЗ}) / 2 = (-23,75 + -42,22) / 2 = -32,98 \text{ Па}$$

**Давление в шахте**

$$P_{Ш} = P_{Ш(i-1)} - \Delta P_{Ш(i-1)} = -255,26 - 1,95 = -257,21 \text{ Па}$$

**Подсосы закрытого клапана**

$$G_{Фкл} = F_{кл} \cdot \sqrt{((P_B - P_{Ш}) / S_{кл})} = 0,26 \cdot \sqrt{((-32,98 - -257,21) / 11000)} = 0,037835 \text{ кг/с}$$

Подсосы горизонтального участка

$$G_{фвв} = \rho_B / 3600 \cdot S_{вв} \cdot 0,032 \cdot (P_B - P_{ш})^{0,65} =$$

$$(1,20 / 3600) \cdot 0,52 \cdot 0,032 \cdot (-32,98 - -257,21)^{0,65} = 0,000187 \text{ кг/с}$$

Подсосы вертикального участка

$$G_{фш} = (\rho_B / 3600) \cdot S_{ш} \cdot 0,032 \cdot (P_B - P_{ш})^{0,65} =$$

$$(1,20 / 3600) \cdot 7,84 \cdot 0,032 \cdot (-32,98 - -257,21)^{0,65} = 0,002831 \text{ кг/с}$$

Суммарные подсосы участка

$$G_{ф} = G_{фш} + G_{фвв} + G_{фкл} = 0,002831 + 0,000187 + 0,037835 = 0,040854 \text{ кг/с}$$

Суммарные подсосы

$$G_a = \sum G_{фj} = 0,294071 \text{ кг/с}$$

Расход продуктов горения с учетом подсосов

$$G_{ш} = G_{пг} + G_a = 2,5455 + 0,294071 = 2,8396 \text{ кг/с}$$

Температура продуктов горения на участке шахты

$$T^{\circ}\text{K} = (T_B \cdot G_a + T_{sm} \cdot G_{пг}) / (G_{пг} + G_a) =$$

$$(293 \cdot 0,294071 + 488,50 \cdot 2,54) / (2,54 + 0,294071) = 468,26 \text{ K}$$

Плотность продуктов горения

$$\rho_{пг} = 353 / T^{\circ}\text{K} = 353 / 468,26 = 0,75 \text{ кг/м}^3$$

Коэффициент кинематической вязкости продуктов горения

$$\nu = (\nu_2 \cdot ((T^{\circ}\text{K} - 273) / 1000)^2 + \nu_1 \cdot (T^{\circ}\text{K} - 273) / 1000 + \nu_0) / 10^6 =$$

$$(63,763736 \cdot ((468,26 - 273) / 1000)^2 + 99,05 \cdot (468,26 - 273) / 1000 + 11,106593) / 10^6 = 32,87 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

Скорость продуктов горения в вертикальном участке

$$V_{ш} = G_{ш} / (\rho_{пг} \cdot F_{ш}) = 2,83 / (0,75 \cdot 0,45) = 8,37 \text{ м/с}$$

Абсолютная эквивалентная шероховатость материала вертикального участка

$$\varepsilon_{ш} = 0,1 \text{ мм}$$

Коэффициент сопротивления трения вертикального участка

$$\lambda_{ш} = 0,01$$

Потери давления трения вертикального участка

$$\Delta P_{ш} = 0,5 \cdot \rho_{пг} \cdot V_{ш}^2 \cdot (\lambda_{ш} \cdot L_{ш} / D_{эш} + Z_{ш}) =$$

$$0,5 \cdot 0,75 \cdot 8,37^2 \cdot (0,01 \cdot 2,8 / 0,64 + 0) = 1,99 \text{ Па}$$

Число Рейнольдса для вертикального участка

$$Re_{ш} = V_{ш} \cdot D_{эш} / \nu = 8,37 \cdot 0,64 / (32,87 \cdot 10^{-6}) = 163671$$

Участок 9:

Давление снаружи здания с наветренной стороны

$$P_{нн} = 0,4 \cdot \rho_n \cdot V_B^2 - 9,81 \cdot h_g \cdot (\rho_n - \rho_{пг}) =$$

$$0,4 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 24,5 \cdot (1,49 - 1,33) = -28,18 \text{ Па}$$

Давление снаружи здания с заветренной стороны

$$P_{нз} = -0,3 \cdot \rho_n \cdot V_B^2 - 9,81 \cdot h_g \cdot (\rho_n - \rho_{пг}) =$$

$$-0,3 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 24,5 \cdot (1,49 - 1,33) = -46,65 \text{ Па}$$

Давление внутри здания

$$P_B = (P_{нн} + P_{нз}) / 2 = (-28,18 + -46,65) / 2 = -37,41 \text{ Па}$$

Давление в шахте

$$P_{ш} = P_{ш(i-1)} - \Delta P_{ш(i-1)} = -257,21 - 1,99 = -259,21 \text{ Па}$$

Подсосы закрытого клапана

$$G_{фкл} = F_{кл} \cdot \sqrt{((P_B - P_{ш}) / S_{кл})} = 0,26 \cdot \sqrt{((-37,41 - -259,21) / 11000)} = 0,037629 \text{ кг/с}$$

Подсосы горизонтального участка

$$G_{фвв} = \rho_B / 3600 \cdot S_{вв} \cdot 0,032 \cdot (P_B - P_{ш})^{0,65} =$$

$$(1,20 / 3600) \cdot 0,52 \cdot 0,032 \cdot (-37,41 - -259,21)^{0,65} = 0,000186 \text{ кг/с}$$

Подсосы вертикального участка

$$G_{фш} = (\rho_B / 3600) \cdot S_{ш} \cdot 0,032 \cdot (P_B - P_{ш})^{0,65} =$$

$$(1,20 / 3600) \cdot 7,84 \cdot 0,032 \cdot (-37,41 - -259,21)^{0,65} = 0,002811 \text{ кг/с}$$

Суммарные подсосы участка



$$G_{\phi} = G_{\phi\text{ш}} + G_{\phi\text{ВВ}} + G_{\phi\text{кл}} = 0,002811 + 0,000186 + 0,037629 = 0,040627 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы**

$$G_a = \sum G_{\phi} = 0,334699 \text{ кг/с}$$

**Расход продуктов горения с учетом подсосов**

$$G_{\text{ш}} = G_{\text{пг}} + G_a = 2,5455 + 0,334699 = 2,8802 \text{ кг/с}$$

**Температура продуктов горения на участке шахты**

$$T^{\circ}\text{K} = (T_{\text{в}} \cdot G_a + T_{\text{см}} \cdot G_{\text{пг}}) / (G_{\text{пг}} + G_a) = \\ (293 \cdot 0,334699 + 488,50 \cdot 2,54) / (2,54 + 0,334699) = 465,79 \text{ K}$$

**Плотность продуктов горения**

$$\rho_{\text{пг}} = 353 / T^{\circ}\text{K} = 353 / 465,79 = 0,75 \text{ кг/м}^3$$

**Коэффициент кинематической вязкости продуктов горения**

$$\nu = (\nu_2 \cdot (T^{\circ}\text{K} - 273) / 1000)^2 + \nu_1 \cdot (T^{\circ}\text{K} - 273) / 1000 + \nu_0) / 10^6 = \\ (63,763736 \cdot ((465,79 - 273) / 1000)^2 + 99,05 \cdot (465,79 - 273) / 1000 + 11,106593) / 10^6 = 32,57 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

**Скорость продуктов горения в вертикальном участке**

$$V_{\text{ш}} = G_{\text{ш}} / (\rho_{\text{пг}} \cdot F_{\text{ш}}) = 2,88 / (0,75 \cdot 0,45) = 8,44 \text{ м/с}$$

**Абсолютная эквивалентная шероховатость материала вертикального участка**

$$\epsilon_{\text{ш}} = 0,1 \text{ мм}$$

**Коэффициент сопротивления трения вертикального участка**

$$\lambda_{\text{ш}} = 0,01$$

**Потери давления трения вертикального участка**

$$\Delta P_{\text{ш}} = 0,5 \cdot \rho_{\text{пг}} \cdot V_{\text{ш}}^2 \cdot (\lambda_{\text{ш}} \cdot L_{\text{ш}} / D_{\text{эш}} + Z_{\text{ш}}) = \\ 0,5 \cdot 0,75 \cdot 8,44^2 \cdot (0,01 \cdot 2,8 / 0,64 + 0) = 2,03 \text{ Па}$$

**Число Рейнольдса для вертикального участка**

$$Re_{\text{ш}} = V_{\text{ш}} \cdot D_{\text{эш}} / \nu = 8,44 \cdot 0,64 / (32,57 \cdot 10^{-6}) = 166687$$

**Участок 10:**

**Давление снаружи здания с наветренной стороны**

$$P_{\text{нн}} = 0,4 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot V_{\text{в}}^2 - 9,81 \cdot h_{10} \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{п}}) = \\ 0,4 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 27,3 \cdot (1,49 - 1,33) = -32,60 \text{ Па}$$

**Давление снаружи здания с заветренной стороны**

$$P_{\text{нз}} = -0,3 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot V_{\text{в}}^2 - 9,81 \cdot h_{10} \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{п}}) = \\ -0,3 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 27,3 \cdot (1,49 - 1,33) = -51,07 \text{ Па}$$

**Давление внутри здания**

$$P_{\text{в}} = (P_{\text{нн}} + P_{\text{нз}}) / 2 = (-32,60 + -51,07) / 2 = -41,84 \text{ Па}$$

**Давление в шахте**

$$P_{\text{ш}} = P_{\text{ш}(-1)} - \Delta P_{\text{ш}(-1)} = -259,21 - 2,03 = -261,24 \text{ Па}$$

**Подсосы закрытого клапана**

$$G_{\phi\text{кл}} = F_{\text{кл}} \cdot \sqrt{(P_{\text{в}} - P_{\text{ш}}) / S_{\text{кл}}} = 0,26 \cdot \sqrt{((-41,84 - -261,24) / 11000)} = 0,037425 \text{ кг/с}$$

**Подсосы горизонтального участка**

$$G_{\phi\text{ВВ}} = \rho_{\text{в}} / 3600 \cdot S_{\text{ВВ}} \cdot 0,032 \cdot (P_{\text{в}} - P_{\text{ш}})^{0,65} = \\ (1,20 / 3600) \cdot 0,52 \cdot 0,032 \cdot (-41,84 - -261,24)^{0,65} = 0,000185 \text{ кг/с}$$

**Подсосы вертикального участка**

$$G_{\phi\text{ш}} = (\rho_{\text{в}} / 3600) \cdot S_{\text{ш}} \cdot 0,032 \cdot (P_{\text{в}} - P_{\text{ш}})^{0,65} = \\ (1,20 / 3600) \cdot 7,84 \cdot 0,032 \cdot (-41,84 - -261,24)^{0,65} = 0,002791 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы участка**

$$G_{\phi} = G_{\phi\text{ш}} + G_{\phi\text{ВВ}} + G_{\phi\text{кл}} = 0,002791 + 0,000185 + 0,037425 = 0,040402 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы**

$$G_a = \sum G_{\phi} = 0,375101 \text{ кг/с}$$

**Расход продуктов горения с учетом подсосов**

$$G_{\text{ш}} = G_{\text{пг}} + G_a = 2,5455 + 0,375101 = 2,9206 \text{ кг/с}$$

**Температура продуктов горения на участке шахты**

$$T^{\circ}\text{K} = (T_{\text{в}} \cdot G_a + T_{\text{см}} \cdot G_{\text{пг}}) / (G_{\text{пг}} + G_a) =$$

$$(293 \cdot 0,375101 + 488,50 \cdot 2,54) / (2,54 + 0,375101) = 463,4 \text{ К}$$

**Плотность продуктов горения**

$$\rho_{\text{пг}} = 353 / T^{\circ}\text{К} = 353 / 463,4 = 0,76 \text{ кг/м}^3$$

**Коэффициент кинематической вязкости продуктов горения**

$$v = (\nu_2 \cdot ((T^{\circ}\text{К} - 273) / 1000)^2 + \nu_1 \cdot (T^{\circ}\text{К} - 273) / 1000 + \nu_0) / 10^6 =$$

$$(63,763736 \cdot ((463,4 - 273) / 1000)^2 + 99,05 \cdot (463,4 - 273) / 1000 + 11,106593) / 10^6 = 32,27 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

**Скорость продуктов горения в вертикальном участке**

$$V_{\text{ш}} = G_{\text{ш}} / (\rho_{\text{пг}} \cdot F_{\text{ш}}) = 2,92 / (0,76 \cdot 0,45) = 8,52 \text{ м/с}$$

**Абсолютная эквивалентная шероховатость материала вертикального участка**

$$\epsilon_{\text{ш}} = 0,1 \text{ мм}$$

**Коэффициент сопротивления трения вертикального участка**

$$\lambda_{\text{ш}} = 0,01$$

**Потери давления трения вертикального участка**

$$\Delta P_{\text{ш}} = 0,5 \cdot \rho_{\text{пг}} \cdot V_{\text{ш}}^2 \cdot (\lambda_{\text{ш}} \cdot L_{\text{ш}} / D_{\text{эш}} + Z_{\text{ш}}) =$$

$$0,5 \cdot 0,76 \cdot 8,52^2 \cdot (0,01 \cdot 2,8 / 0,64 + 0) = 2,07 \text{ Па}$$

**Число Рейнольдса для вертикального участка**

$$Re_{\text{ш}} = V_{\text{ш}} \cdot D_{\text{эш}} / \nu = 8,52 \cdot 0,64 / (32,27 \cdot 10^{-6}) = 169696$$

**Участок 11:**

**Давление снаружи здания с наветренной стороны**

$$P_{\text{нн}} = 0,4 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot V_{\text{в}}^2 - 9,81 \cdot h_{11} \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{п}}) =$$

$$0,4 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 30,1 \cdot (1,49 - 1,33) = -37,03 \text{ Па}$$

**Давление снаружи здания с заветренной стороны**

$$P_{\text{нз}} = -0,3 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot V_{\text{в}}^2 - 9,81 \cdot h_{11} \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{п}}) =$$

$$-0,3 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 30,1 \cdot (1,49 - 1,33) = -55,50 \text{ Па}$$

**Давление внутри здания**

$$P_{\text{в}} = (P_{\text{нн}} + P_{\text{нз}}) / 2 = (-37,03 + -55,50) / 2 = -46,27 \text{ Па}$$

**Давление в шахте**

$$P_{\text{ш}} = P_{\text{ш}(i-1)} - \Delta P_{\text{ш}(i-1)} = -261,24 - 2,07 = -263,31 \text{ Па}$$

**Подсосы закрытого клапана**

$$G_{\text{фкл}} = F_{\text{кл}} \cdot \sqrt{(P_{\text{в}} - P_{\text{ш}}) / S_{\text{кл}}} = 0,26 \cdot \sqrt{((-46,27 - -263,31) / 11000)} = 0,037224 \text{ кг/с}$$

**Подсосы горизонтального участка**

$$G_{\text{фвв}} = \rho_{\text{в}} / 3600 \cdot S_{\text{вв}} \cdot 0,032 \cdot (P_{\text{в}} - P_{\text{ш}})^{0,65} =$$

$$(1,20 / 3600) \cdot 0,52 \cdot 0,032 \cdot (-46,27 - -263,31)^{0,65} = 0,000183 \text{ кг/с}$$

**Подсосы вертикального участка**

$$G_{\text{фш}} = (\rho_{\text{в}} / 3600) \cdot S_{\text{ш}} \cdot 0,032 \cdot (P_{\text{в}} - P_{\text{ш}})^{0,65} =$$

$$(1,20 / 3600) \cdot 7,84 \cdot 0,032 \cdot (-46,27 - -263,31)^{0,65} = 0,002772 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы участка**

$$G_{\text{ф}} = G_{\text{фш}} + G_{\text{фвв}} + G_{\text{фкл}} = 0,002772 + 0,000183 + 0,037224 = 0,040180 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы**

$$G_{\text{а}} = \sum G_{\text{фj}} = 0,415281 \text{ кг/с}$$

**Расход продуктов горения с учетом подсосов**

$$G_{\text{ш}} = G_{\text{пг}} + G_{\text{а}} = 2,5455 + 0,415281 = 2,9608 \text{ кг/с}$$

**Температура продуктов горения на участке шахты**

$$T^{\circ}\text{К} = (T_{\text{в}} \cdot G_{\text{а}} + T_{\text{см}} \cdot G_{\text{пг}}) / (G_{\text{пг}} + G_{\text{а}}) =$$

$$(293 \cdot 0,415281 + 488,50 \cdot 2,54) / (2,54 + 0,415281) = 461,08 \text{ К}$$

**Плотность продуктов горения**

$$\rho_{\text{пг}} = 353 / T^{\circ}\text{К} = 353 / 461,08 = 0,76 \text{ кг/м}^3$$

**Коэффициент кинематической вязкости продуктов горения**

$$v = (\nu_2 \cdot ((T^{\circ}\text{К} - 273) / 1000)^2 + \nu_1 \cdot (T^{\circ}\text{К} - 273) / 1000 + \nu_0) / 10^6 =$$

$$(63,763736 \cdot ((461,08 - 273) / 1000)^2 + 99,05 \cdot (461,08 - 273) / 1000 + 11,106593) / 10^6 = 31,99 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

**Скорость продуктов горения в вертикальном участке**



$$V_{ш} = G_{ш} / (\rho_{пг} \cdot F_{ш}) = 2,96 / (0,76 \cdot 0,45) = 8,59 \text{ м/с}$$

Абсолютная эквивалентная шероховатость материала вертикального участка

$$\epsilon_{ш} = 0,1 \text{ мм}$$

Коэффициент сопротивления трения вертикального участка

$$\lambda_{ш} = 0,01$$

Потери давления трения вертикального участка

$$\Delta P_{ш} = 0,5 \cdot \rho_{пг} \cdot V_{ш}^2 \cdot (\lambda_{ш} \cdot L_{ш} / D_{эш} + Z_{ш}) =$$

$$0,5 \cdot 0,76 \cdot 8,59^2 \cdot (0,01 \cdot 2,8 / 0,64 + 0) = 2,11 \text{ Па}$$

Число Рейнольдса для вертикального участка

$$Re_{ш} = V_{ш} \cdot D_{эш} / \nu = 8,59 \cdot 0,64 / (31,99 \cdot 10^{-6}) = 172696$$

Участок 12:

Давление снаружи здания с наветренной стороны

$$P_{нн} = 0,4 \cdot \rho_{н} \cdot V_{в}^2 - 9,81 \cdot h_{12} \cdot (\rho_{н} - \rho_{п}) =$$

$$0,4 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 32,9 \cdot (1,49 - 1,33) = -41,46 \text{ Па}$$

Давление снаружи здания с заветренной стороны

$$P_{нз} = -0,3 \cdot \rho_{н} \cdot V_{в}^2 - 9,81 \cdot h_{12} \cdot (\rho_{н} - \rho_{п}) =$$

$$-0,3 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 32,9 \cdot (1,49 - 1,33) = -59,93 \text{ Па}$$

Давление внутри здания

$$P_{в} = (P_{нн} + P_{нз}) / 2 = (-41,46 + -59,93) / 2 = -50,69 \text{ Па}$$

Давление в шахте

$$P_{ш} = P_{ш(i-1)} - \Delta P_{ш(i-1)} = -263,31 - 2,11 = -265,43 \text{ Па}$$

Подсосы закрытого клапана

$$G_{фкл} = F_{кл} \cdot \sqrt{((P_{в} - P_{ш}) / S_{кл})} = 0,26 \cdot \sqrt{((-50,69 - -265,43) / 11000)} = 0,037025 \text{ кг/с}$$

Подсосы горизонтального участка

$$G_{фвв} = \rho_{в} / 3600 \cdot S_{вв} \cdot 0,032 \cdot (P_{в} - P_{ш})^{0,65} =$$

$$(1,20 / 3600) \cdot 0,52 \cdot 0,032 \cdot (-50,69 - -265,43)^{0,65} = 0,000182 \text{ кг/с}$$

Подсосы вертикального участка

$$G_{фш} = (\rho_{в} / 3600) \cdot S_{ш} \cdot 0,032 \cdot (P_{в} - P_{ш})^{0,65} =$$

$$(1,20 / 3600) \cdot 7,84 \cdot 0,032 \cdot (-50,69 - -265,43)^{0,65} = 0,002752 \text{ кг/с}$$

Суммарные подсосы участка

$$G_{ф} = G_{фш} + G_{фвв} + G_{фкл} = 0,002752 + 0,000182 + 0,037025 = 0,039960 \text{ кг/с}$$

Суммарные подсосы

$$G_{а} = \sum G_{ф} = 0,455242 \text{ кг/с}$$

Расход продуктов горения с учетом подсосов

$$G_{ш} = G_{пг} + G_{а} = 2,5455 + 0,455242 = 3,0008 \text{ кг/с}$$

Температура продуктов горения на участке шахты

$$T^{\circ}K = (T_{в} \cdot G_{а} + T_{sm} \cdot G_{пг}) / (G_{пг} + G_{а}) =$$

$$(293 \cdot 0,455242 + 488,50 \cdot 2,54) / (2,54 + 0,455242) = 458,84 \text{ К}$$

Плотность продуктов горения

$$\rho_{пг} = 353 / T^{\circ}K = 353 / 458,84 = 0,76 \text{ кг/м}^3$$

Коэффициент кинематической вязкости продуктов горения

$$\nu = (\nu_2 \cdot ((T^{\circ}K - 273) / 1000)^2 + \nu_1 \cdot (T^{\circ}K - 273) / 1000 + \nu_0) / 10^6 =$$

$$(63,763736 \cdot ((458,84 - 273) / 1000)^2 + 99,05 \cdot (458,84 - 273) / 1000 + 11,106593) / 10^6 = 31,71 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

Скорость продуктов горения в вертикальном участке

$$V_{ш} = G_{ш} / (\rho_{пг} \cdot F_{ш}) = 3,00 / (0,76 \cdot 0,45) = 8,66 \text{ м/с}$$

Абсолютная эквивалентная шероховатость материала вертикального участка

$$\epsilon_{ш} = 0,1 \text{ мм}$$

Коэффициент сопротивления трения вертикального участка

$$\lambda_{ш} = 0,01$$

Потери давления трения вертикального участка

$$\Delta P_{ш} = 0,5 \cdot \rho_{пг} \cdot V_{ш}^2 \cdot (\lambda_{ш} \cdot L_{ш} / D_{эш} + Z_{ш}) =$$

$$0,5 \cdot 0,76 \cdot 8,66^2 \cdot (0,01 \cdot 2,8 / 0,64 + 0) = 2,15 \text{ Па}$$

Число Рейнольдса для вертикального участка

$$Re_{\text{ш}} = V_{\text{ш}} \cdot D_{\text{эш}} / \nu = 8,66 \cdot 0,64 / (31,71 \cdot 10^{-6}) = 175688$$

Участок 13:

Давление снаружи здания с наветренной стороны

$$P_{\text{НН}} = 0,4 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot V_{\text{В}}^2 - 9,81 \cdot h_{13} \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{п}}) =$$

$$0,4 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 35,7 \cdot (1,49 - 1,33) = -45,89 \text{ Па}$$

Давление снаружи здания с заветренной стороны

$$P_{\text{НЗ}} = -0,3 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot V_{\text{В}}^2 - 9,81 \cdot h_{13} \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{п}}) =$$

$$-0,3 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 35,7 \cdot (1,49 - 1,33) = -64,35 \text{ Па}$$

Давление внутри здания

$$P_{\text{В}} = (P_{\text{НН}} + P_{\text{НЗ}}) / 2 = (-45,89 + -64,35) / 2 = -55,12 \text{ Па}$$

Давление в шахте

$$P_{\text{ш}} = P_{\text{ш(i-1)}} - \Delta P_{\text{ш(i-1)}} = -265,43 - 2,15 = -267,58 \text{ Па}$$

Подсосы закрытого клапана

$$G_{\text{фкл}} = F_{\text{кл}} \cdot \sqrt{((P_{\text{В}} - P_{\text{ш}}) / S_{\text{кл}})} = 0,26 \cdot \sqrt{((-55,12 - -267,58) / 11000)} = 0,036829 \text{ кг/с}$$

Подсосы горизонтального участка

$$G_{\text{фвв}} = \rho_{\text{в}} / 3600 \cdot S_{\text{ВВ}} \cdot 0,032 \cdot (P_{\text{В}} - P_{\text{ш}})^{0,65} =$$

$$(1,20 / 3600) \cdot 0,52 \cdot 0,032 \cdot (-55,12 - -267,58)^{0,65} = 0,000181 \text{ кг/с}$$

Подсосы вертикального участка

$$G_{\text{фш}} = (\rho_{\text{в}} / 3600) \cdot S_{\text{ш}} \cdot 0,032 \cdot (P_{\text{В}} - P_{\text{ш}})^{0,65} =$$

$$(1,20 / 3600) \cdot 7,84 \cdot 0,032 \cdot (-55,12 - -267,58)^{0,65} = 0,002734 \text{ кг/с}$$

Суммарные подсосы участка

$$G_{\text{ф}} = G_{\text{фш}} + G_{\text{фвв}} + G_{\text{фкл}} = 0,002734 + 0,000181 + 0,036829 = 0,039744 \text{ кг/с}$$

Суммарные подсосы

$$G_{\text{а}} = \sum G_{\text{ф}} = 0,494986 \text{ кг/с}$$

Расход продуктов горения с учетом подсосов

$$G_{\text{ш}} = G_{\text{пг}} + G_{\text{а}} = 2,5455 + 0,494986 = 3,0405 \text{ кг/с}$$

Температура продуктов горения на участке шахты

$$T^{\circ}\text{К} = (T_{\text{в}} \cdot G_{\text{а}} + T_{\text{см}} \cdot G_{\text{пг}}) / (G_{\text{пг}} + G_{\text{а}}) =$$

$$(293 \cdot 0,494986 + 488,50 \cdot 2,54) / (2,54 + 0,494986) = 456,68 \text{ К}$$

Плотность продуктов горения

$$\rho_{\text{пг}} = 353 / T^{\circ}\text{К} = 353 / 456,68 = 0,77 \text{ кг/м}^3$$

Коэффициент кинематической вязкости продуктов горения

$$\nu = (\nu_2 \cdot ((T^{\circ}\text{К} - 273) / 1000)^2 + \nu_1 \cdot (T^{\circ}\text{К} - 273) / 1000 + \nu_0) / 10^6 =$$

$$(63,763736 \cdot ((456,68 - 273) / 1000)^2 + 99,05 \cdot (456,68 - 273) / 1000 + 11,106593) / 10^6 = 31,45 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

Скорость продуктов горения в вертикальном участке

$$V_{\text{ш}} = G_{\text{ш}} / (\rho_{\text{пг}} \cdot F_{\text{ш}}) = 3,04 / (0,77 \cdot 0,45) = 8,74 \text{ м/с}$$

Абсолютная эквивалентная шероховатость материала вертикального участка

$$\epsilon_{\text{ш}} = 0,1 \text{ мм}$$

Коэффициент сопротивления трения вертикального участка

$$\lambda_{\text{ш}} = 0,01$$

Потери давления трения вертикального участка

$$\Delta P_{\text{ш}} = 0,5 \cdot \rho_{\text{пг}} \cdot V_{\text{ш}}^2 \cdot (\lambda_{\text{ш}} \cdot L_{\text{ш}} / D_{\text{эш}} + Z_{\text{ш}}) =$$

$$0,5 \cdot 0,77 \cdot 8,74^2 \cdot (0,01 \cdot 2,8 / 0,64 + 0) = 2,19 \text{ Па}$$

Число Рейнольдса для вертикального участка

$$Re_{\text{ш}} = V_{\text{ш}} \cdot D_{\text{эш}} / \nu = 8,74 \cdot 0,64 / (31,45 \cdot 10^{-6}) = 178671$$

Участок 14:

Наружное давление на наветренном фасаде на уровне выброса

$$P_{\text{НН.В}} = 0,4 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot V_{\text{В}}^2 - 9,81 \cdot h_{\text{выброс}} \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{п}}) =$$

$$0,4 \cdot 1,49 \cdot 4,2^2 - 9,81 \cdot 41,3 \cdot (1,49 - 1,33) = -54,74 \text{ Па}$$



**Давление в шахте ДУ на уровне верхнего дымового клапана**

$$P_{\text{шн}} = P_{\text{ш}(i-1)} - \Delta P_{\text{ш}(i-1)} = -267,58 - 2,19 = -269,78 \text{ Па}$$

**Подсосы вертикального участка**

$$G_{\text{фш}} = (\rho_{\text{в}} / 3600) \cdot S_{\text{ш}} \cdot 0,032 \cdot (P_{\text{в}} - P_{\text{ш}})^{0,65} = \\ (1,20 / 3600) \cdot 7,84 \cdot 0,032 \cdot (-63,97 - -269,78)^{0,65} = 0,002678 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы участка**

$$G_{\text{ф}} = G_{\text{фш}} + G_{\text{фвв}} + G_{\text{фкл}} = 0,002678 + 0 + 0 = 0,002678 \text{ кг/с}$$

**Суммарные подсосы**

$$G_{\text{а}} = \sum G_{\text{фj}} = 0,497665 \text{ кг/с}$$

**Расход продуктов горения с учетом подсосов**

$$G_{\text{ш}} = G_{\text{пг}} + G_{\text{а}} = 2,5455 + 0,497665 = 3,0432 \text{ кг/с}$$

**Температура продуктов горения на участке шахты**

$$T^{\circ}\text{K} = (T_{\text{в}} \cdot G_{\text{а}} + T_{\text{см}} \cdot G_{\text{пг}}) / (G_{\text{пг}} + G_{\text{а}}) = \\ (293 \cdot 0,497665 + 488,50 \cdot 2,54) / (2,54 + 0,497665) = 456,53 \text{ K}$$

**Плотность продуктов горения на уровне выброса**

$$\rho_{\text{н}} = 353 / T^{\circ}\text{K} = 353 / 456,53 = 0,77 \text{ кг/м}^3$$

**Коэффициент кинематической вязкости продуктов горения**

$$\nu = (\nu_2 \cdot ((T^{\circ}\text{K} - 273) / 1000)^2 + \nu_1 \cdot (T^{\circ}\text{K} - 273) / 1000 + \nu_0) / 10^6 = \\ (63,763736 \cdot ((456,53 - 273) / 1000)^2 + 99,05 \cdot (456,53 - 273) / 1000 + 11,106593) / 10^6 = 31,43 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

**Скорость продуктов горения в вертикальном участке**

$$V_{\text{ш}} = G_{\text{ш}} / (\rho_{\text{пг}} \cdot F_{\text{ш}}) = 3,04 / (0,77 \cdot 0,45) = 8,74 \text{ м/с}$$

**Абсолютная эквивалентная шероховатость материала вертикального участка**

$$\epsilon_{\text{ш}} = 0,1 \text{ мм}$$

**Коэффициент сопротивления трения вертикального участка**

$$\lambda_{\text{ш}} = 0,01$$

**Потери давления трения вертикального участка**

$$\Delta P_{\text{ш}} = 0,5 \cdot \rho_{\text{пг}} \cdot V_{\text{ш}}^2 \cdot (\lambda_{\text{ш}} \cdot L_{\text{ш}} / D_{\text{эш}} + Z_{\text{ш}}) = \\ 0,5 \cdot 0,77 \cdot 8,74^2 \cdot (0,01 \cdot 2,8 / 0,64 + 0,04) = 3,38 \text{ Па}$$

**Число Рейнольдса для вертикального участка**

$$Re_{\text{ш}} = V_{\text{ш}} \cdot D_{\text{эш}} / \nu = 8,74 \cdot 0,64 / (31,43 \cdot 10^{-6}) = 178872$$

**Массовый расход продуктов горения**

$$G_{\text{ш}} = 3,0432 \text{ кг/с}$$

**Объемный расход вентилятора**

$$L_{\text{в}} = G_{\text{ш}} / \rho_{\text{н}} \cdot 3600 = 3,0432 / 0,7732 \cdot 3600 = 14169 \text{ м}^3/\text{час}$$

**Давление вентилятора, приведённое к нормальным условиям**

$$P_{\text{sv}} = 1,2 \cdot (P_{\text{шн}}) / \rho_{\text{н}} = 418,69 \text{ Па}$$

**Температура продуктов горения перед вентилятором**

$$t^{\circ}\text{C} = T^{\circ}\text{K} - 273 = 184 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

**Компенсирующая подача воздуха**

**Массовый расход воздуха**

$$G_{\text{нв}} = G_{\text{пг}} / (1,3 \div 1,0) = 2,5455 / (1,3 \div 1,0) = (1,9581 \div 2,5455) \text{ кг/с}$$

**Объемный расход воздуха при  $t = -37 \text{ }^{\circ}\text{C}$**

$$L_{\text{нв}} = G_{\text{нв}} / \rho_{\text{н}} \cdot 3600 = (1,9581 \div 2,5455) / 1,49 \cdot 3600 = (4713 \div 6127) \text{ м}^3/\text{час}$$

Программа "КВМ-Дым" разработана на основании  
Методических рекомендаций к СП 7.13130.2013 (Расчётное определение  
основных параметров противодымной вентиляции зданий, ВНИИПО, 2013).

Разработчик - ООО «Производственное объединение КВМ», 3/20.11.

Программа предназначена для расчёта основных параметров противодымной вентиляции  
зданий различного назначения - жилых и общественных, производственных и складских, а также  
многофункциональных зданий и комплексов, закрытых подземных и надземных автостоянок.

## РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ПРИТОЧНОЙ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Наименование проекта:

Вариант: Подача воздуха в помещения зон безопасности

#### Характеристики здания

Число надземных этажей:  $N_{НЭ} = 13$

Число подземных этажей:  $N_{ПЭ} = 0$

Высота второго надземного этажа (от пола 1-го до пола 2-го):  $h_{(2)} = 2,80$  м

Высота вышележащих этажей (от пола до пола):  $\Delta h_{НЭ} = 2,80$  м

Высота подземных этажей (от пола до пола):  $\Delta h_{ПЭ} = 0,00$  м

#### Параметры воздуха

Температура наружного воздуха (без подогрева):  $t_a = -37,00$  °С

Температура воздуха в прилегающих помещениях (ЛШ, ЛК):  $t_{s1} = 14,00$  °С

Температура воздуха в защищаемых помещениях (с подогревом):  $t_r = 20,00$  °С

#### Параметры защищаемого помещения

на время эвакуации (одна открытая дверь, без подогрева)

Скорость воздуха через одну открытую дверь:  $v_r = 1,50$  м/с

Площадь двери:  $F_d = 2,00$  м<sup>2</sup>

Высота двери:  $h_d = 2,00$  м

#### Система приточной противодымной вентиляции

на время эвакуации (одна открытая дверь, без подогрева)

Уровень воздухоприёмного устройства отн. перекрытия верхнего этажа:  $h_0 = 10,00$  м

Потери давления в сети воздуховодов (для верхнего этажа):  $P_d = 80,00$  Па

Удельные потери давления воздуховодов вертикального участка:  $P_n = 2,00$  Па/м

#### Параметры защищаемого помещения

на время пребывания в помещении (закрытые двери, с подогревом)

Количество дверей Д1:  $n_d = 1$

Площадь каждой двери Д1:  $F_d = 2,00$  м<sup>2</sup>

Высота каждой двери Д1:  $h_d = 2,00$  м

#### Система приточной противодымной вентиляции

на время пребывания в помещении (закрытые двери, с подогревом)

Уровень воздухоприёмного устройства отн. перекрытия верхнего этажа:  $h_0 = 10,00$  м

Потери давления в сети воздуховодов (для верхнего этажа):  $P_d = 10,00$  Па



Удельные потери давления воздухопроводов вертикального участка:  $P_h = 0,10 \text{ Па/м}$

## РАСЧЕТ

$$T_a = t_a + 273,15 = 236,15 \text{ К}$$

$$T_{sl} = t_{sl} + 273,15 = 287,15 \text{ К}$$

$$T_r = t_r + 273,15 = 293,15 \text{ К}$$

Плотность наружного воздуха (без подогрева)

$$\rho_a = 353 / T_a = 1,49 \text{ кг/м}^3$$

Плотность воздуха в прилегающих помещениях (ЛШ, ЛК)

$$\rho_{sl} = 353 / T_{sl} = 1,23 \text{ кг/м}^3$$

Плотность воздуха в защищаемых помещениях (с подогревом)

$$\rho_r = 353 / T_r = 1,20 \text{ кг/м}^3$$

Характеристика удельного сопротивления воздухопроницанию каждой двери Д1

$$S_d = 5300 / \rho_a = 3545,59 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Расход воздуха, подаваемого во время эвакуации

$$G_{sf \text{ э}} = V_r \cdot \rho_a \cdot F_d = 4,48 \text{ кг/с}$$

Расход воздуха, подаваемого во время пребывания в помещении

$$G_{sf \text{ п}} = n_d \cdot F_d \cdot (20 / S_d)^{1/2} = 0,15 \text{ кг/с}$$

### Расчётные зависимости давления воздуха на этажах

Давление в защищаемых помещениях надземной части, Па

$$P_{sf(i)} = 20 - g \cdot (h_{(i)} + 0,5 \cdot h_d) \cdot (\rho_{sl} - \rho_r)$$

Давление вентилятора, Па

$$P_{sv} = 1,2 \cdot P_{r(i)} / \rho$$

### Система приточной противодымной вентиляции на время эвакуации (открытые двери, без подогрева)

Объёмный расход воздуха

$$L_v = 3600 \cdot G_{sf \text{ э}} / \rho_a = 10800 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Давление вентилятора, приведённое к нормальным условиям

$$P_{sv} = 1,2 \cdot [P_r + g \cdot h_0 \cdot (\rho_a - \rho_r) + P_d + h_{нэ} \cdot P_h] / \rho_a = 140 \text{ Па}$$

Давление, создаваемое вентилятором в помещении верхнего этажа

$$P_{max} = 0 \text{ Па}$$

### Система приточной противодымной вентиляции на время пребывания в помещении (закрытые двери, с подогревом)

Объёмный расход воздуха, подаваемого во время пребывания в помещении

$$L_v = 3600 \cdot G_{sf} \Pi / \rho_a = 362 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Давление вентилятора, приведённое к нормальным условиям

$$P_{sv} = 1,2 \cdot [P_r + g \cdot h_0 \cdot (\rho_a - \rho_r) + P_d + h_{нз} \cdot P_n] / \rho_a = 35 \text{ Па}$$

Давление, создаваемое вентилятором в помещении верхнего этажа

$$P_{max} = 32 \text{ Па}$$

**Таблица 1. Давление в защищаемых помещениях на время эвакуации ( $t_{sf} = t_a$ )**

Этаж	$P_{sf}$ , Па	$\Delta P$ , Па	$P_v$ , Па	$P_r$ , Па
13	110,11	80,00	160,16	-0,31
12	102,82	85,60	158,50	1,38
11	95,53	91,20	156,85	3,08
10	88,24	96,80	155,20	4,77
9	80,94	102,40	153,55	6,46
8	73,65	108,00	151,90	8,15
7	66,36	113,60	150,24	9,85
6	59,07	119,20	148,59	11,54
5	51,77	124,80	146,94	13,23
4	44,48	130,40	145,29	14,92
3	37,19	136,00	143,64	16,62
2	29,90	141,60	141,98	18,31
1	22,60	147,20	140,33	20,00

**Таблица 2. Давление в защищаемых помещениях на время пребывания ( $t_{sf} = t_r$ )**

Этаж	$P_{sf}$ , Па	$\Delta P$ , Па	$P_v$ , Па	$P_r$ , Па
13	11,46	10,00	23,36	31,65
12	12,15	10,28	24,31	30,68
11	12,84	10,56	25,25	29,71
10	13,53	10,84	26,20	28,74
9	14,22	11,12	27,15	27,77
8	14,92	11,40	28,10	26,80
7	15,61	11,68	29,05	25,83
6	16,30	11,96	29,99	24,86
5	16,99	12,24	30,94	23,88
4	17,68	12,52	31,89	22,91
3	18,37	12,80	32,84	21,94
2	19,06	13,08	33,78	20,97
1	19,75	13,36	34,73	20,00



Программа "КВМ-Дым" разработана на основании  
Методических рекомендаций к СП 7.13130.2013 (Расчётное определение  
основных параметров противодымной вентиляции зданий, ВНИИПО, 2013).

Разработчик - ООО «Производственное объединение КВМ», 3/20.11.

Программа предназначена для расчёта основных параметров противодымной вентиляции  
зданий различного назначения - жилых и общественных, производственных и складских, а также  
многофункциональных зданий и комплексов, закрытых подземных и надземных автостоянок.

## РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ПРИТОЧНОЙ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Наименование проекта:

Вариант: **Подача воздуха в лестничную клетку надземной части**

#### Условия:

- Лестничная клетка примыкает к наружной стене с окнами на каждом этаже.
- Лестничная клетка с обособленным наружным выходом.
- Первый этаж сообщается с лестничной клеткой через одинарную дверь.
- Позэтажные выходы в лестничную клетку через тамбур-шлюзы, защищённые ППДВ.

#### Характеристики здания

- Число этажей:  $N_{нэ} = 13$
- Отметка уровня второго этажа:  $h_{(2)} = 2,80$  м
- Высота этажей (второго и выше):  $\Delta h_{нэ} = 2,80$  м

#### Параметры воздуха

- Массовый расход удаляемых продуктов горения:  $G_{sm} = 3,04$  кг/с
- Температура внутреннего воздуха:  $t_r = 16,00$  °C
- Температура наружного воздуха:  $t_a = -37,00$  °C
- Скорость ветра:  $v_a = 2,00$  м/с

#### Коэффициенты ветрового напора

- Наветренная сторона:  $K_{ww} = 0,80$
- Заветренная сторона:  $K_{w0} = -0,60$

#### Лестничная клетка

- Без рассечек
- Площадь горизонтальной проекции маршей и площадок:  $F_s = 14,70$  м<sup>2</sup>
- Коэффициент местного сопротивления маршей:  $\xi_s = 60,00$

#### Наружный выход лестничной клетки

- Площадь двери наружного выхода:  $F_{da} = 1,89$  м<sup>2</sup>
- Высота двери наружного выхода:  $h_{da} = 2,10$  м
- Количество последовательно расположенных дверей наружного выхода:  $n = 3$
- КМС проема дверей наружного выхода:  $\xi_d = 2,44$
- КМС тамбура наружного выхода (Z-образный):  $\xi_r = 4,00$

#### Позэтажные выходы на лестничную клетку

Площадь каждой двери:  $F_d = 1,89 \text{ м}^2$   
Высота каждой двери:  $h_d = 2,10 \text{ м}$   
Тип двери: **дымогазонепроницаемая**

Сопротивление воздухопроницанию закрытой двери  
принято как для дымогазонепроницаемой двери:  $S_d = 60000 / \rho_s = 44643,10 \text{ м}^3/\text{кг}$

## Оконные проёмы лестничной клетки

Нормируемая воздухопроницаемость проёмов:  $G_H = 6,00 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$   
Площадь проёма на каждом этаже:  $F_w = 2,50 \text{ м}^2$

## Система приточной противодымной вентиляции

Разность уровней воздухоприёмного устройства и верхнего оголовка ЛК:  $h_{01} = 5,00 \text{ м}$   
Потери давления в сети до верхнего оголовка ЛК:  $P_{ds} = 60,00 \text{ Па}$

## РАСЧЕТ

$$T_a = t_a + 273,15 = 236,15 \text{ К}$$
$$T_r = t_r + 273,15 = 289,15 \text{ К}$$

Плотность наружного воздуха

$$\rho_a = 353 / T_a = 1,49 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Плотность воздуха в помещении

$$\rho_r = 353 / T_r = 1,22 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Средняя температура воздуха в лестничной клетке

$$t_s = (t_a + t_r) / 2 = -10,50 \text{ °С}$$

$$T_s = t_s + 273,15 = 262,65 \text{ К}$$

Плотность воздуха в лестничной клетке

$$\rho_s = 353 / T_s = 1,34 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Ветровой напор в лестничной клетке

$$P_{wind} = 0,25 \cdot (K_{ww} - K_{w0}) \cdot \rho_a \cdot v_a^2 = 2,09 \text{ Па}$$

## Нормированное сопротивление воздухопроницанию оконных проёмов согласно СНиП II 3-79

Расчетная высота здания до уровня перекрытия верхнего этажа

$$H_{зд} = h_{(2)} + \Delta h_{нэ} \cdot (N_{нэ} - 1) = 36,40 \text{ м}$$

Удельный вес наружного воздуха

$$\gamma_a = 3463 / T_a = 14,66 \text{ Н}/\text{м}^3$$

Удельный вес внутреннего воздуха

$$\gamma_r = 3463 / T_r = 11,98 \text{ Н}/\text{м}^3$$

Нормированная разность давлений воздуха

$$\Delta p = 0,55 \cdot H_{зд} \cdot (\gamma_a - \gamma_r) + 0,03 \cdot \gamma_r \cdot v_a^2 = 55,25 \text{ Па}$$



Нормированное сопротивление воздухопроницанию

$$R_n = (1 / G_H) \cdot (\Delta p / \Delta p_0)^{2/3} = 0,52 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} / \text{кг}, \text{ где } \Delta p_0 = 10 \text{ Па}$$

Давление на уровне двери ЛК 1-го этажа

$$P_{s(1)} = 20 + P_{wind} - 0,5 \cdot g \cdot h_d \cdot (\rho_s - \rho_r) = 20,82 \text{ Па}$$

Расход воздуха через наружный выход лестничной клетки

$$G_{sa} = \{2 \cdot \rho_s \cdot [20 + P_{wind} + 0,5 \cdot g \cdot h_{da} \cdot (\rho_a - \rho_s)] / [(n \cdot \xi_d + \xi_r + 1) / F_{da}^2]\}^{1/2} = 4,29 \text{ кг/с}$$

**Расчётные зависимости давления и расхода воздуха на вышележащих этажах**

Давление воздуха в лестничной клетке, Па

$$P_{s(i+1)} = P_{s(i)} + 0,5 \cdot \xi_s \cdot \rho_s \cdot v_{s(i)}^2$$

Утечки через неплотности дверных проёмов

$$\Delta G_{sd(i+1)} = F_{d(i+1)} / S_d^{1/2} \cdot [P_{s(i+1)} + g \cdot (h_{(i+1)} + 0,5 \cdot h_{d(i+1)}) \cdot (\rho_s - \rho_r) - P_{wind}]^{1/2}$$

Утечки через неплотности оконных проёмов

$$\Delta G_{sw(i+1)} = (F_w / R_n / 3600) \cdot \{[P_{s(i+1)} + g \cdot (h_{(i+1)} + 0,5 \cdot h_{d(i+1)}) \cdot (\rho_s - \rho_r)] / 10\}^{2/3}$$

Расход воздуха в лестничной клетке, кг/с

$$G_{s(i+1)} = G_{s(i)} + \Delta G_{s(i+1)}$$

Скорость воздуха в лестничной клетке, м/с

$$v_{s(i)} = G_{s(i)} / (\rho_s \cdot F_s)$$

Объёмный расход вентилятора, м<sup>3</sup>/ч

$$L_v = 3600 \cdot \Sigma G_s / \rho_a$$

Давление вентилятора, приведённое к нормальным условиям, Па

$$P_{sv} = 1,2 \cdot [P_s + g \cdot h_{sN} \cdot (\rho_a - \rho_s) + g \cdot h_{ol} \cdot (\rho_a - \rho_r) + P_{ds}] / \rho_a$$

**Таблица 1. Давление и расходы воздуха по этажам**

Этаж	P, Па	ΔG <sub>двери</sub>	ΔG <sub>окна</sub>	G, кг/с	L <sub>v</sub> , м <sup>3</sup> /ч	P <sub>sv</sub> , Па
13	47,75	0,08	0,03	5,26	12666	143
12	45,02	0,08	0,03	5,15		
11	42,39	0,08	0,02	5,04		
10	39,87	0,07	0,02	4,94		
9	37,44	0,07	0,02	4,84		
8	35,11	0,07	0,02	4,75		
7	32,87	0,06	0,02	4,66		
6	30,70	0,06	0,02	4,58		
5	28,61	0,06	0,02	4,50		
4	26,59	0,05	0,02	4,42		
3	24,63	0,05	0,01	4,36		
2	22,73			4,29		

1	20,82		4,29		
---	-------	--	------	--	--



Программа "КВМ-Дым" разработана на основании  
Методических рекомендаций к СП 7.13130.2013 (Расчётное определение  
основных параметров противодымной вентиляции зданий, ВНИИПО, 2013).

Разработчик - ООО «Производственное объединение КВМ», 3/20.11.

Программа предназначена для расчёта основных параметров противодымной вентиляции  
зданий различного назначения - жилых и общественных, производственных и складских, а также  
многофункциональных зданий и комплексов, закрытых подземных и надземных автостоянок.

## РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ПРИТОЧНОЙ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Наименование проекта:

Вариант: **Подача воздуха в лифтовую шахту**

Условия:

Надземная лифтовая шахта.

Лифтовая шахта центрального ядра надземной части.

Выгороженный лифтовой холл на основном посадочном этаже.

Выгороженные лифтовые холлы на вышележащих надземных этажах.

Характеристики здания

Число надземных этажей:  $N_{НЭ} = 13$

Отметка уровня второго этажа (от пола 1-го до пола 2-го):  $h_{(2)} = 2,80$  м

Высота вышележащих этажей (от пола до пола):  $\Delta h_{НЭ} = 2,80$  м

Характеристики лифтовой шахты

Нижний обслуживаемый этаж:  $НЭ_н = 1$

Верхний обслуживаемый этаж:  $НЭ_в = 13$

Площадь дверей лифтовой шахты:  $F_{dl} = 1,80$  м<sup>2</sup>

Площадь дверей лифтовых холлов:  $F_{dr} = 4,40$  м<sup>2</sup>

Высота дверей лифтовой шахты:  $h_{dl} = 2,10$  м

Количество кабин лифтов в шахте:  $n = 1$

Количество дверей каждого лифтового холла:  $m = 2$

Площадь поперечного сечения кабины лифта по внешнему контуру ограждений:  $F_{lc} = 3,00$  м<sup>2</sup>

Площадь поперечного сечения шахты лифта по внутреннему контуру ограждений:  $F_{ls} = 2,70$  м<sup>2</sup>

КМС проема дверей выгороженного лифтового холла на основном посадочном этаже:  $\xi_d = 2,44$

Параметры воздуха

Температура наружного воздуха:  $t_a = -37,00$  °С

Температура воздуха в лифтовой шахте:  $t_l = 16,00$  °С

Температура воздуха во внутренних помещениях:  $t_r = 21,00$  °С

Система приточной противодымной вентиляции

Разность уровней воздухоприёмного устройства и верхнего оголовка ЛШ:  $h_{os} = 3,00$  м

Потери давления в сети до верхнего оголовка ЛШ:  $P_{dl} = 100,00$  Па

Избыточное давление в надземной части ЛШ:  $P_{20H} = 20,00$  Па



## РАСЧЕТ

КМС узла "кабина-шахта" при открытых дверях

$$\xi_l = 4,3 + F_{lc} / F_{ls} = 5,41$$

$$T_a = t_a + 273,15 = 236,15 \text{ K}$$

$$T_l = t_l + 273,15 = 289,15 \text{ K}$$

$$T_r = t_r + 273,15 = 294,15 \text{ K}$$

Плотность наружного воздуха

$$\rho_a = 353 / T_a = 1,49 \text{ кг/м}^3$$

Плотность воздуха в лифтовой шахте

$$\rho_l = 353 / T_l = 1,22 \text{ кг/м}^3$$

Плотность воздуха во внутренних помещениях

$$\rho_r = 353 / T_r = 1,20 \text{ кг/м}^3$$

Сопротивление воздухопроницанию дверей лифтовой шахты

$$S_{dl} = 2600 / \rho_l = 2129,72 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Сопротивление воздухопроницанию дверей лифтового холла

$$S_{dr} = 5300 / \rho_l = 4341,35 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Характеристика сопротивления дверей надземной части ЛШ

$$S_{dlr} = S_{dl} / (n \cdot F_{dl})^2 + S_{dr} / (m \cdot F_{dr})^2 = 713,38 \text{ 1}/(\text{кг} \cdot \text{м})$$

Характеристика сопротивления дверей подземной части ЛШ

$$S_{dlr} = S_{dl} / (n \cdot F_{dl})^2 + S_{dr} / (m \cdot F_{dr})^2 = 713,38 \text{ 1}/(\text{кг} \cdot \text{м})$$

Давление в надземной части лифтовой шахты

$$P_{l(2)} = P_{20H} - g \cdot (h_{(2)} + 0,5 \cdot h_{dl}) \cdot (\rho_l - \rho_r) = 19,22 \text{ Па}$$

Расход воздуха в открытых проёмах шахты на 1-м этаже, поступающего сверху

$$G_{l(2)} = \left\{ 2 \cdot \rho_l \cdot [P_{20H} - g \cdot (h_{(2)} + 0,5 \cdot h_{dl}) \cdot (\rho_l - \rho_r) + 0,5 \cdot g \cdot h_{dl} \cdot (\rho_a - \rho_l)] / \right. \\ \left. [\xi_l / (n \cdot F_{dl})^2 + (\xi_d + 1) / (m \cdot F_{dr})^2] \right\}^{1/2} = 5,60 \text{ кг/с}$$

**Расчётные зависимости давления и расхода воздуха на этажах**

Давление, Па

$$P_{l(i)} = P_{l(2)}; \quad P_{l(-n)} = P_{l(-1)}$$

Утечки через неплотности в верхней части ЛШ, кг/с

$$\Delta G_{l(i)} = \left\{ [P_{l(i)} + g \cdot (h_{(i)} + 0,5 \cdot h_{dl}) \cdot (\rho_s - \rho_r)] / S_{lr(i)} \right\}^{1/2} = 2,16 \text{ кг/с}$$

**Приток в верхнюю часть лифтовой шахты**

Массовый расход воздуха

$$G_L = 8 \text{ кг/с}$$

Давление в оголовке ЛШ

$$P_L = 26 \text{ Па}$$

Объёмный расход вентилятора

$$L_V = 3600 \cdot G_L / \rho_a = 18692 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Давление вентилятора, приведённое к нормальным условиям

$$P_{sv} = (1,2 / \rho_a) \cdot [P_L + g \cdot h_{IN} \cdot (\rho_a - \rho_l) + g \cdot h_{os} \cdot (\rho_a - \rho_r) + P_{dl}] = 200 \text{ Па}$$

### Расход и скорость воздуха в открытых проёмах на первом этаже

Расход в открытом проёме лифтового холла 1-го этажа

$$L_{\text{холл1э}} = 6746 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Скорость в открытом проёме лифтового холла 1-го этажа

$$V_{\text{холл1э}} = 1,04 \text{ м/с}$$

Расход в открытом проёме ЛШ 1-го этажа

$$L_{\text{лифт1э}} = 13492 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Скорость в открытом проёме ЛШ 1-го этажа

$$V_{\text{лифт1э}} = 2,08 \text{ м/с}$$

Таблица 1. Давление и расходы воздуха на этажах


Этаж	h, м	P <sub>г</sub> , Па	P <sub>Л</sub> , Па	ΔG, кг/с	G, кг/с
13	33,60	7,05	26,27	0,192	7,569
12	30,80	6,48	25,70	0,19	7,38
11	28,00	5,91	25,13	0,188	7,192
10	25,20	5,34	24,56	0,186	7,006
9	22,40	4,77	23,99	0,183	6,823
8	19,60	4,20	23,42	0,181	6,642
7	16,80	3,63	22,85	0,179	6,463
6	14,00	3,06	22,28	0,177	6,286
5	11,20	2,49	21,71	0,174	6,112
4	8,40	1,92	21,14	0,172	5,939
3	5,60	1,35	20,57	0,17	5,77
2	2,80	0,78	20,00	0,167	5,602
1	0,00	0,21			5,602

## Характеристика систем

Обозначение системы	Кол. систем	Наименование обслуживаемого помещения (технологического оборудования)	Тип установки	Вентилятор						Электродвигатель			Примечание	
				Тип исполнения по взрывозащите	№	Схема исполнения	Положение	L, м³/ч	P, Па	n, об/мин	Тип. исполнение по взрывозащите	N, кВт		n, об/мин
П1	1	ИТП	LKP-160-V	-	-	-	-	250	150	2550	-	0,15	2550	
П2-П5	4	Консьерж 1-4 секц.	LKP-100-V	-	-	-	-	60	150	2450	-	0,07	2450	
В1	1	ИТП	LKP-160-V	-	-	-	-	250	200	2550	-	0,15	2550	
В2	1	Насосная	LKP-125-V	-	-	-	-	150	150	2450	-	0,1	2450	
В3, В4	2	Электрощитовые	LKP-100-V	-	-	-	-	50	100	2450	-	0,07	2450	
В5-В7	3	Санузлы, КУИ	LKP-125-V	-	-	-	-	180/160/120	150	2450	-	0,1	2450	
ДВ1-ДВ4	4	Внеквартирный коридор	ВКР-ДУ-Ф	-	-	7,1	-	14 500	650	1500	-	11,0	1500	
ДП1-1... ДП1-4	4	Внеквартирный коридор	ВО-2,3-130	-	-	5	-	6 150	650	1500	-	3,0	1500	
ДП2-1... ДП2-4	4	Пожаробезопасная зона	ВО-2,3-130	-	-	6,3	-	10 800	400	1500	-	2,2	1500	
ДП3-1... ДП3-4	4	Пожаробезопасная зона (нагрев)	LKP-160-V	-	-	-	-	360	300	2550	-	0,15	2550	
ДП4-1... ДП4-4	4	Лестничная клетка Н2	ВО-2,3-130	-	-	6,3	-	13 200	400	1500	-	3,0	1500	
ДП5-1... ДП5-4	4	Шахта лифта (пож.подразд.)	ВО-2,3-130	-	-	5	-	8 400	400	1500	-	1,5	1500	
ДП6-1... ДП6-4	4	Шахта лифта	ВО-2,3-130	-	-	6,3	-	18 700	400	1500	-	5,5	1500	
У1, У2	2	Тамбур	КЭВ-ЗП1154Е	-	-	-	-	500	-	-	-	-	-	

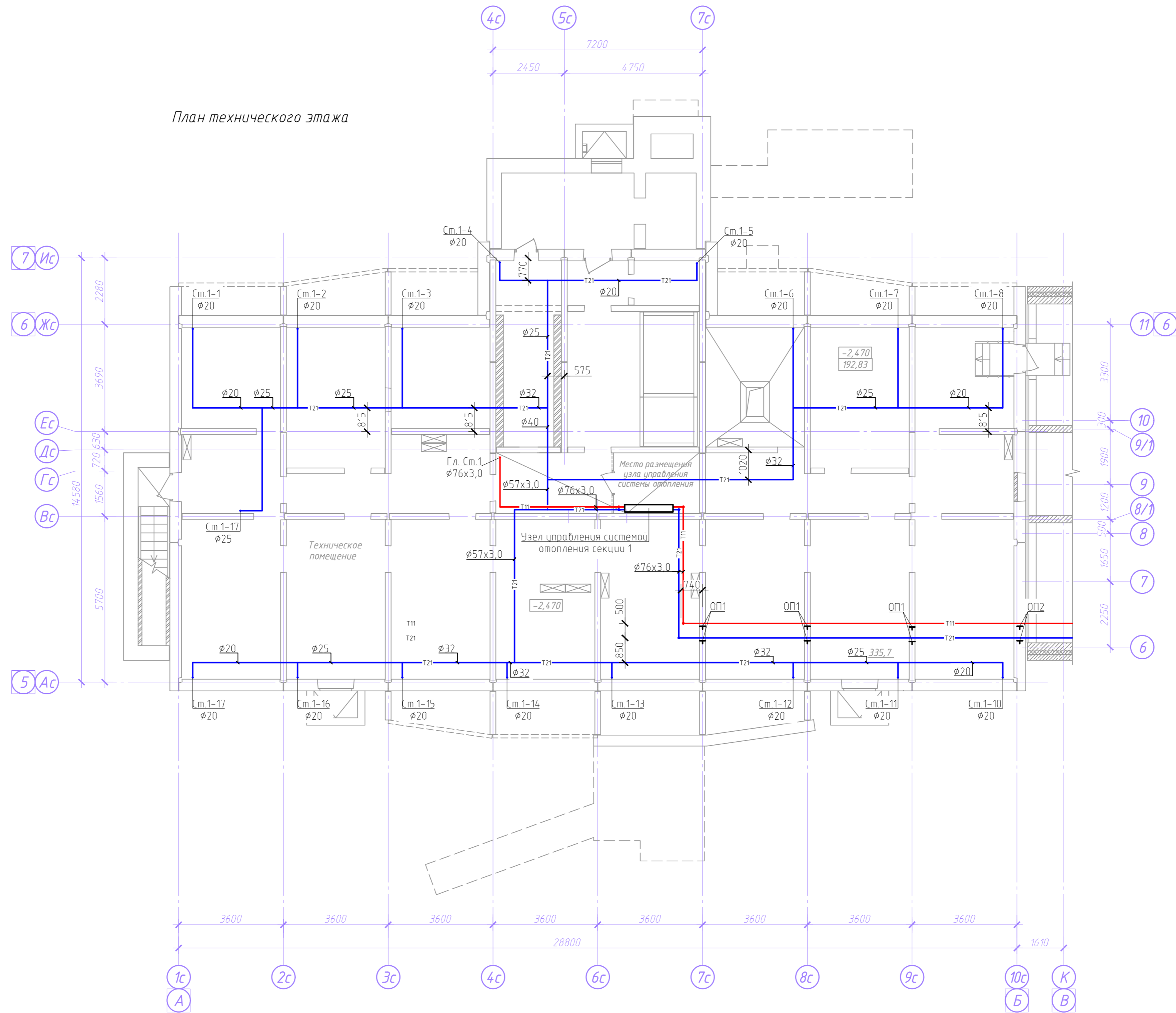
Обозначение системы	Воздухонагреватель						Фильтр						
	Тип	№	Кол.	Т-ра нагрева, °С		Расход теплоты, Вт	ΔP, Па	Тип	№	Кол.	ΔP, Па	Концентрация, мг/м³	
				от	до							начальная	конечная
П1	L3,0	-	1	-37	+5	3 000*	-	EU3	-	1	-	-	-
П2-П5	L1,5	-	1	-37	+19	1 500*	-	EU3	-	1	-	-	-
ДП3-1... ДП3-3	-	-	1	-	-	6 000*	-	-	-	-	-	-	-
У1, У2	-	-	1	-	-	3 000*	-	-	-	-	-	-	-

\* - электронагрев

						022/07 - 907 - ИОС4				
1	1	-	535-23	<i>Моню</i>	13.09.23	Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Заельцовском районе г. Новосибирска				
Изм.	Кол.	Лист	N док.	Подп.	Дата					
Выполнил	Шмыков		<i>Шмыков</i>	07.23	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №907 с помещениями обслуживания жилой застройки - 9 этаж			Стадия	Лист	Листов
ГИП	Шаповалов		<i>Моню</i>	07.23	Характеристика систем			П	1	
										

Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №

План технического этажа

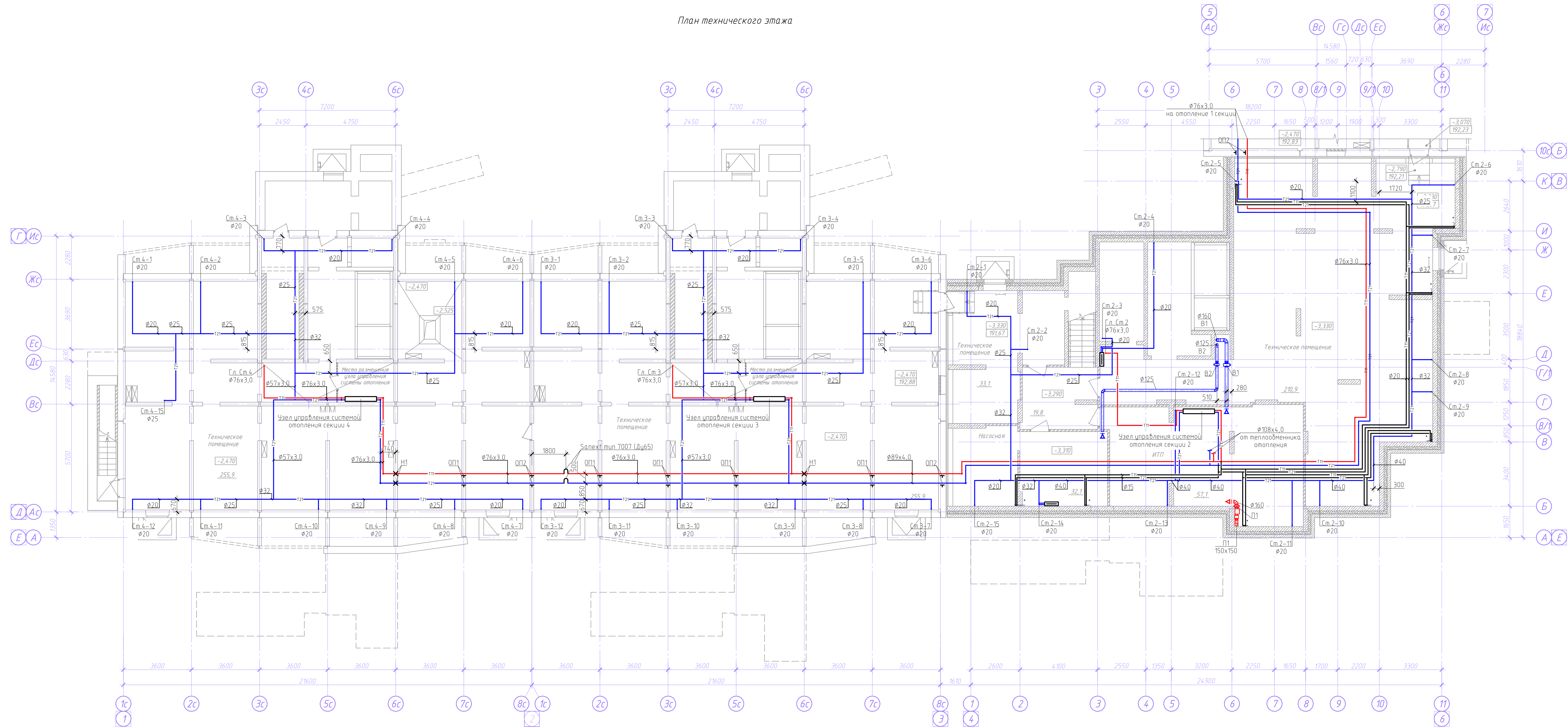


Трубопроводы проложенные по техническому этажу покрыть цилиндрами из базальтовой ваты с покровным слоем из алюминиевой армированной фольги  $\delta=30$  мм.  
Тепловая изоляция условно не показана.

022/07 - 907 - ИОС4					
1	1	-	535-23	Маня	03.09.23
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Выполнил	Шмыков	07.23	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №907 с помещениями обслуживания жилой застройки - 9 этаж		
ГИП	Шаповалов	07.23	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №907 с помещениями обслуживания жилой застройки - 9 этаж		
Секция 1. План технического этажа					
			Стадия	Лист	Листов
			П	2	
			ООО ПРОЕКТИРОВО-ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОЕ БЮРО "ЭНЕРГОМОНТАЖ"		



План технического этажа



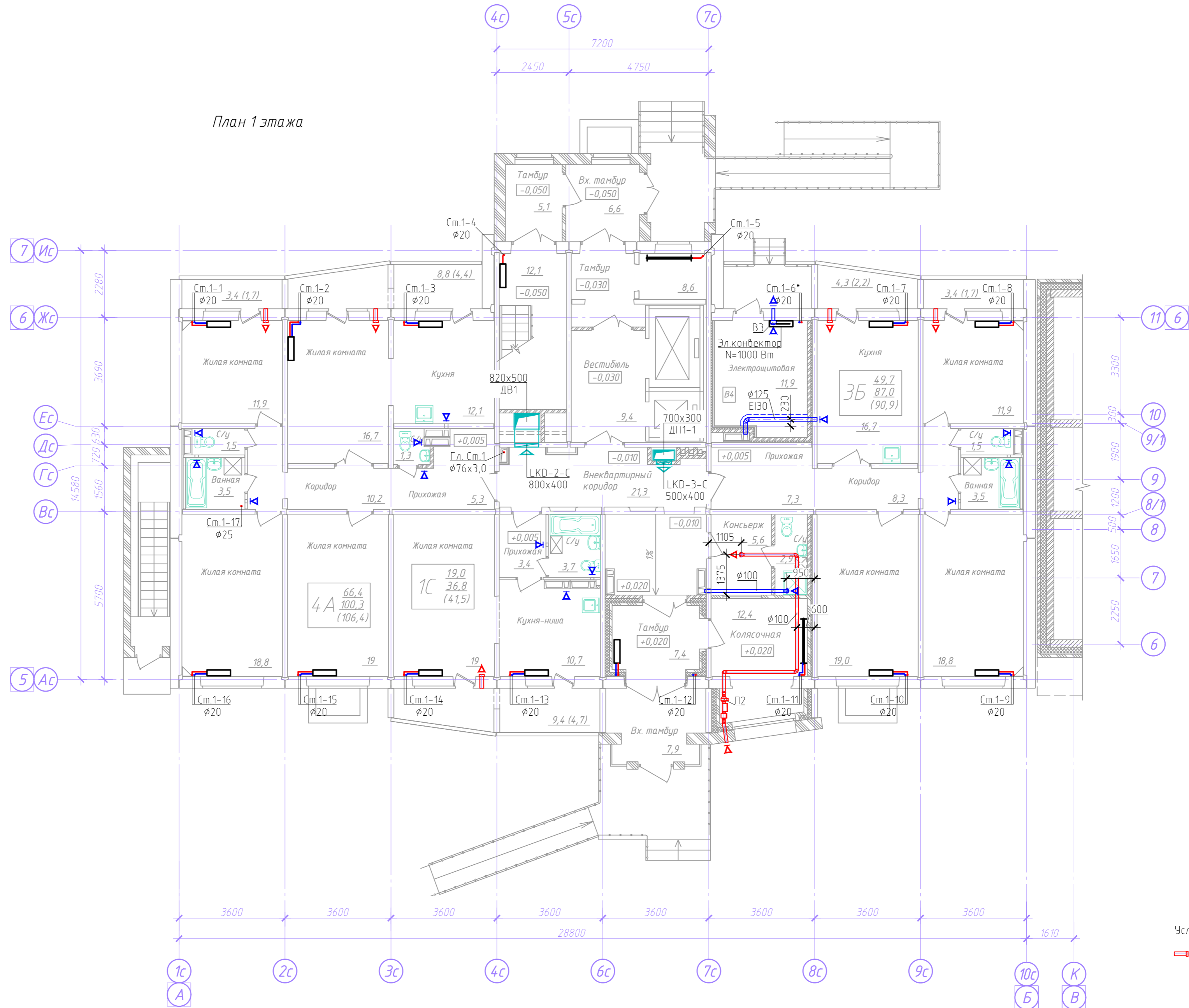
Трубопроводы проложенные по техническому этажу покрыть цилиндрами из базальтовой ваты с покрывным слоем из алюминиевой армированной фольги  $b=30$  мм. Тепловая изоляция условно не показана.

022/07 - 907 - ИОС4			
Изм.	Кол.	Лист	Дата
1	1	-	03.09.23
Выполнил	Шымаков	07.23	
ГИП	Шаповалов	07.23	
Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Завельцовском районе г. Новосибирска			
Многоквартирный многоэтажный жилой дом №907 с помещениями обслуживания жилой застройки - 9 этаж			
Стадия	Лист	Листов	
П	3		
Секция 2-4. План технического этажа			

1.1



План 1 этажа



Условные обозначения:  
 - клапан инфильтрации воздуха;  
 - решетка вентиляционная.

1.1

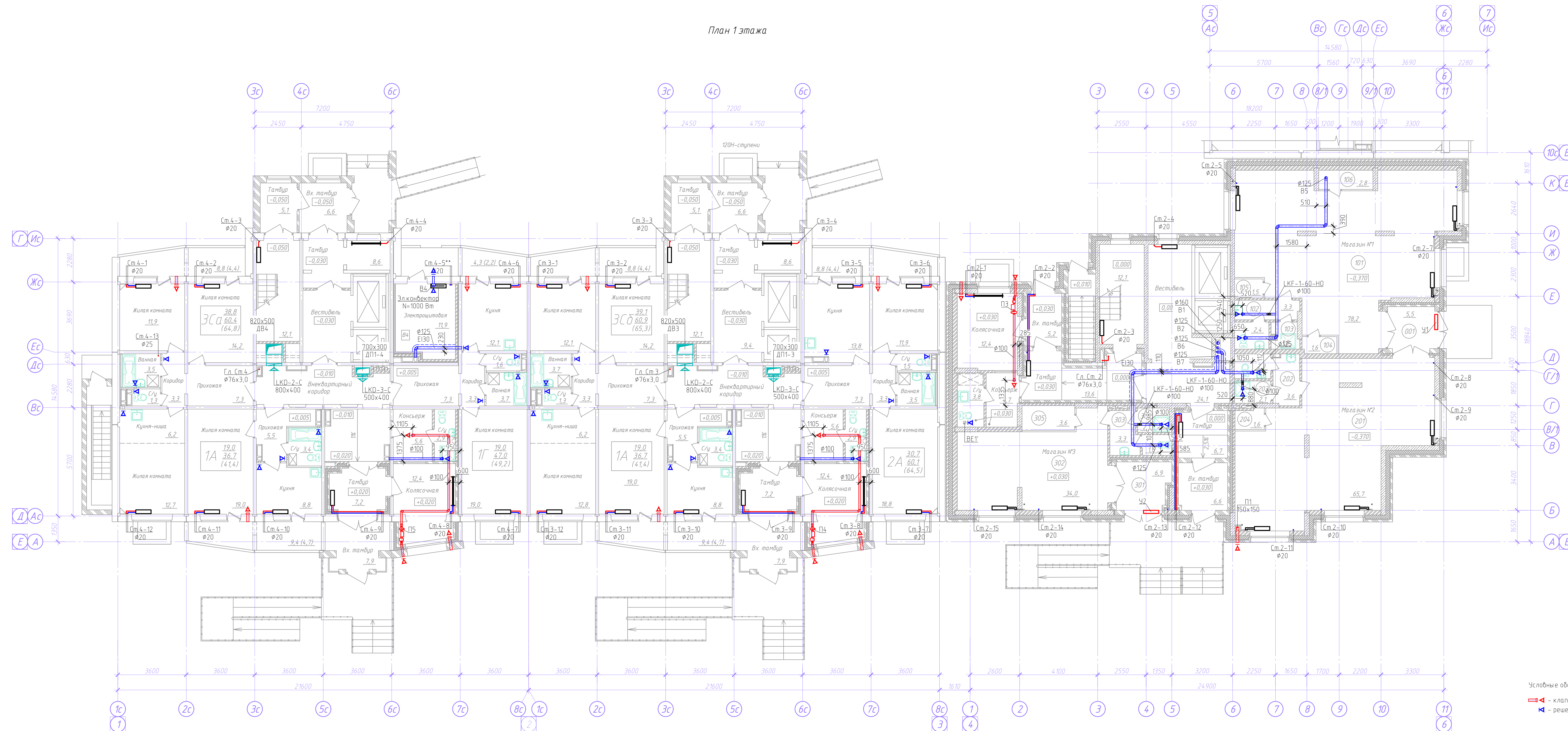
\* - трубопроводы через помещение электрощитовой проложить в гильзе из стальной трубы Ду32.

Инф. № подл. Подп. и дата Взам. инф. №

				022/07 - 907 - ИОС 4		
1	1	-	535-23	Шаман	13.09.23	Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Завельцовском районе г. Новосибирска
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
Выполнил	Шмыков			Шаман	07.23	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №907 с помещениями обслуживания жилой застройки - 9 этап
ГИП	Шалопалов			Шаман	07.23	
				Стадия	Лист	Листов
				П	4	
				Секция 1. План 1 этажа		

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²
001	Тамбур	5,5
	Магазин №1 (магазин непродовольственных товаров)	91,6
101	Торговое помещение	78,2
102	Санузел	5,7
103	Помещение для хранения, очистки и сушки уборочного инвентаря	1,8
104	Подсобное помещение	1,6
105	Подсобное помещение	1,5
106	Подсобное помещение	2,8
	Магазин №2 (магазин непродовольственных товаров)	75,3
201	Торговое помещение	65,7
202	Санузел	5,9
203	Помещение для хранения, очистки и сушки уборочного инвентаря	2,1
204	Подсобное помещение	1,6
	Магазин №3 (магазин непродовольственных товаров)	51,5
301	Тамбур	6,9
302	Торговое помещение	34,0
303	Санузел	4,9
304	Помещение для хранения, очистки и сушки уборочного инвентаря	2,1
305	Подсобное помещение	3,6
	Итого на этаж:	223,9

План 1 этажа



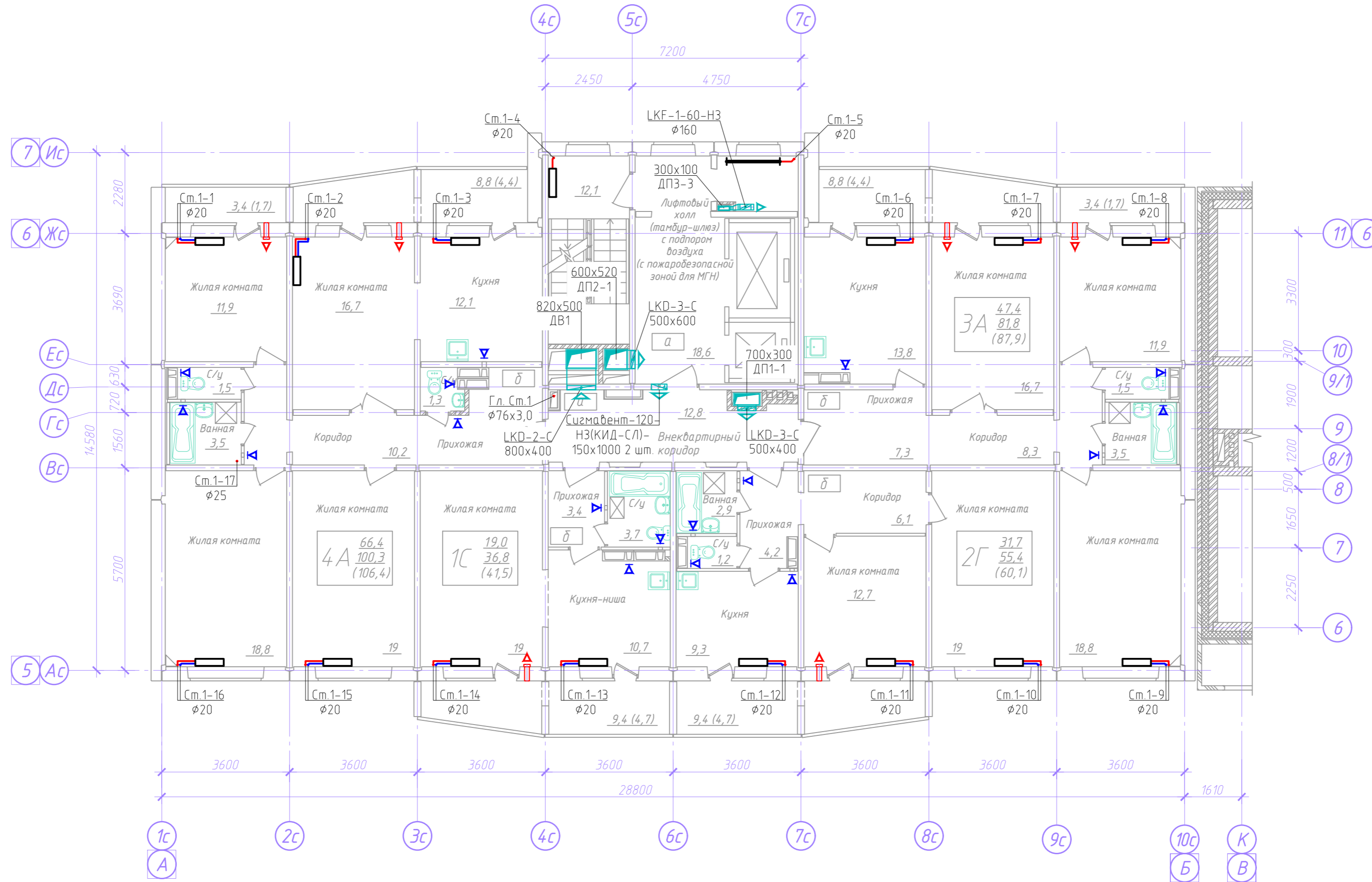
\* - опуск трубопроводов в техподполье.  
 \*\* - трубопроводы через помещение электрощитовой проложить в гильзе из стальной трубы Ду32.

Слабые обозначения:  
 ◀ - клапан инфильтрации воздуха;  
 ◀ - решетка вентиляционная.

022/07 - 907 - ИОС4			
Изм.	Кол.	Лист	Дата
1	1	535-23	03.09.17
Выполнил	Шмыков	07.23	
ГИП	Шаповалов	07.23	
Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Завельцовском районе г. Новосибирска			
Многоквартирный многоэтажный жилой дом №907 с помещениями обслуживания жилой застройки - 9 этаж			
Стадия	Лист	Листов	
П	5		
Секция 2-4. План 1 этажа			



План 2-13 этажей



Условные обозначения:

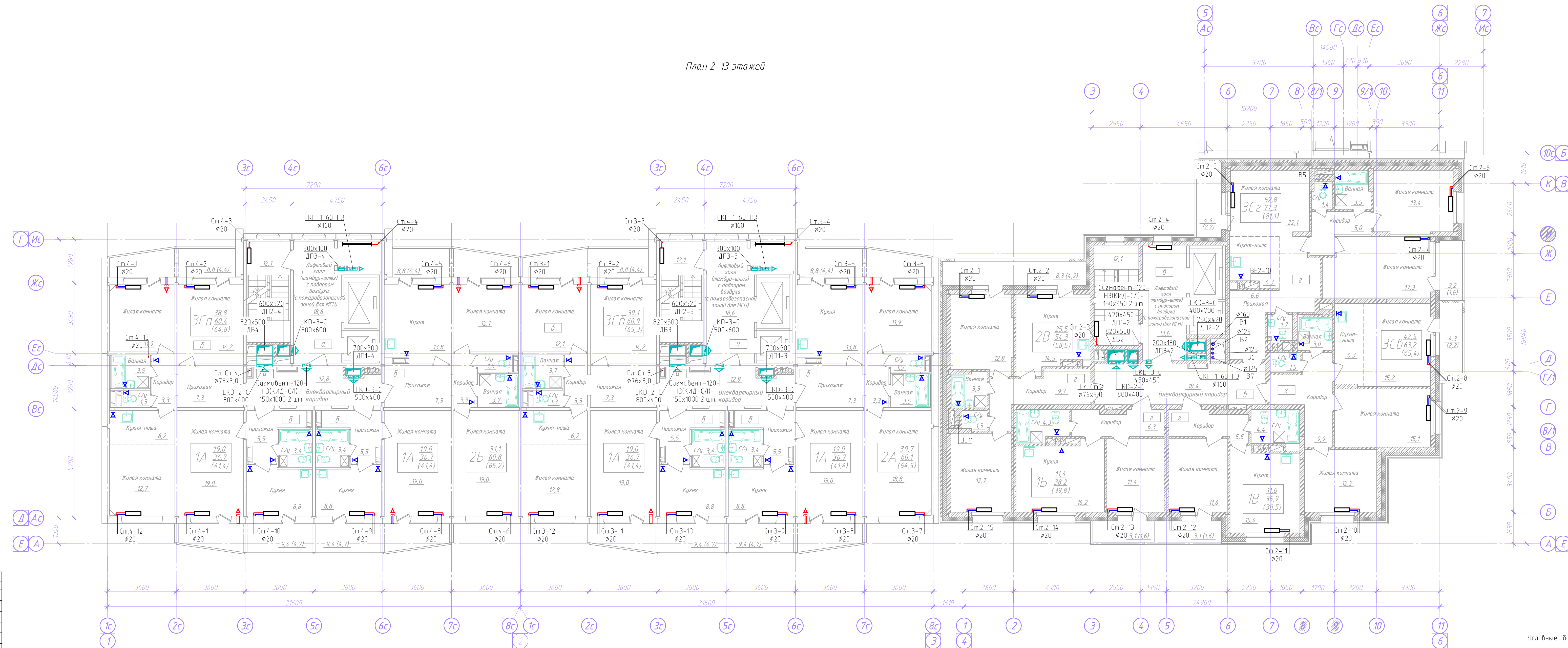
- клапан инфильтрации воздуха;
- решетка вентиляционная.

Этаж	Отм. чистого пола этажа	
	а	б
2	+2,750	+2,725
3	+5,550	+5,525
4	+8,350	+8,325
5	+11,150	+11,125
6	+13,950	+13,925
7	+16,750	+16,725
8	+19,550	+19,525
9	+22,350	+22,325
10	+25,150	+25,125
11	+27,950	+27,925
12	+30,750	+30,725
13	+33,550	+33,525

				022/07 - 907 - ИОС4		
Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Завельцовском районе г. Новосибирска						
Изм.	Кол.	Лист N док.	Подп.	Дата	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №907 с помещениями обслуживания жилой застройки - 9 этап	Листов
Выполнил	Шмыков			07.23	Стадия	Лист
ГИП	Шаповалов			07.23	П	6
Секция 1. План 2-13 этажей						



План 2-13 этажей



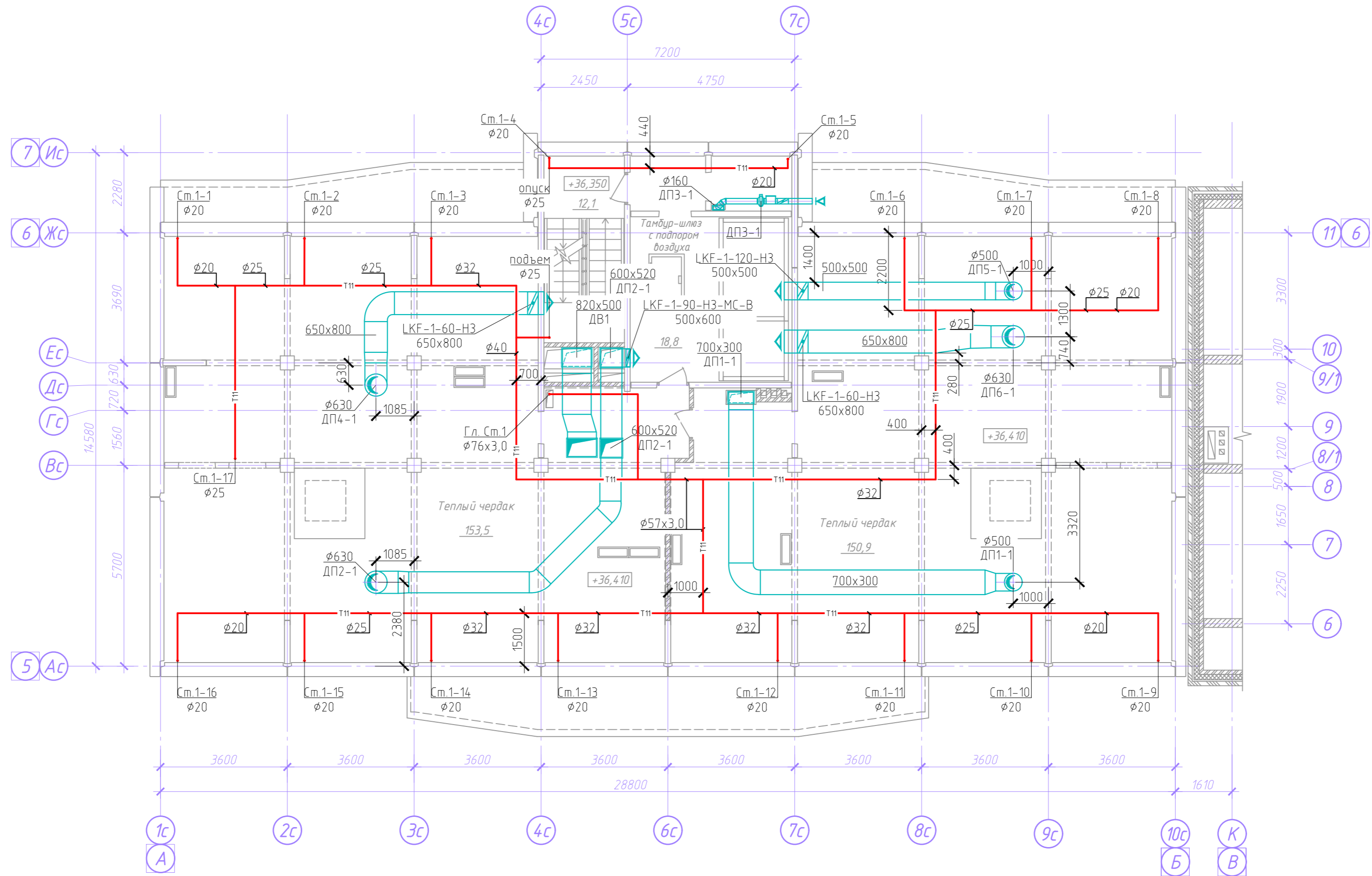
Условные обозначения:  
 ◀ - клапан инфильтрации воздуха,  
 ▣ - решетка вентиляционная.

1.1

Этаж	Отм. чистого пола этажа			
	а	б	в	г
2	+2,750	+2,725	+3,000	+2,995
3	+5,550	+5,525	+6,000	+5,995
4	+8,350	+8,325	+9,000	+8,995
5	+11,150	+11,125	+12,000	+11,995
6	+13,950	+13,925	+15,000	+14,995
7	+16,750	+16,725	+18,000	+17,995
8	+19,550	+19,525	+21,000	+20,995
9	+22,350	+22,325	+24,000	+23,995
10	+25,150	+25,125	+27,000	+26,995
11	+27,950	+27,925	+30,000	+29,995
12	+30,750	+30,725	+33,000	+32,995
13	+33,550	+33,525	+36,000	+35,995

022/07 - 907 - ИОС4					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
1	1	-	535-23	Монг	03.09.13
Выполнил	Шмыков	Лист	№ док.	Подп.	Дата
ГИП	Шаповалов	Монг	07.23		
Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Завельцовском районе г. Новосибирска					
Многоквартирный многоэтажный жилой дом №907 с помещениями обслуживания жилой застройки - 9 этаж					
Стандия	Лист	Листов			
п	7				
Секция 2-4, План 2-13 этажей					


План теплового чердака



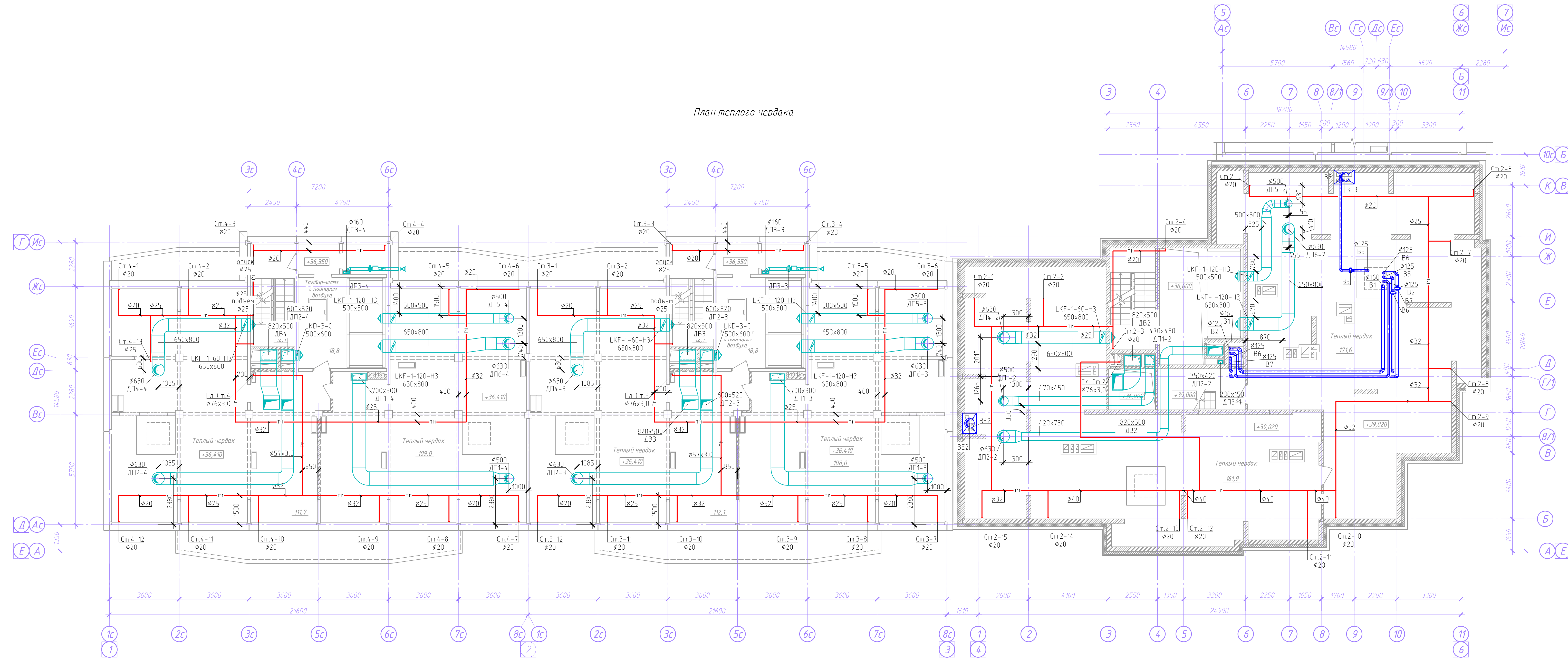
Трубопроводы проложенные по теплому чердаку покрыть цилиндрами из базальтовой ваты с покровным слоем из алюминиевой армированной фольги  $\delta=30$  мм.  
Тепловая изоляция условно не показана.

1.1

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №

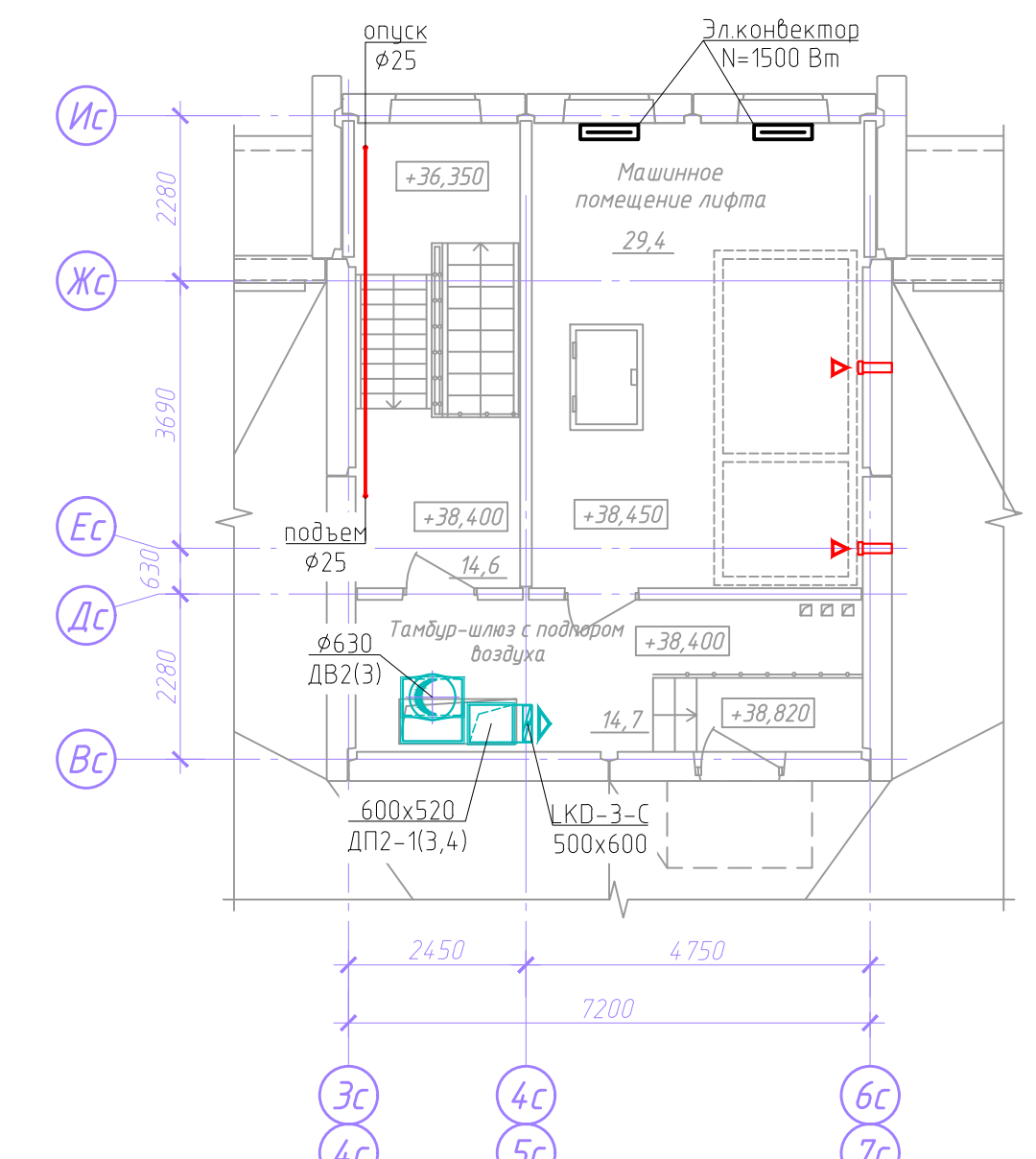
022/07 - 907 - ИОС4					
1	1	-	535-23	Шаман	03.09.23
Изм.	Кол.	Лист N док.	Подп.	Дата	
Выполнил	Шмыков			07.23	
ГИП	Шаповалов		Шаман	07.23	
Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Завельцовском районе г. Новосибирска					
Многоквартирный многоэтажный жилой дом №907 с помещениями обслуживания жилой застройки - 9 этап			Стадия	Лист	Листов
			П	8	
Секция 1. План теплового чердака					
					





План теплого чердака

План машинного помещения лифта (секции №№1, 3, 4)



Условные обозначения:  
 - клапан инфильтрации воздуха.

Трубопроводы проложенные по теплому чердачку покрыты цилиндрами из базальтовой ваты с кровельным слоем из алюминиевой армированной фольги б-30 мм. Тепловая изоляция условно не показана.

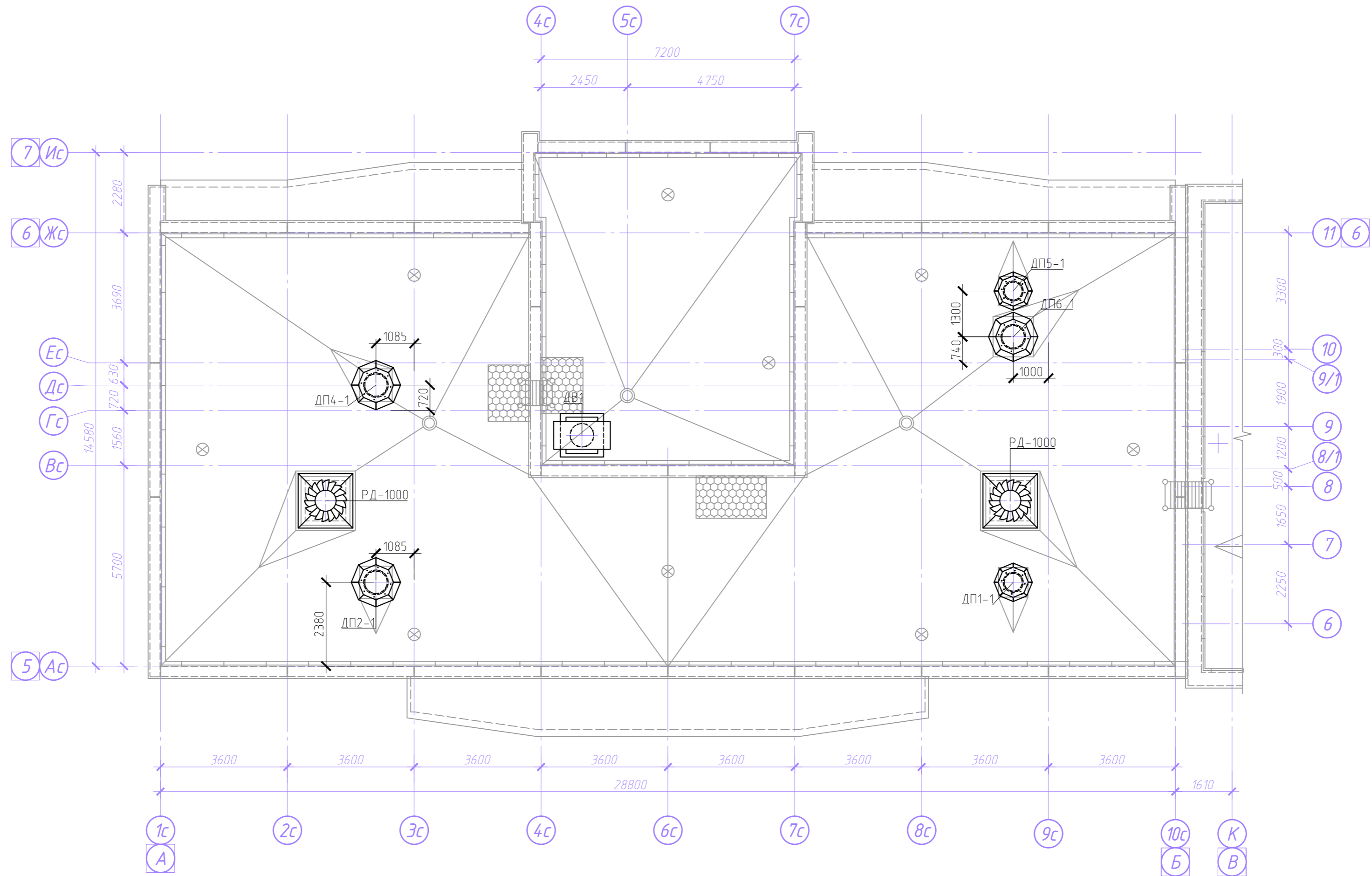
1.1

Взам. инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

022/07 - 907 - ИОС4				Многоквартирные многоквартирные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Завельцовском районе г. Новосибирска		
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Многоквартирный многоквартирный жилой дом №907 с помещениями обслуживания жилой застройки - 9 этаж
Выполнил	Шыкаев	Лист	07.23	Лист	07.23	Стация
ГИП	Шаповалов	Лист	07.23	Лист	07.23	Листов
Секция 2-4. План теплового чердака. План машинного помещения лифта (секции №№1, 3, 4)				ООО ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУКТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ «ЭНЕРГОИМПИТ»		



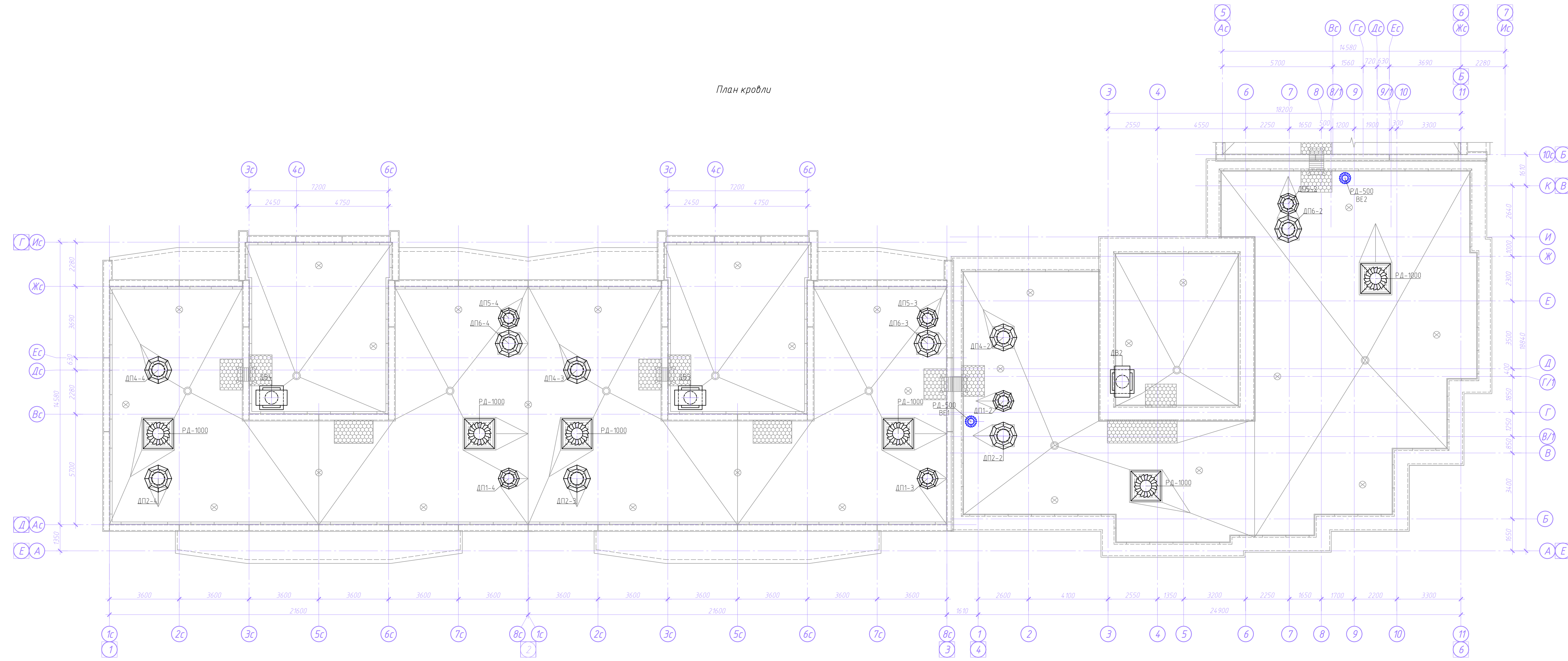
План кровли



Инф. № подл. Подп. и дата Взам. инф. №

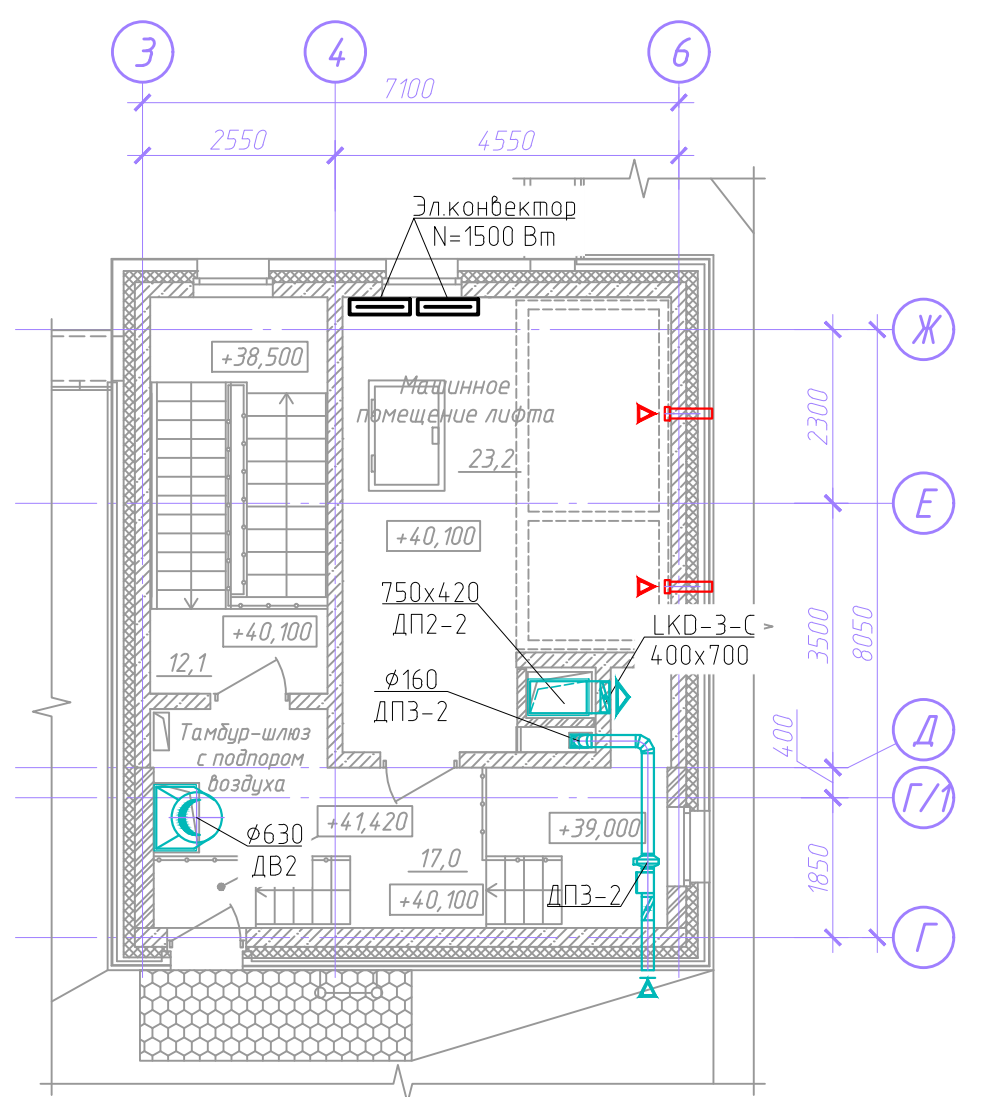
022/07 - 907 - ИОС4					
1	1	-	535-23	Шамф	03.09.23
Изм.	Кол.	Лист N док.	Подп.	Дата	
Выполнил	Шмыков		Шамф	07.23	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №907 с помещениями обслуживания жилой застройки - 9 этап
ГИП	Шаловалов		Шамф	07.23	
Секция 1. План кровли				Стадия	Лист
				П	10
				Листов	

1.1



План кровли

План машинного помещения лифта (секция №2)

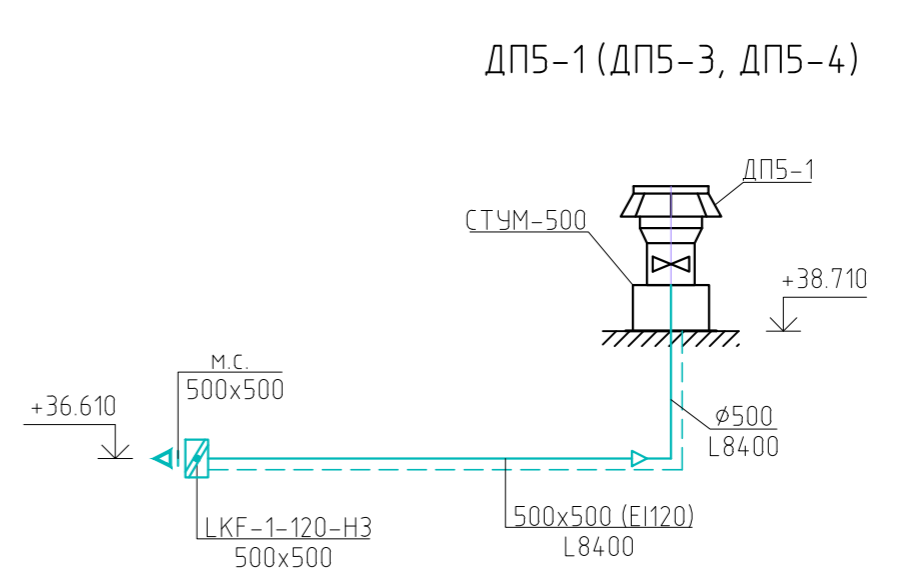
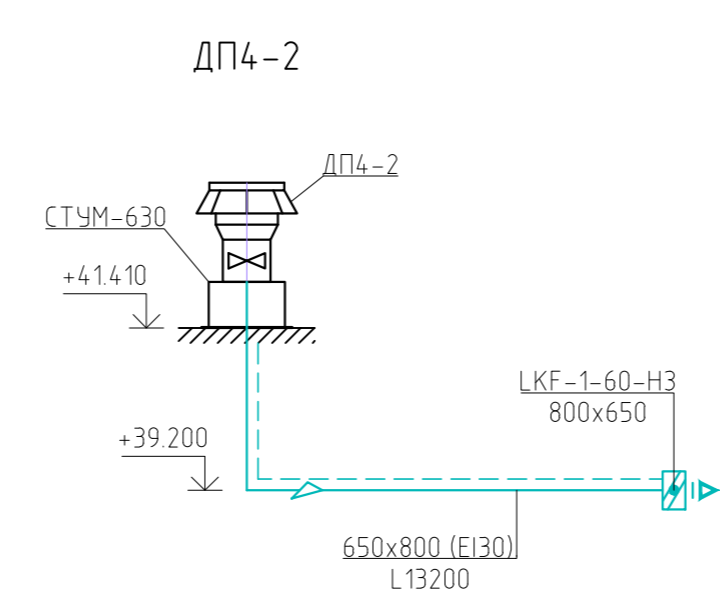
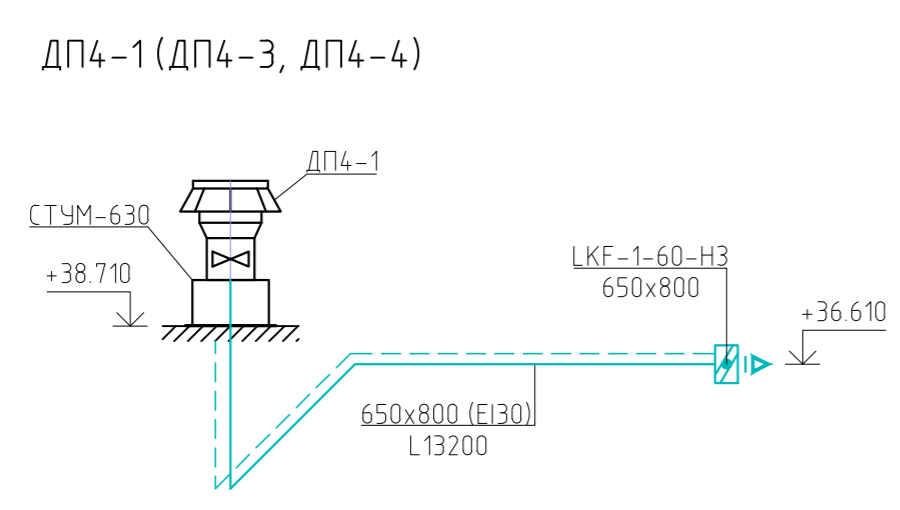
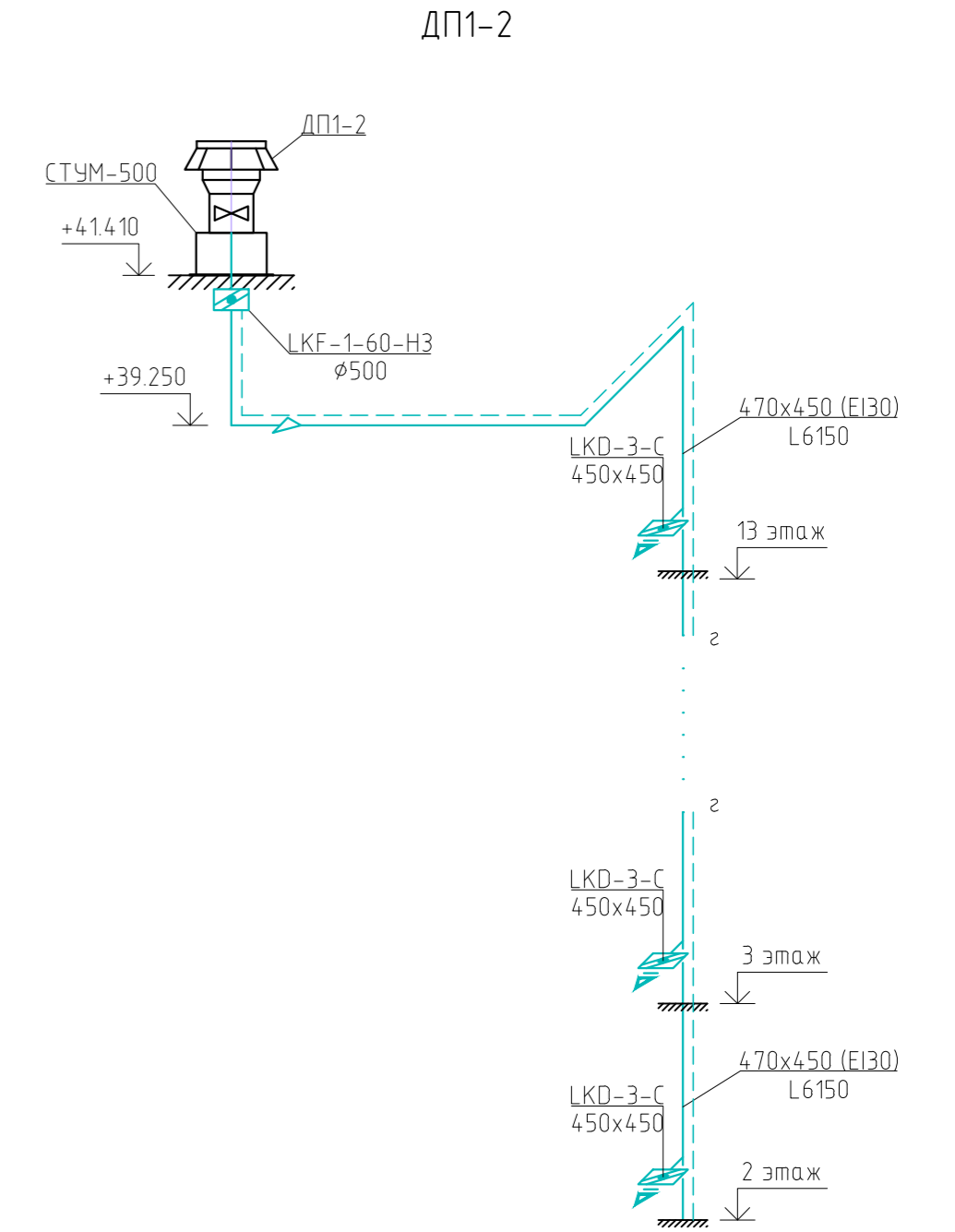
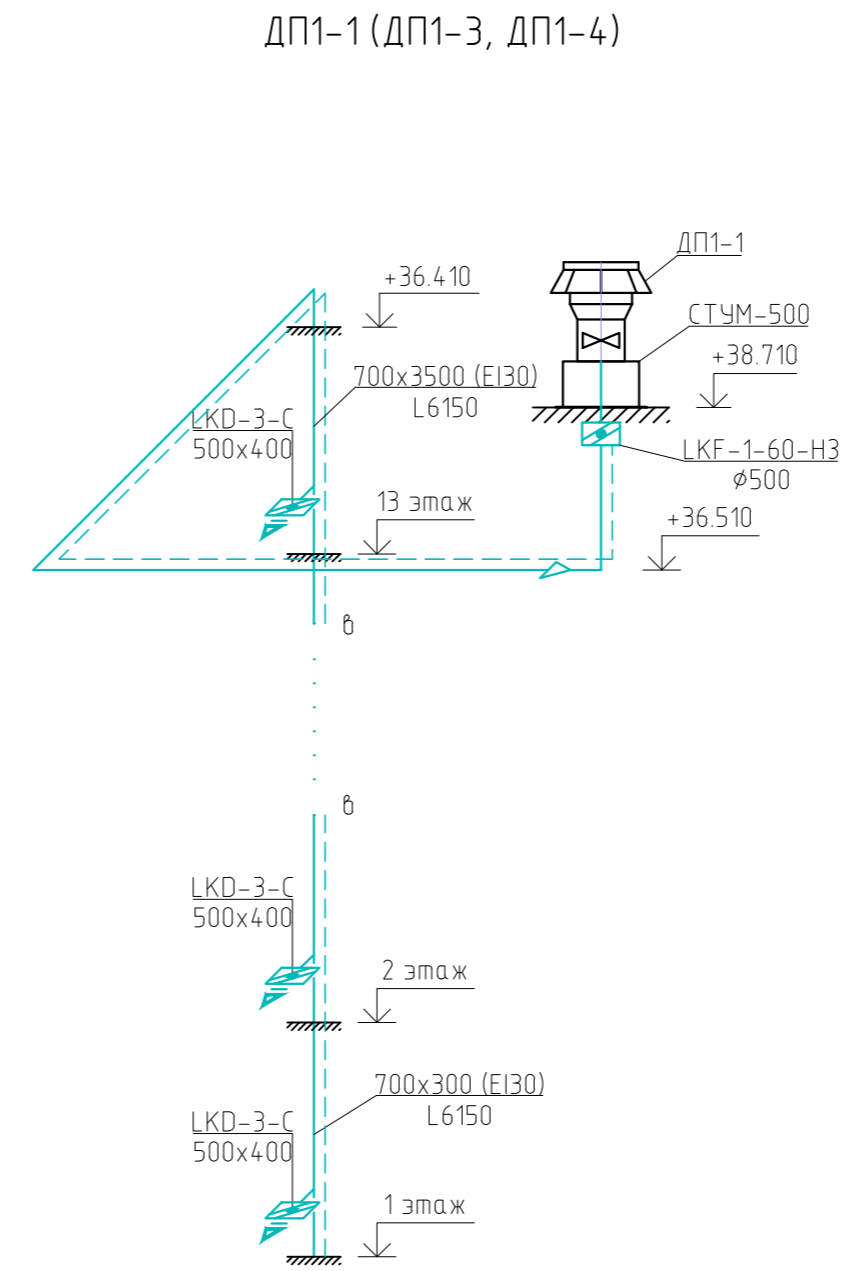
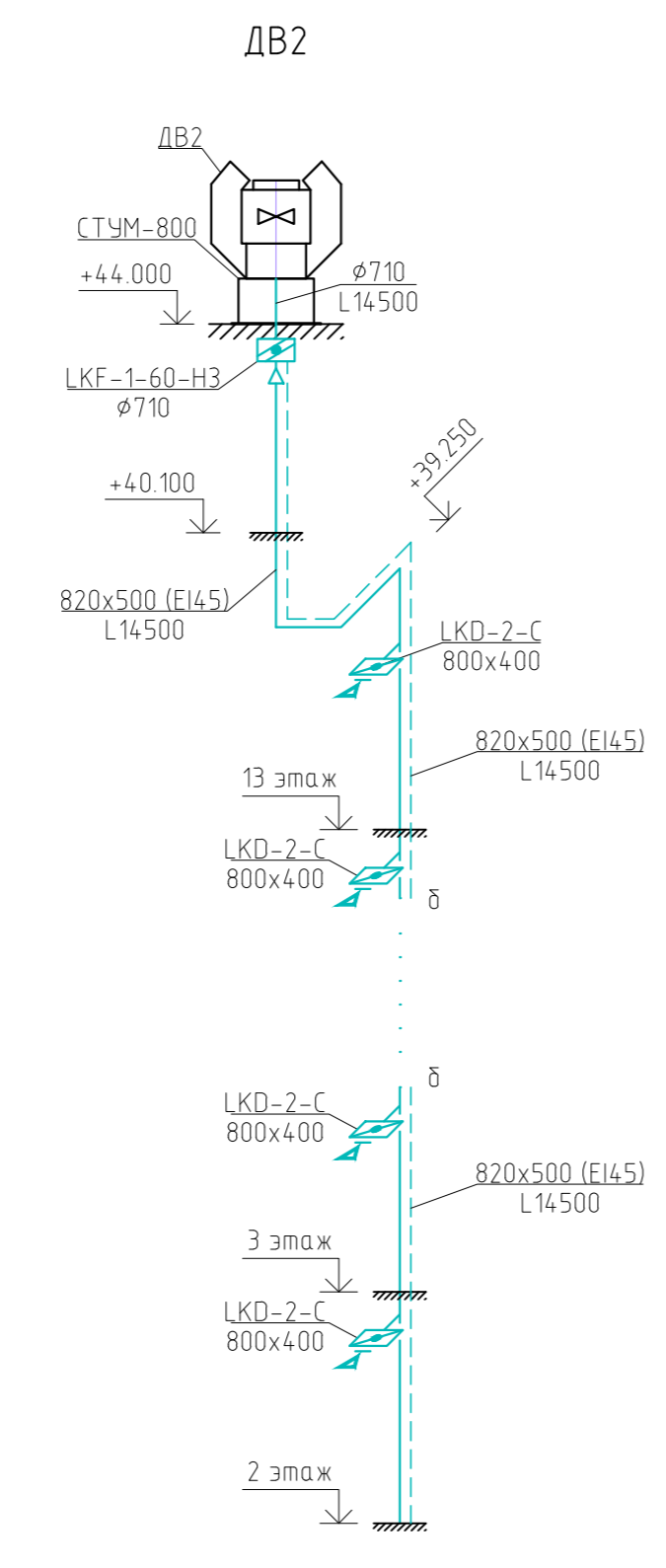
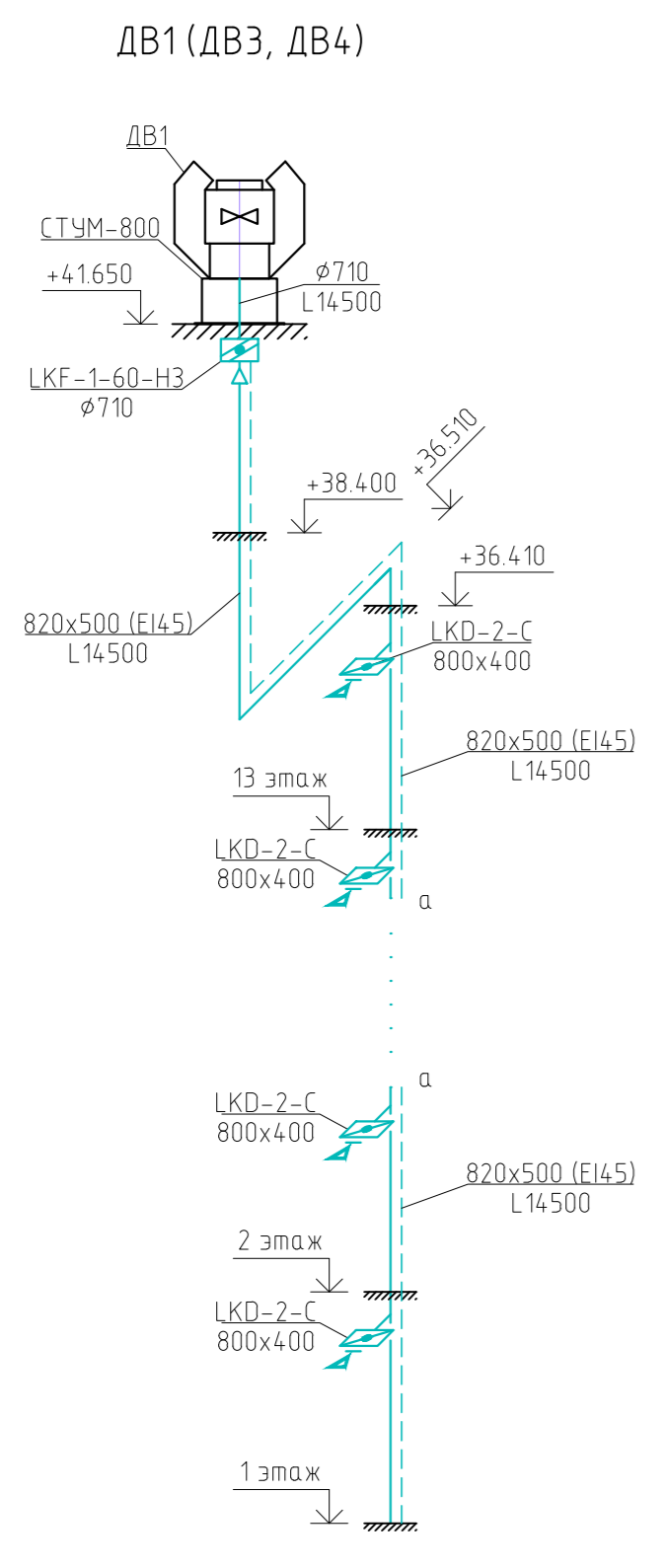


Условные обозначения:  
 - клапан инфильтрации воздуха.

1.1

				022/07 - 907 - ИОС4		
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Завельцовском районе г. Новосибирска
Выполнил	Шмыков	Лист	07.23			Многоквартирный многоэтажный жилой дом №907 с помещениями обслуживания жилой застройки - 9 этаж
ГИП	Шаповалов	Лист	07.23			Секция 2-4. План кровли. План машинного помещения лифта (секция №2)
				Стадия	Лист	Листов
				П	11	
				ООО ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЛЕКТОВАННОЕ БИРО "ЭНЕРГОИТАЛ" Новосибирск		

Взам. инв. №  
 Подл. и дата  
 Инв. № подл.

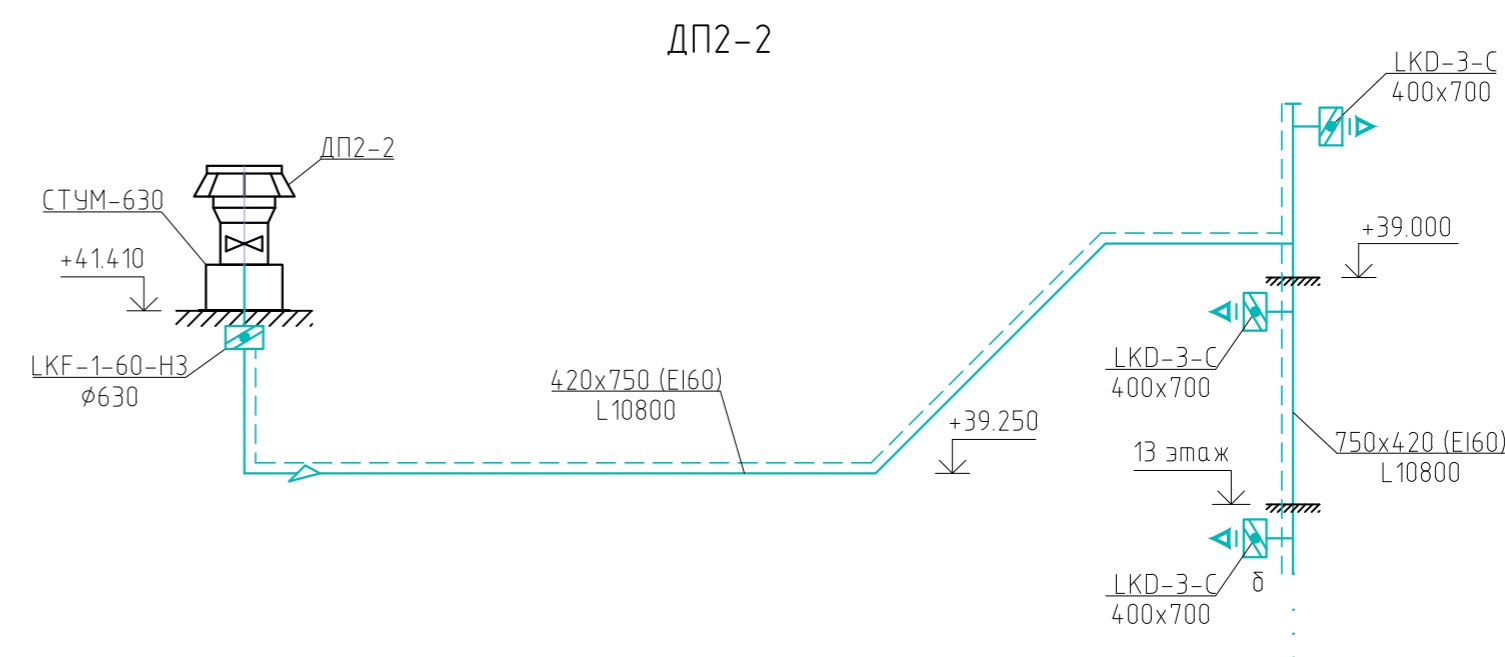
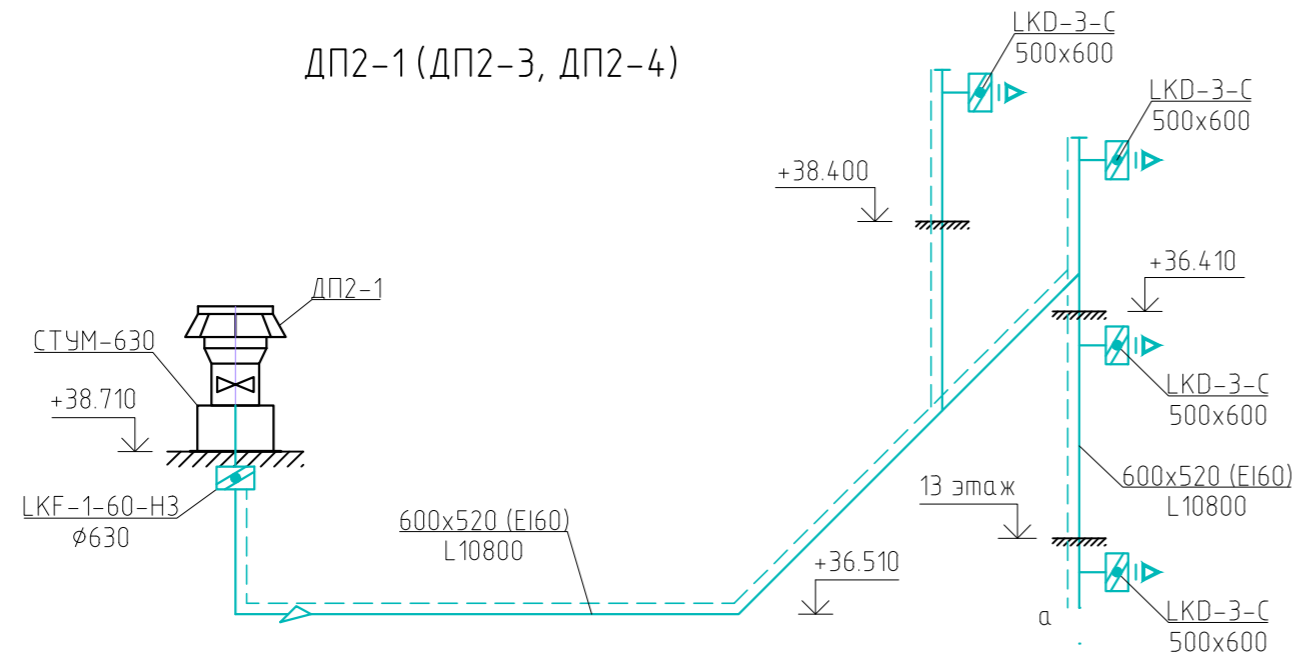


Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

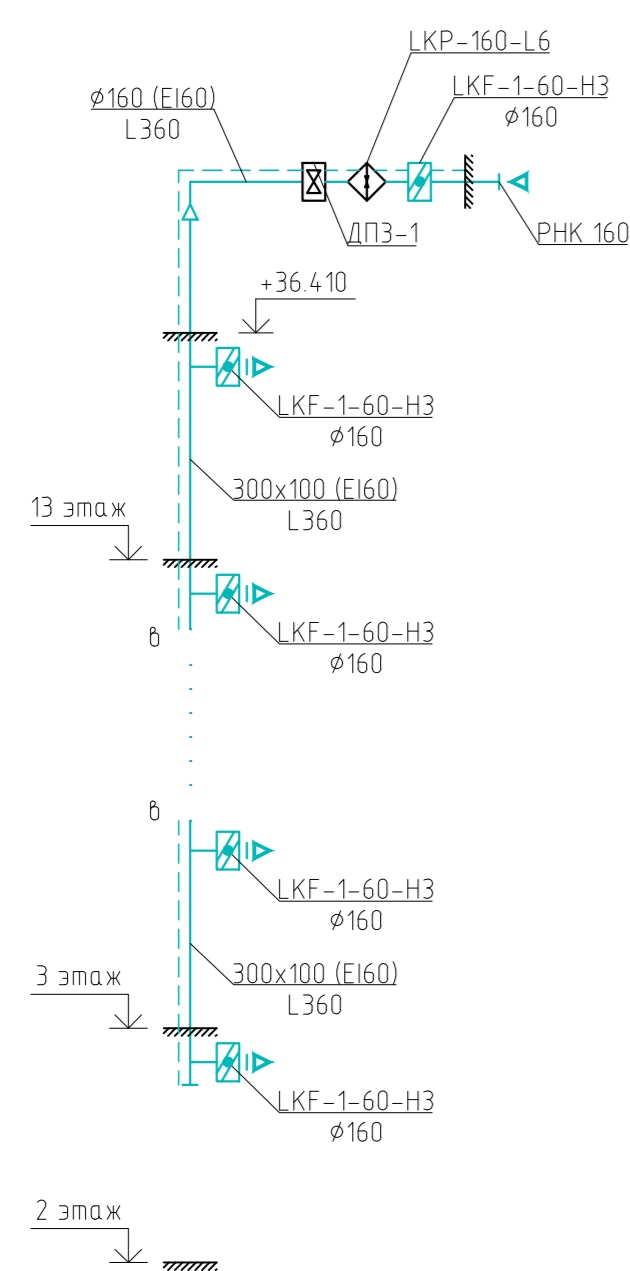
022/07 - 907 - ИОС4				
1	1	-	535-23	13.09.23
Изм.	Кол.	Лист N док.	Подп.	Дата
Выполнил	Шмыков			07.23
ГИП	Шаловалов			07.23
Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Завельцовском районе г. Новосибирска				
Многоквартирный многоэтажный жилой дом №907 с помещениями обслуживания жилой застройки - 9 этаж				
Стадия	Лист	Листов		
П	12			
Принципиальные схемы противодымной вентиляции (ДВ1, ДВ2, ДП1-1, ДП1-2, ДП4-1, ДП4-2, ДП5-1)				
ООО ПРОЕКТИРОВО-ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОЕ БЮРО "ЭНЕРГОМОНТАЖ"				

1.1

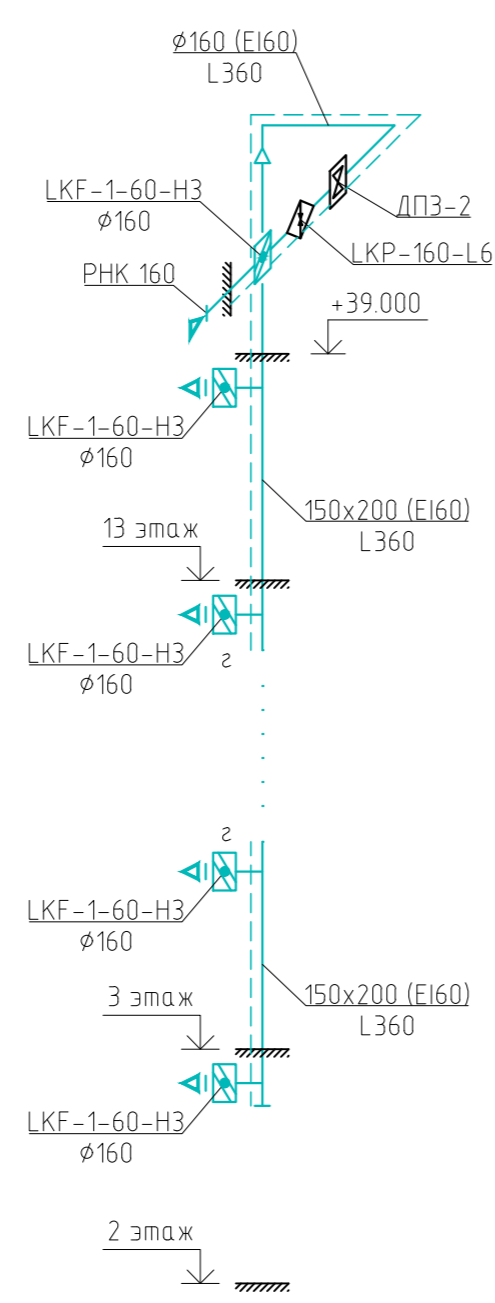




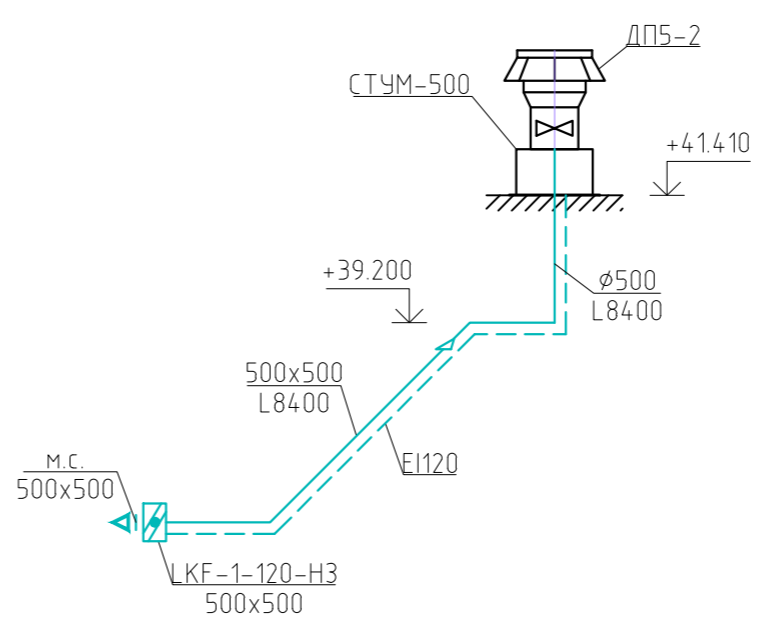
ДП3-1 (ДП3-3, ДП3-4)



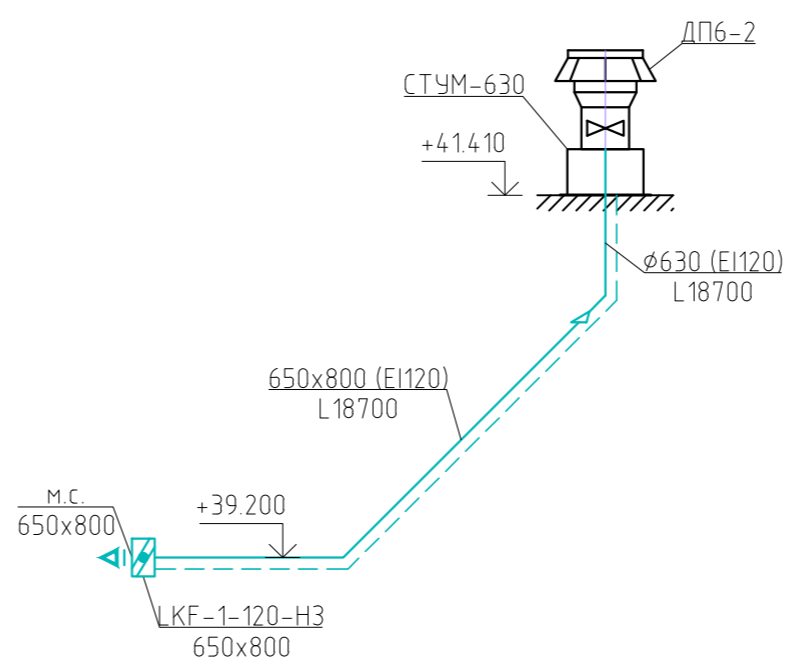
ДП3-2



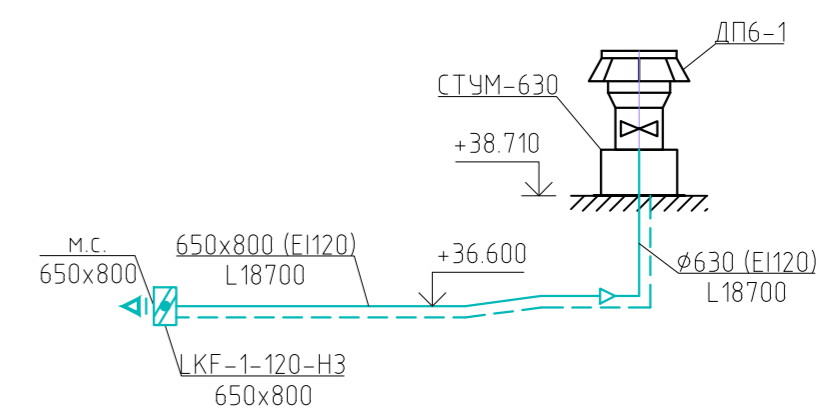
ДП5-2



ДП6-2



ДП6-1 (ДП6-3, ДП6-4)

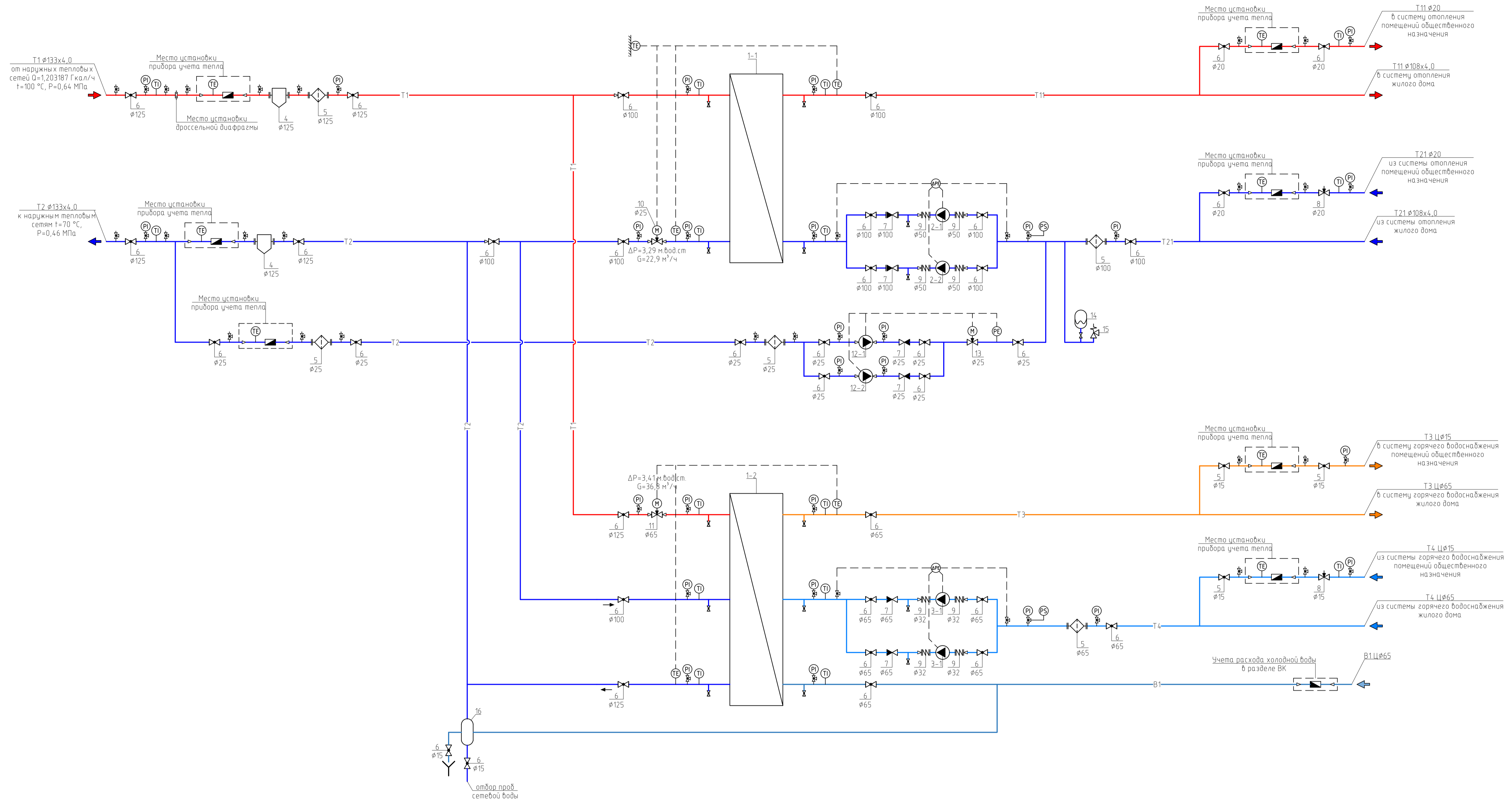


1.1

022/07 - 907 - ИОС4				
1	1	-	535-23	03.09.23
Изм.	Кол.	Лист	И док.	Подп.
Выполнил	Шмыков	07.23	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №907 с помещениями обслуживания жилой застройки - 9 этаж	
ГИП	Шаловалов	07.23	Принципиальные схемы противодымной вентиляции (ДП2-1, ДП2-2, ДП3-1, ДП3-2, ДП5-2, ДП6-1, ДП6-2)	
Стадия	Лист	Листов	ООО ПРОЕКТИНО-ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНОЕ БЮРО "ЭНЕРГОМОНТАЖ"	
П	13		ПРОЕКТИНО-ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНОЕ БЮРО "ЭНЕРГОМОНТАЖ"	

Васм. инб. №  
Подп. и дата  
Инб. № подл.

Принципиальная схема ИТП



Словные обозначения

Обозначение	Наименование
T1	Подающий трубопровод тепловой сети t=100 °C
T2	Обратный трубопровод тепловой сети t=70 °C
T11	Подающий трубопровод системы отопления t=90 °C
T21	Обратный трубопровод системы отопления t=60 °C
T3	Подающий трубопровод горячего водоснабжения t=65 °C
T4	Циркуляционный трубопровод горячего водоснабжения t=40 °C
T96	Дренажный трубопровод
☐	Место установки прибора учета
⊖	Манометр
⊕	Термометр
⊗	Датчик давления
⊗	Датчик температуры
⊗	Штуцер под манометр
⊗	Арматура
⊗	Балансировочный клапан

Спецификация оборудования

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Вес ед., кг	Примеч.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Вес ед., кг	Примеч.
1-1	<b>Рудан</b>	Теплообменник пластинчатый отопления Q=688 Мкал/ч	1			10	Теплосила	Регулятор температуры отопления Ду50 kvs=40 м3/ч	1		КИП
1-2	<b>Рудан</b>	Теплообменник пластинчатый ГВС (моноблок) Q=515 Мкал/ч	1			11	Теплосила	Регулятор температуры ГВС Ду65 kvs=63 м3/ч	1		КИП
2-1, 2	ANTARUS, IS50-16-15/2-16	Насос циркуляционный отопления G=22,94 м3/ч, H=12,76 м вод. ст.	2		рад./рез.	12-1,2	ANTARUS, MLH2-20	Насос подпиточный отопления G=1,6 м3/ч, H=5 м вод. ст.	2		
3-1, 2	ANTARUS, FX32-16-230	Насос циркуляционный ГВС G=4,1 м3/ч, H=9,95 м вод. ст.	2		рад./рез.	13	АСТА	Электромагнитный клапан	1		КИП
4	с 5 903-13, вып. 5	Грязевик абонентский	2			14	OR 1831	Клапан предохранительный	1		
5	Gross	Фильтр сетчатый с магнитной вставкой	4			16	"Самэкс"	Охладитель проб сетевой воды	1		
6	Gross	Кран шаровый сварной	36								
7	Gross	Клапан обратный	11								
8	Danfoss	Клапан балансировочный	2								
9	Gross	Компенсатор антивибрационный, PN10	8								

Таблица 1

Позиция по генплану	Наименование потребителей	Расчетный тепловой поток, ккал/ч			
		Отопление	Вентиляция	Горячее водоснабжение	Всего
Жилой дом №907	Жилая часть	677 778	-	504 954	1 182 732
	Общественная часть	10 249	-	10 206	20 455
	<b>ИТОГО</b>	<b>688 027</b>	<b>-</b>	<b>515 160</b>	<b>1 203 187</b>

Здание 13-и этажное, ИТП расположен в техническом подполье 2 секции на отм. -3.330. Для снижения давления в системе хозяйственно-питьевого водопровода на этажах и санитарно-технических приборах установлены редукторы давления.

022/07 - 907 - ИОС4

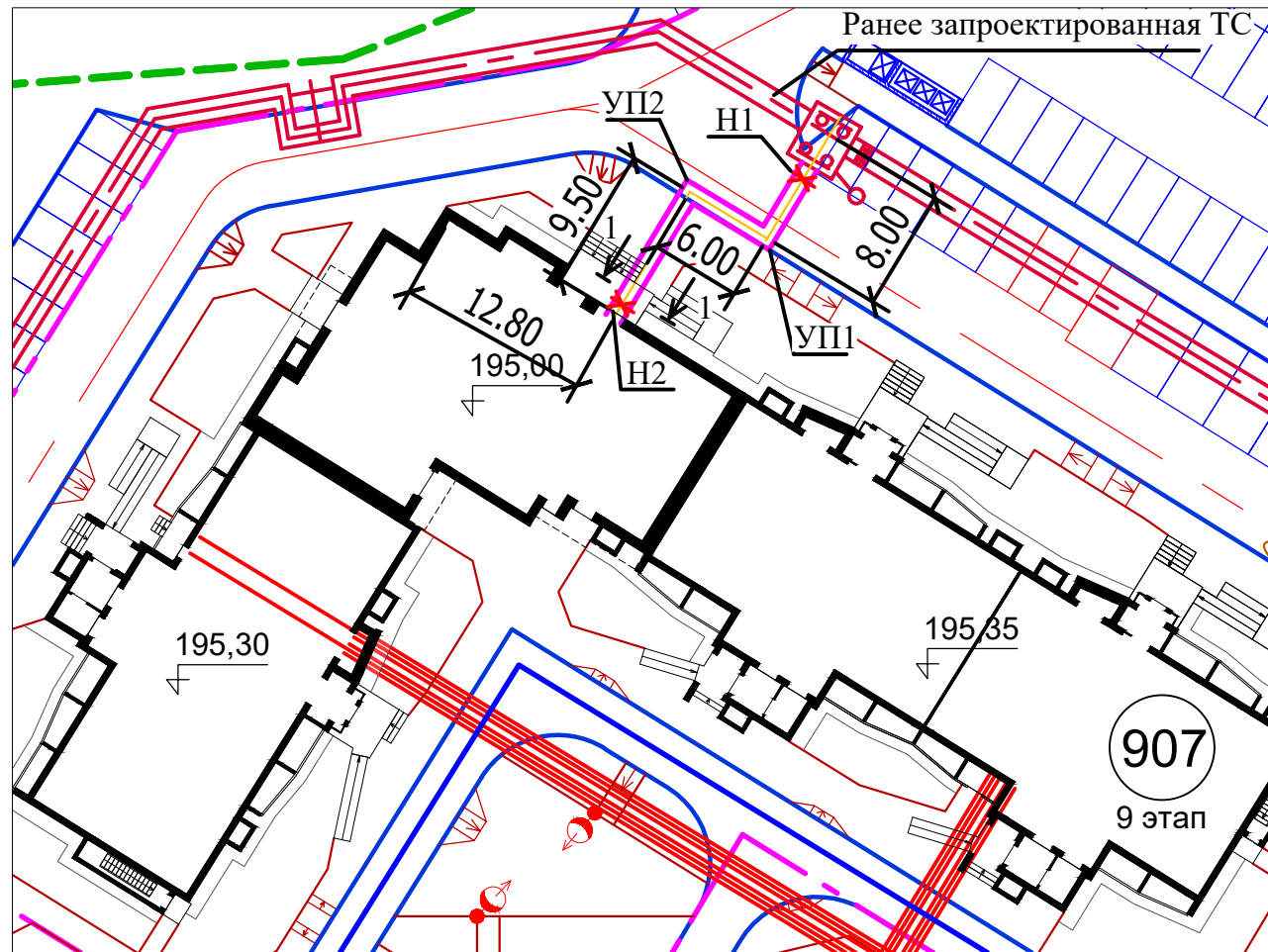
Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Завельцовском районе г. Новосибирска

Выполнил Шыков 07.23  
ГИП Шаповалова 07.23

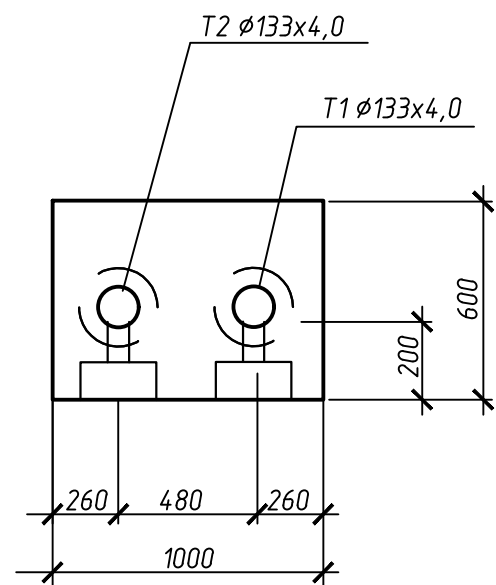
Принципиальная схема ИТП

Копировал А1

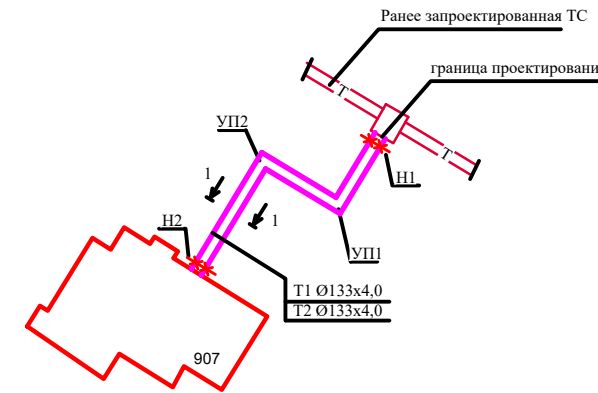
# План тепловых сетей М 1:500









## Поперечный разрез 1-1 М 1:20




# Схема тепловых сетей



## Условные обозначения

-  Сети теплоснабжения
-  Сеть хозяйственно-питьевого водопровода
-  Сети хоз.-бытовой канализации
-  Сети дождевой канализации
-  Сети электроснабжения 0,4 кВ
-  Опоры освещения

						022/07-907-ИОС4			
1	1	-	535-23	<i>Монг</i>	13.09.23	Многоквартирные многоэтажные жилые дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Заельцовском районе г. Новосибирска			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата				
ГИП	Шаповалов	<i>Монг</i>	07.2023	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №907 с помещениями обслуживания жилой застройки - 9 этап			Стадия	Лист	Листов
Разработал	Красногорский	<i>Монг</i>	07.2023				П		
Норм.контр.	Семенова	<i>Семенова</i>	07.2023	План тепловых сетей М 1:500 Схема тепловых сетей			 ООО ПРОЕКТО-КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО "ЭНЕРГОМОНТАЖ"		