

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 №906  
с помещениями обслуживания жилой застройки – 11 этап**

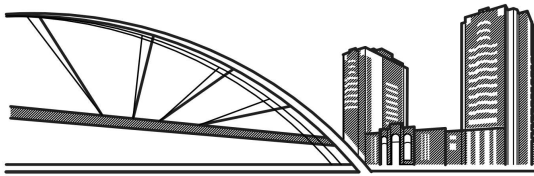
## **ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

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

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

**022/06 – 906 – 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»

заказ: 022/36

В.А.Каличенко

инв. № 1165

« 20 \_\_\_\_ г.



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

**Многоквартирный многоэтажный жилой дом №906  
с помещениями обслуживания жилой застройки – 11 этаж**

## ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

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

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

**022/06 – 906 – ИОС4**

**Том 5.4**

**Главный инженер проекта**

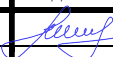


**А.А. Шаповалов**



Изм.	№ док.	Подп.	Дата
1	560-23		18.09.2023

## 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							
Инв. № подл.	022/06-906-ИОС4.И							
	Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		
	Разработал		Шмыков			07.23		
	Н. контр.		Шаповалов			07.23		
Список исполнителей						Стадия	Лист	Листов
						П	1	1
						ООО ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО "ЭНЕРГОМОНТАЖ" ПРОЕКТНОЕ БЮРО		

## СОДЕРЖАНИЕ


Обозначение	Наименование	Стр.	Примечание
022/06-906-ИОС4.И	Список исполнителей	2	
022/06-906-ИОС4.С	Содержание	3	Изм.1 (зам.)
022/06-906-СП	Состав проектной документации	6	
022/06-906-ПЗ.ОИ	Описание внесенных изменений	7	Изм.1 (нов.)
	<b><u>Текстовая часть</u></b>		
022/06-906-ИОС4.ТЧ	1. Общая часть	8	
	а) Сведения о климатических и метеорологических условиях района строительства, реконструкции, капитального ремонта, расчетных параметрах наружного воздуха	8	
	б) Сведения об источниках теплоснабжения, параметрах теплоносителей систем отопления и вентиляции, требованиях к надежности и качеству теплоносителей	9	
	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	10	
	г) Перечень мер по защите трубопроводов от агрессивного воздействия грунтов и грунтовых вод	10	
	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	10	
	д_1) Обоснование энергетической эффективности конструктивных и инженерно-технических решений, используемых в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха помещений, тепловых сетях	15	
	е) Сведения о тепловых нагрузках на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение на производственные и другие нужды	16	

Изм. № подл.	Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	022/06-906- ИОС4.С	Стадия	Лист	Листов
Изм. № подл.	Разработал		Шмыков		<i>Шмыков</i>	07.23	Содержание	ПРОЕКТНОЕ БЮРО	ООО ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО "ЭНЕРГОМОНТАЖ"	
	Н. контр.		Шаповалов		<i>Шаповалов</i>	07.23				




Обозначение	Наименование	Стр.	Примечание
	е_1) Описание мест расположения приборов учета используемой тепловой энергии и устройств сбора и передачи данных от таких приборов	16	
	ж) Сведения о потребности в паре (при необходимости)	17	
	з) Обоснование оптимальности размещения отопительного оборудования, характеристик материалов для изготовления воздухопроводов	17	
	и) Обоснование рациональности трассировки воздухопроводов вентиляционных систем - для объектов производственного назначения	17	
	к) Описание технических решений, обеспечивающих надежность работы систем в экстремальных условиях	17	
	л) Описание систем автоматизации и диспетчеризации процесса регулирования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	18	
	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	19	
	н) Обоснование выбранной системы очистки от газов и пыли - для объектов производственного назначения	20	
	о) Перечень мероприятий по обеспечению эффективности работы систем вентиляции в аварийной ситуации (при необходимости)	20	
	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	20	
	о_2) Сведения о типе и количестве установок, потребляющих тепловую энергию, параметрах и режимах их работы	20	
	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	20	
	о_4) Сведения о нормируемых показателях удельных годовых расходов теплоносителей и максимально допустимых величинах отклонений от таких нормируемых показателей	21	
	о_5) Перечень мероприятий по учету и контролю расходования используемых теплоносителей	21	

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

1	-	зам.	560-23		09.23
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

022/06-906- ИОС4.С

Обозначение	Наименование	Стр.	Примечание			
	о_б) Спецификацию предполагаемого к применению оборудования, изделий, материалов, позволяющих исключить нерациональный расход теплоносителей, в том числе основные их характеристики	21				
	2. Таблица регистрации изменений	22				
	<b><u>Приложения</u></b>					
№336 от 20.06.2023	<b>Приложение 1.</b> Технические условия ООО СЗ «Энергострой»	23				
	<b>Приложение 2.</b> Расчет систем вытяжной противодымной вентиляции (ДВ1, ДП1)	25				
	<b>Приложение 3.</b> Расчет систем приточной противодымной вентиляции (ДП2, ДП3)	42				
	<b>Приложение 4.</b> Расчет систем приточной противодымной вентиляции (ДП4)	45				
	<b>Приложение 5.</b> Расчет систем приточной противодымной вентиляции (ДП6)	49				
	<b><u>Графическая часть</u></b>	<b>Лист</b>				
022/07-907-ИОС4	Характеристика систем	1	Изм.1 (зам.)			
	Секция 1,2. План технического подполья	2	Изм.1 (зам.)			
	Секция 3. План технического подполья	3	Изм.1 (зам.)			
	Секция 4. План технического подполья	4	Изм.1 (зам.)			
	Секция 1,2. План 1 этажа	5	Изм.1 (зам.)			
	Секция 3. План 1 этажа	6	Изм.1 (зам.)			
	Секция 4. План 1 этажа	7	Изм.1 (зам.)			
	Секция 1,2. План 2-13 этажей	8	Изм.1 (зам.)			
	Секция 3. План 2-13 этажей	9	Изм.1 (зам.)			
	Секция 4. План 2-13 этажей	10	Изм.1 (зам.)			
	Секция 1,2. План теплого чердака	11	Изм.1 (зам.)			
	Секция 3. План теплого чердака	12	Изм.1 (зам.)			
	Секция 4. План теплого чердака	13	Изм.1 (зам.)			
	Секция 1,2. План кровли	14	Изм.1 (зам.)			
	Секция 3. План кровли. План машинного помещения лифта (секция №3)	15	Изм.1 (зам.)			
	Секция 4. План кровли. План машинного помещения лифта (секция №№ 1,2,4)	16	Изм.1 (зам.)			
	Принципиальные схемы противодымной вентиляции (ДВ1, ДВ2, ДП1-1, ДП1-2, ДП4-1, ДП4-2, ДП5-1)	17	Изм.1 (зам.)			
	Принципиальные схемы противодымной вентиляции (ДП2-1, ДП2-2, ДП3-1, ДП3-2, ДП5-2, ДП6-1, ДП6-2)	18	Изм.1 (зам.)			
	Принципиальная схема ИТП	19	Изм.1 (зам.)			
	План тепловых сетей М 1:500. Схема тепловых сетей	20	Изм.1 (зам.)			
022/06-906- ИОС4.С			Лист			
1	-	зам.	560-23		09.23	3
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.





## 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.		

022/06-906-ИОС4.ТЧ

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата
		Шмыков		<i>Шмыков</i>	07.23
		Шаповалов		<i>Шаповалов</i>	07.23

Текстовая часть

Стадия	Лист	Листов
П	1	15


 ООО ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО "ЭНЕРГОМОНТАЖ"  
 ПРОЕКТНОЕ БЮРО

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  $T1/T2=100/70^{\circ}\text{C}$ ,  $P1/P2=6,5/4,5$  кгс/см<sup>2</sup>.

Параметры теплоносителя внутренних систем теплоснабжения, подключаемых в ИТП здания:

- в системе отопления:  $T11/T21=90/60^{\circ}\text{C}$ ,  $P11/P21=6,4/5,4$  кгс/см<sup>2</sup>, статическая высота системы отопления 44 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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	Интв. № подл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	022/06–906–ИОС4.ТЧ	Лист
										2

самотечные трубопроводы и трубопроводы систем водоснабжения - из стальных 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.

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

022/06–906–ИОС4.ТЧ

Лист

3

Система отопления жилой части – двухтрубная, вертикальная, с верхней разводкой подающих трубопроводов, встроенных общественных помещений – двухтрубная, тупиковая, для лестничных клеток - вертикальная однострунная 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 теплоступлений 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 сильфонных 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.

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

Взам. инв. №

Подпись и дата

Изм. № подл.



Приток воздуха в жилые, общественные и технические помещения не организованный через клапаны инфильтрации воздуха (КИВ) установленные в наружных стенах и при помощи 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 ИТП и насосную механический, в электрощитовую - 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). Предусмотрена тепловая изоляция воздуховодов от воздухозаборов до калориферов.

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

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

Взам. инв. №

Подпись и дата

Изм. № подл.

механизмы противопожарных клапанов сохраняют заданное положение заслонки клапанов при отключении электропитания клапанов. Управление клапанами осуществляется автоматически и дистанционно. Противопожарные нормально закрытые клапаны установленные у вентиляторов систем ДВ и ДП снаружи здания 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–

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

022/06–906–ИОС4.ТЧ

Лист

6

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>.

№	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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	Изм. инв. №	Подпись и дата	Изм. № подл.

капитального строительства;

$P_2$  - 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:

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата

- использованием современных эффективных отопительных приборов с автоматической 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	0,655248	-	0,487863	<b>1,143111</b>
Общественная часть	0,010249	-	0,010206	<b>0,020455</b>
Всего	<b>0,665497</b>	-	<b>0,498069</b>	<b>1,163566</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.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

022/06-906-ИОС4.ТЧ

Лист

9

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

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

022/06-906-ИОС4.ТЧ

Лист

10

противодымной защиты, а именно:

- 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;

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

022/06-906-ИОС4.ТЧ

Лист

11

- поддержание температуры теплоносителя, поступающего в систему отопления (+90°C), в зависимости от температуры наружного воздуха в соответствии с температурным графиком.

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

- 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").

**м) характеристика технологического оборудования, выделяющего вредные**

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

022/06–906–ИОС4.ТЧ



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	$q^{\text{р от}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})$	0,165
Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период	$q^{\text{нр от}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})$	0,29(0,232)
Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q, \text{кВтч}/\text{м}^3$ $q, \text{кВтч}/\text{м}^2$	25,6 70,35
Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания отопительный период	$Q^{\text{гол от}}, \text{кВтч}/\text{год}$	717753,2

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

022/06-906-ИОС4.ТЧ

Лист

13





Исх. № 336 от « 20 » июня 2023 г.

Директору  
ООО СЗ «Энергострой»  
В.А. Каличенко

### Условия подключения

**Объект строительства, планируемый к подключению:** «Многоквартирный многоэтажный жилой дом № 906 с помещениями обслуживания жилой застройки-11 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** 1,163566 Гкал/ч., (в т.ч. Q<sub>от</sub> – 0,665497 Гкал/ч., Q<sub>гвс</sub>- 0,498069 Гкал/ч.) со следующим распределением:

Жилая часть – 1,143111 Гкал/ч., (в том числе Q<sub>от</sub> – 0,655248 Гкал/ч., Q<sub>гвс</sub> - 0,487863 Гкал/ч.);

Помещения обслуживания жилой застройки – 0,020455 Гкал/ч., (в том числе Q<sub>от</sub> – 0,010249 Гкал/ч., Q<sub>гвс</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 спроектировать 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:

$$P_n / P_{об} = 6,5 / 4,5 \text{ кгс/см}^2;$$

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

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

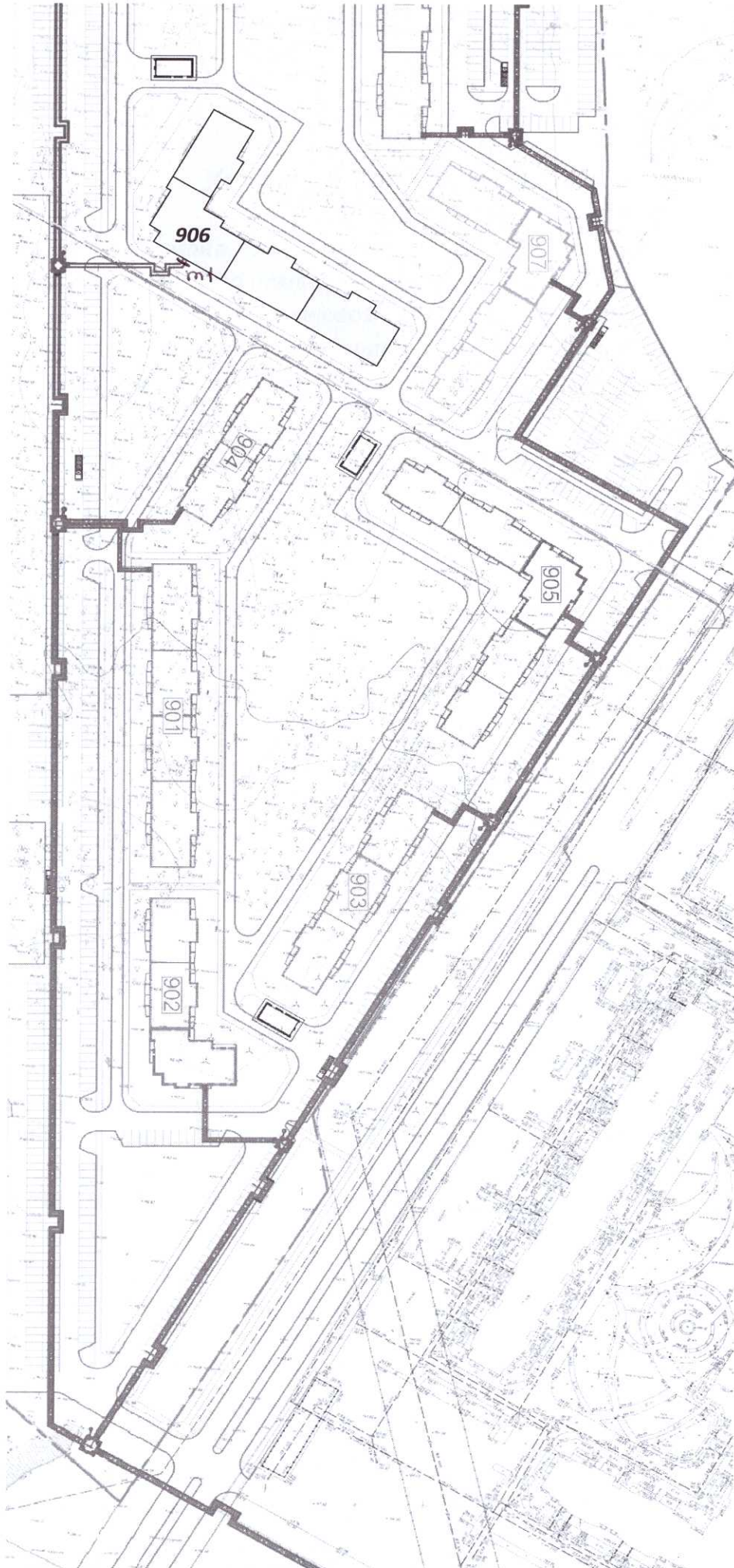
Генеральный директор



В.З. Азаренко



# СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ



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

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

Плотность продуктов горения

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

Коэффициент кинематической вязкости продуктов горения

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

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

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

Подсосы вертикального участка

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

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

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

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

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

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

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

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

Расход продуктов горения с учетом подсосов

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

Температура продуктов горения на участке шахты

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

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**

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

**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**

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

**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

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

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

Плотность продуктов горения

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

Коэффициент кинематической вязкости продуктов горения

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

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

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:  $P_h = 0,10$  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

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

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

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

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):  $h_{(2)} = 2,80 \text{ м}$

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

Характеристики лифтовой шахты

Нижний обслуживаемый этаж:  $НЭ_н = 1$

Верхний обслуживаемый этаж:  $НЭ_в = 13$

Площадь дверей лифтовой шахты:  $F_{dl} = 1,80 \text{ м}^2$

Площадь дверей лифтовых холлов:  $F_{dr} = 4,40 \text{ м}^2$

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

Количество кабин лифтов в шахте:  $n = 1$

Количество дверей каждого лифтового холла:  $m = 2$

Площадь поперечного сечения кабины лифта по внешнему контуру ограждений:  $F_{lc} = 3,00 \text{ м}^2$

Площадь поперечного сечения шахты лифта по внутреннему контуру ограждений:  $F_{ls} = 2,70 \text{ м}^2$

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

Параметры воздуха

Температура наружного воздуха:  $t_a = -37,00 \text{ °C}$

Температура воздуха в лифтовой шахте:  $t_l = 16,00 \text{ °C}$

Температура воздуха во внутренних помещениях:  $t_r = 21,00 \text{ °C}$

Система приточной противодымной вентиляции

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

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

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

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

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

### 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

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

Скорость в открытом проёме лифтового холла 1-го этажа

$$V_{холл1э} = 1,04 \text{ м/с}$$

Расход в открытом проёме ЛШ 1-го этажа

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

Скорость в открытом проёме ЛШ 1-го этажа

$$V_{лифт1э} = 2,08 \text{ м/с}$$

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

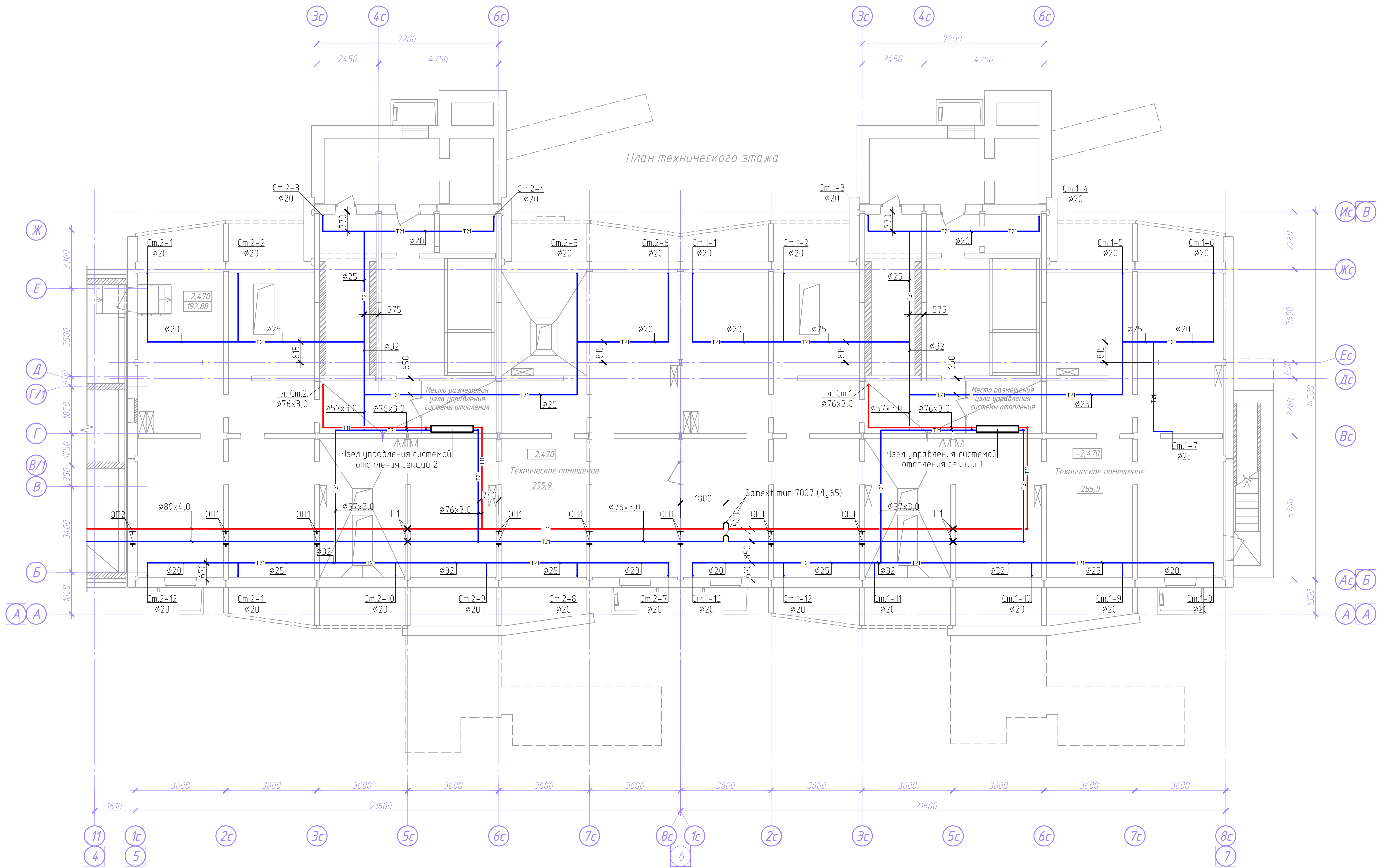
Обозначение системы	Кол. систем	Наименование обслуживаемого помещения (технологического оборудования)	Тип установки	Вентилятор						Электродвигатель			Примечание	
				Тип исполнения по взрывозащите	№	Схема исполнения	Положение	L, м³/ч	P, Па	n, об/мин	Тип. исполнение по взрывозащите	N, кВт		n, об/мин
П1	1	ИТП, насосная	LK-Mini-800	-	-	-	-	400	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-3П1154Е	-	-	-	-	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	-	-	1	-37	+5	6 000*	-	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

022/06 - 906 - ИОС4											
1	-	зам.	560-23	<i>Шмыков</i>	09.23						
Изм.	Кол.	Лист	N док.	Подп.	Дата						
Выполнил	Шмыков		<i>Шмыков</i>	07.23	Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Зельцовском районе г. Новосибирска						
ГИП	Шаповалов		<i>Шаповалов</i>	07.23							
Характеристика систем					<table border="1"> <tr> <td>Стадия</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td>П</td> <td>1</td> <td></td> </tr> </table>	Стадия	Лист	Листов	П	1	
Стадия	Лист	Листов									
П	1										
					ООО ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО "ЭНЕРГОМОНТАЖ"						

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



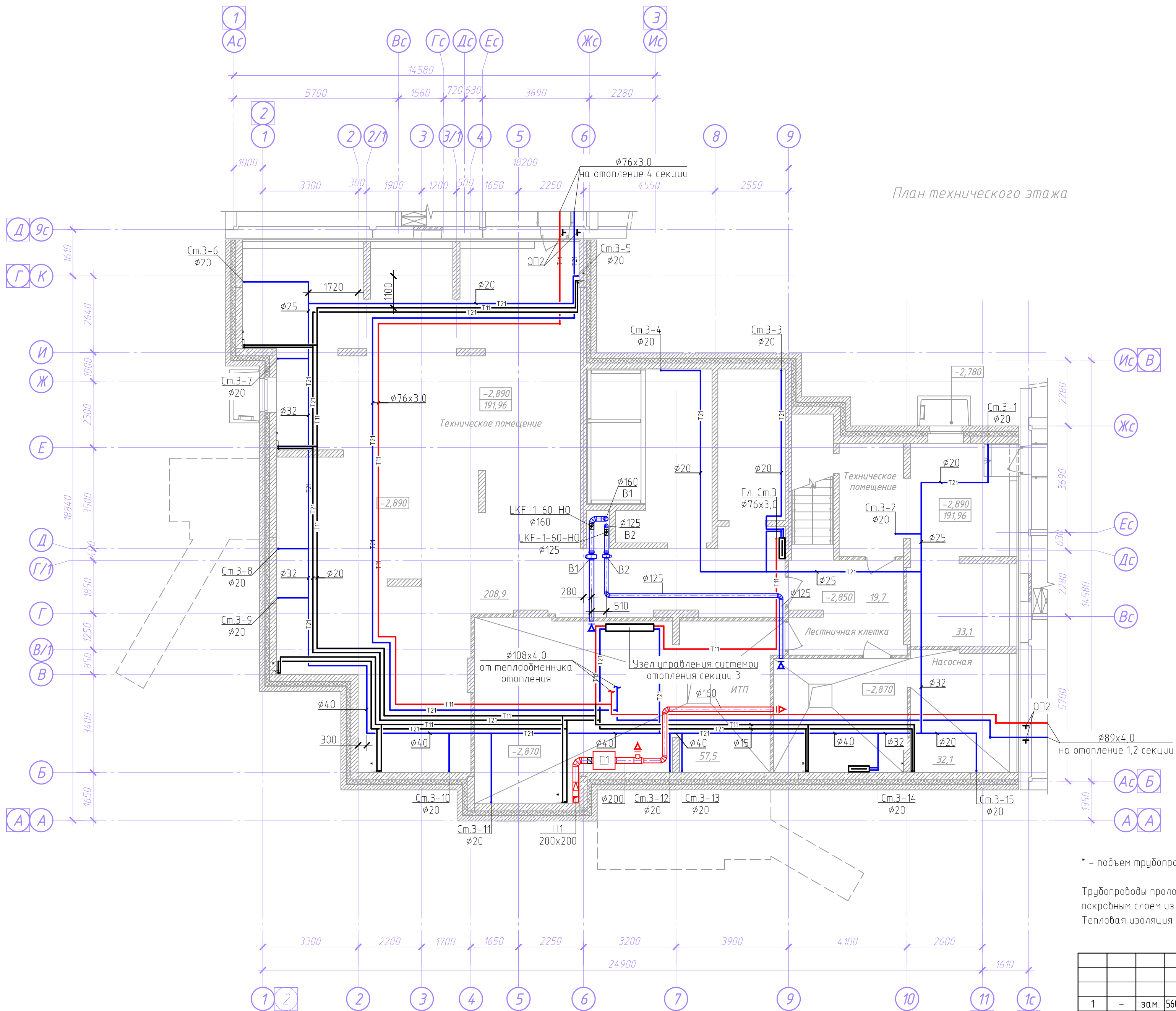
План технического этажа

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

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

022/06 - 906 - ИОС4			
1	-	зам. 560-23	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 №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этаж			
Стадия	Лист	Листов	
П	2		
Секция 1, 2. План технического этажа			

План технического этажа



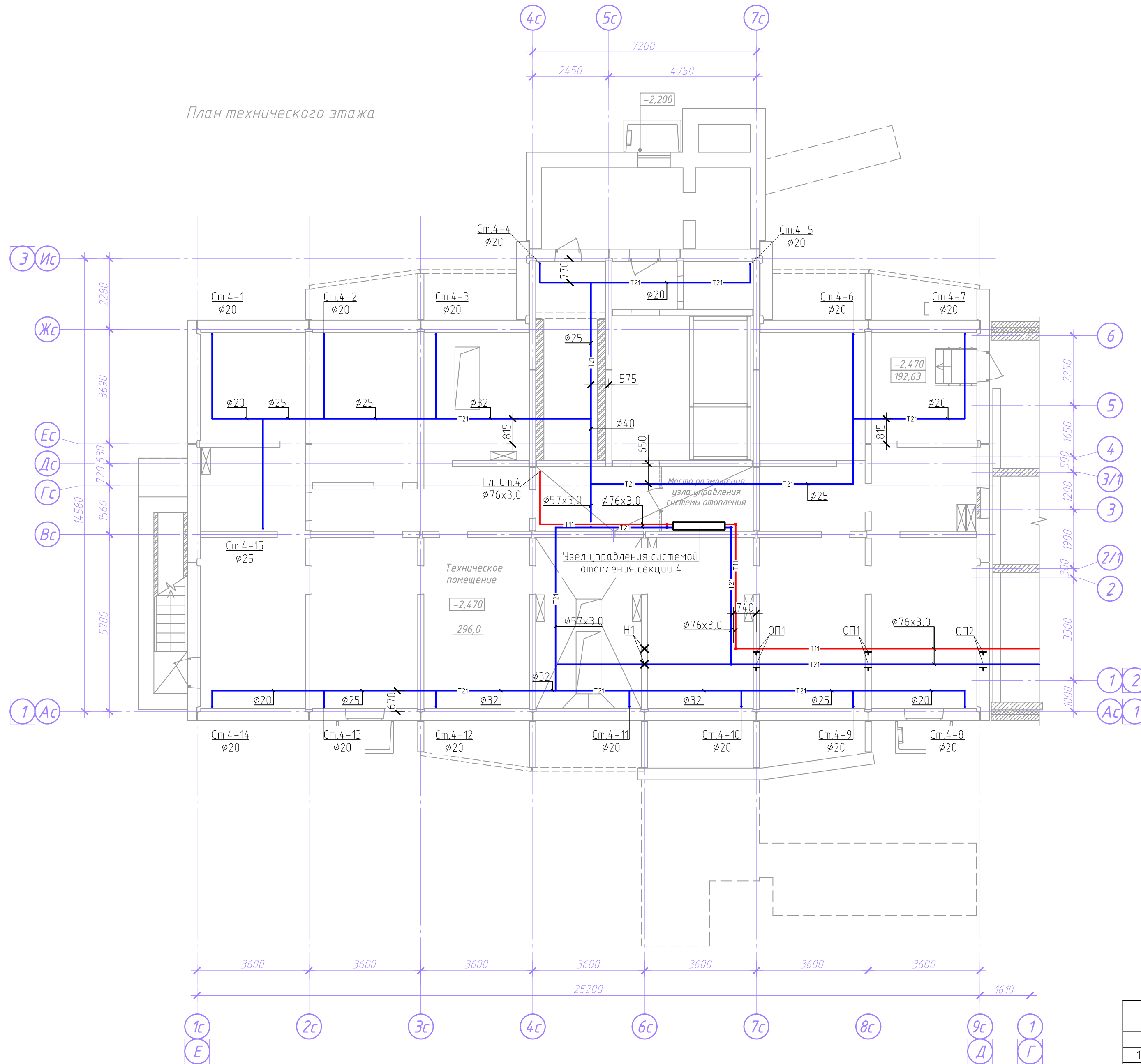
\* - подъем трубопроводов на 1 этаж.

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

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

					022/06 - 906 - ИОС4		
1	-	зам. 560-23	09.23		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 №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этап		
Выполнил	Шмыков		07.23		Стадия	Лист	Листов
ГИП	Шаповалов		07.23		П	3	
Секция 3. План технического этажа							

План технического этажа

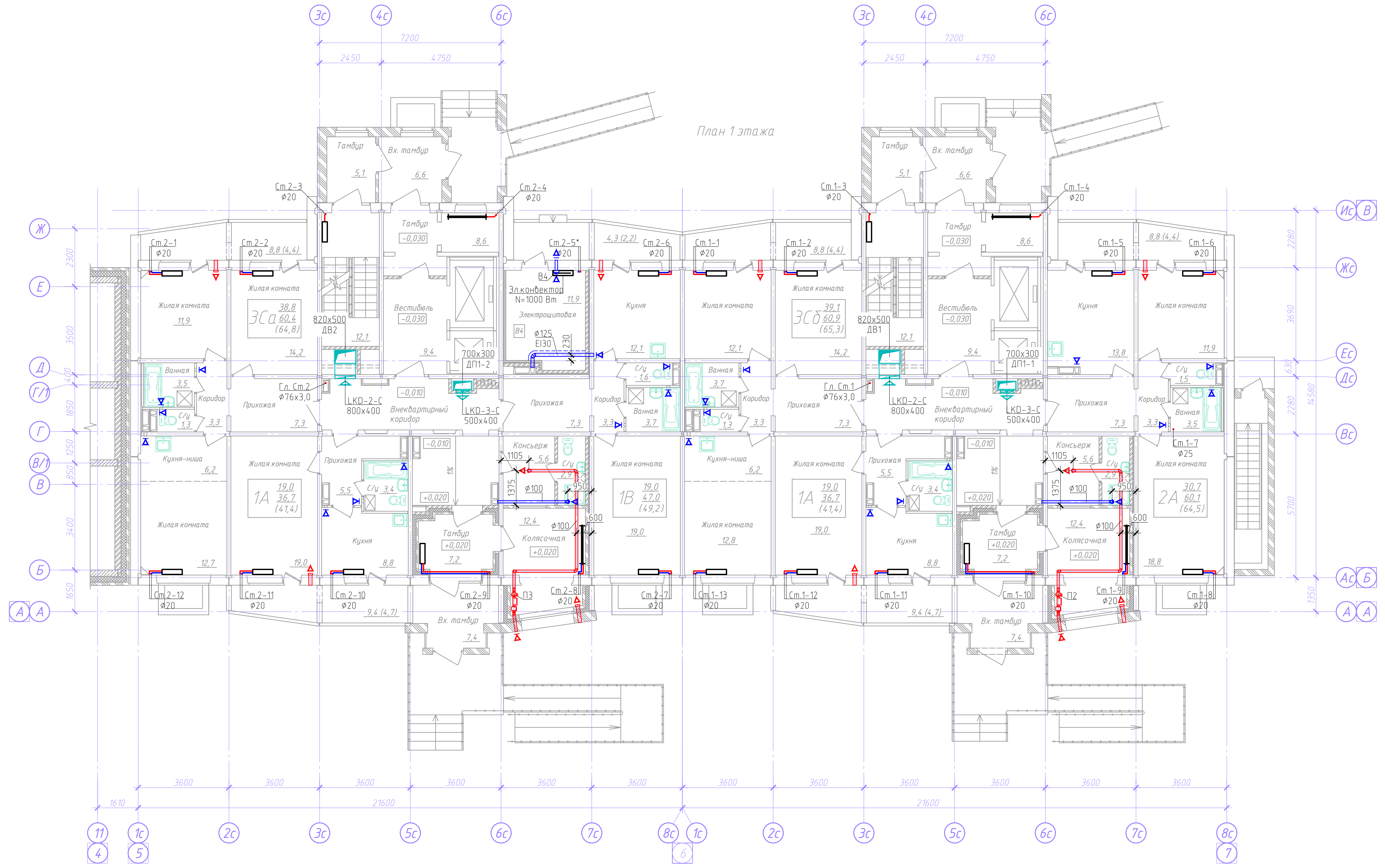


Трубопроводы проложенные по техническому этажу покрыть цилиндрами из базальтовой ваты с покровным слоем из алюминиевой армированной фольги δ=30 мм.  
Тепловая изоляция условно не показана.

					022/06 - 906 - ИОС4		
1	-	зам. 560-23	<i>Шмыков</i>	09.23	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 №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этап		
Выполнил	Шмыков	<i>Шмыков</i>	07.23	Стадия	Лист	Листов	
ГИП	Шаловалов	<i>Шаловалов</i>	07.23	П	4		
Секция 4. План технического этажа							

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





Условные обозначения:

- клапан инфильтрации воздуха;
- решетка вентиляционная.

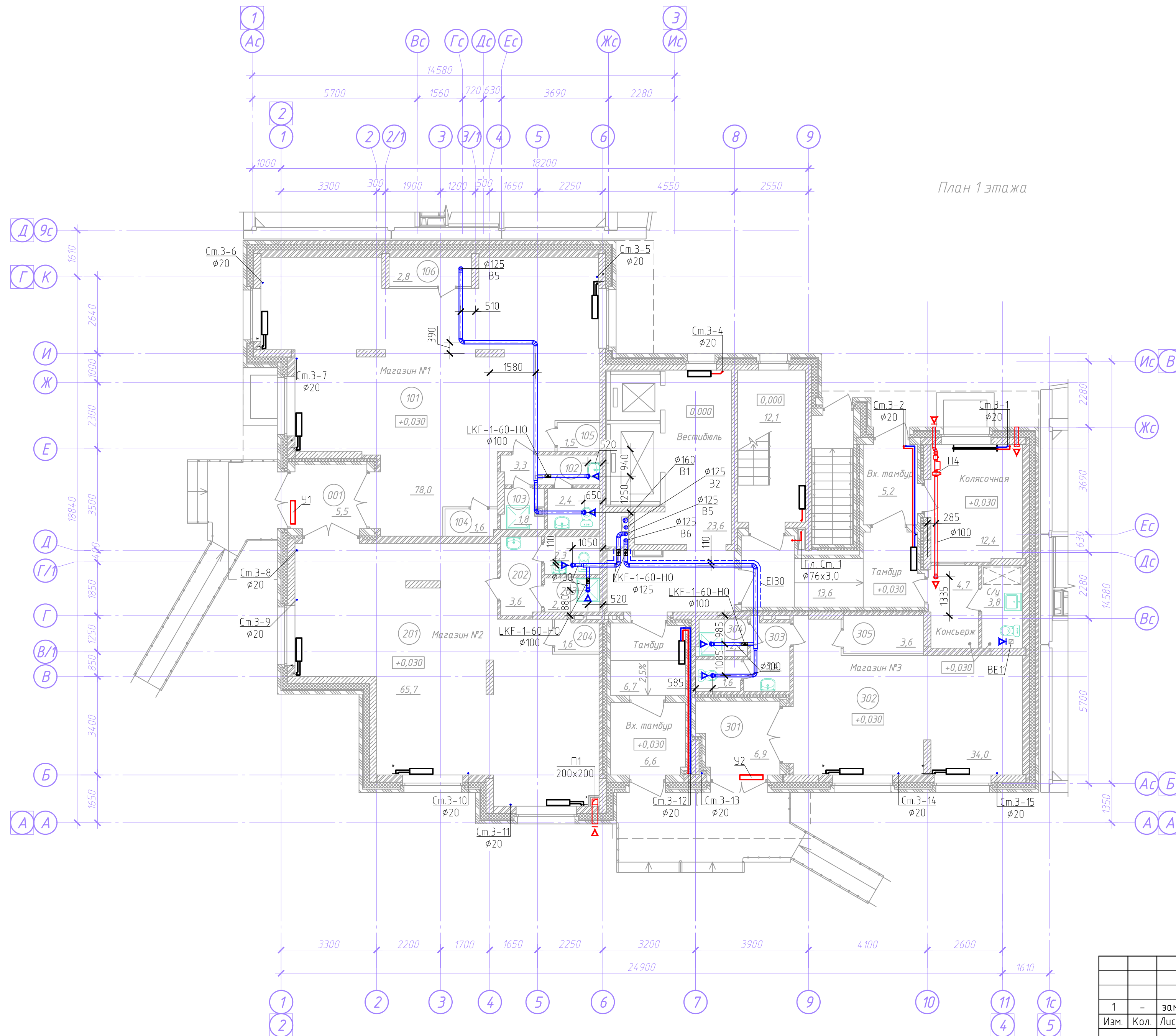
\* - трубопроводы через помещение электрощитовой проложить в гильзе из стальной трубы Ду32.

				022/06 - 906 - ИОС4								
1	-	зам. 560-23		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		07.23	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этап		<table border="1"> <tr> <td>Стадия</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td>П</td> <td>5</td> <td></td> </tr> </table>	Стадия	Лист	Листов	П	5	
Стадия	Лист	Листов										
П	5											
ГИП	Шаповалов		07.23	Секция 1, 2. План 1 этажа								

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

Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
001	Тамбур	5,5
	Магазин №1 (магазин непродовольственных товаров)	91,4
101	Торговое помещение	78,0
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)	51,6
301	Тамбур	6,9
302	Торговое помещение	34,0
303	Санузел	5,0
304	Помещение для хранения, очистки и сушки уборочного инвентаря	2,1
305	Подсобное помещение	3,6
	Итого на этаж:	223,8



Условные обозначения:

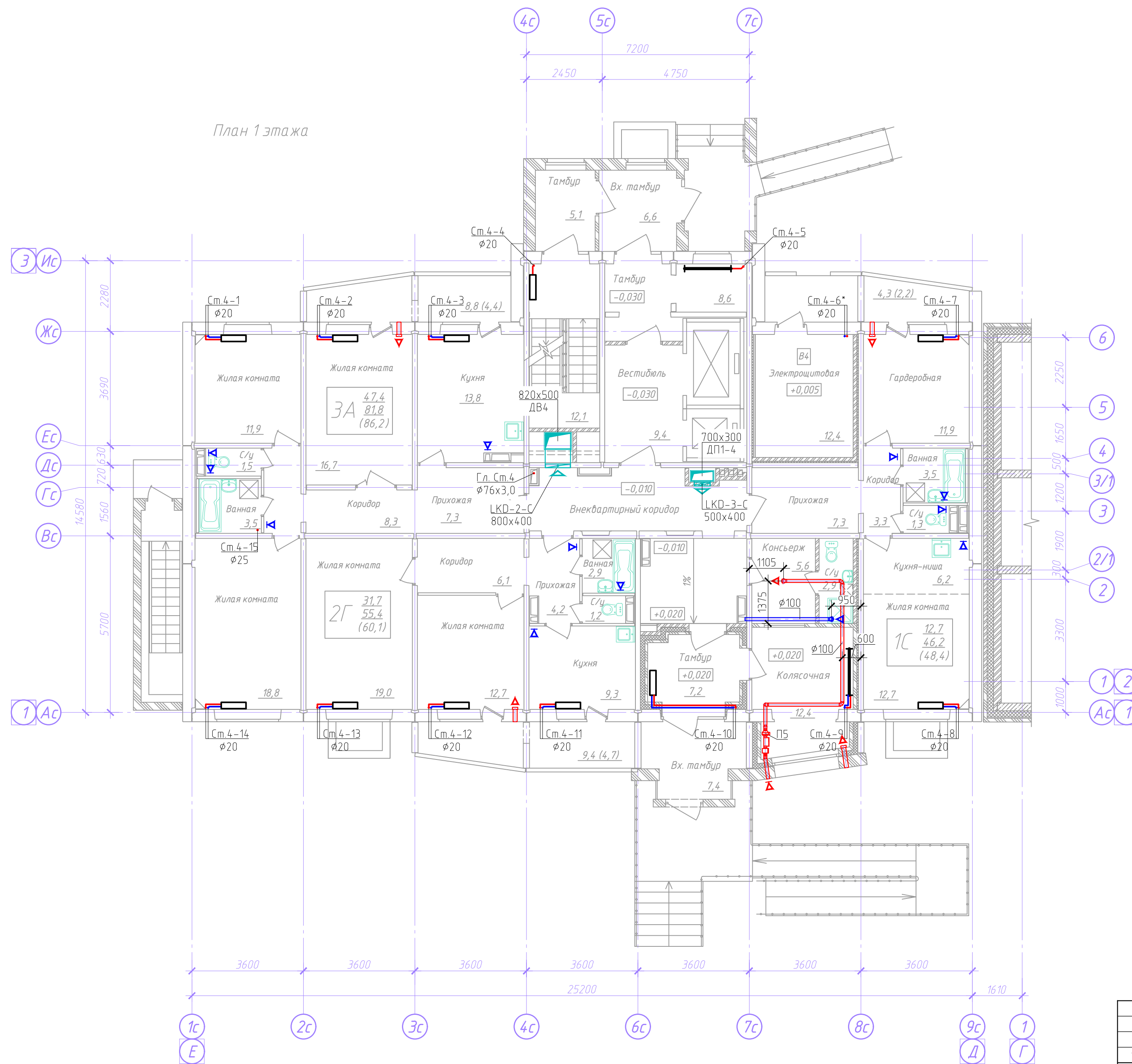
- клапан инфильтрации воздуха;
- решетка вентиляционная.

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

				022/06 - 906 - ИОС4		
1	-	зам. 560-23		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		07.23	Стадия	Лист	Листов
ГИП	Шаповалов		07.23	П	6	
Секция 3. План 1 этажа						



План 1 этажа



Условные обозначения:

- ▲ - клапан инфильтрации воздуха;
- ▲ - решетка вентиляционная.

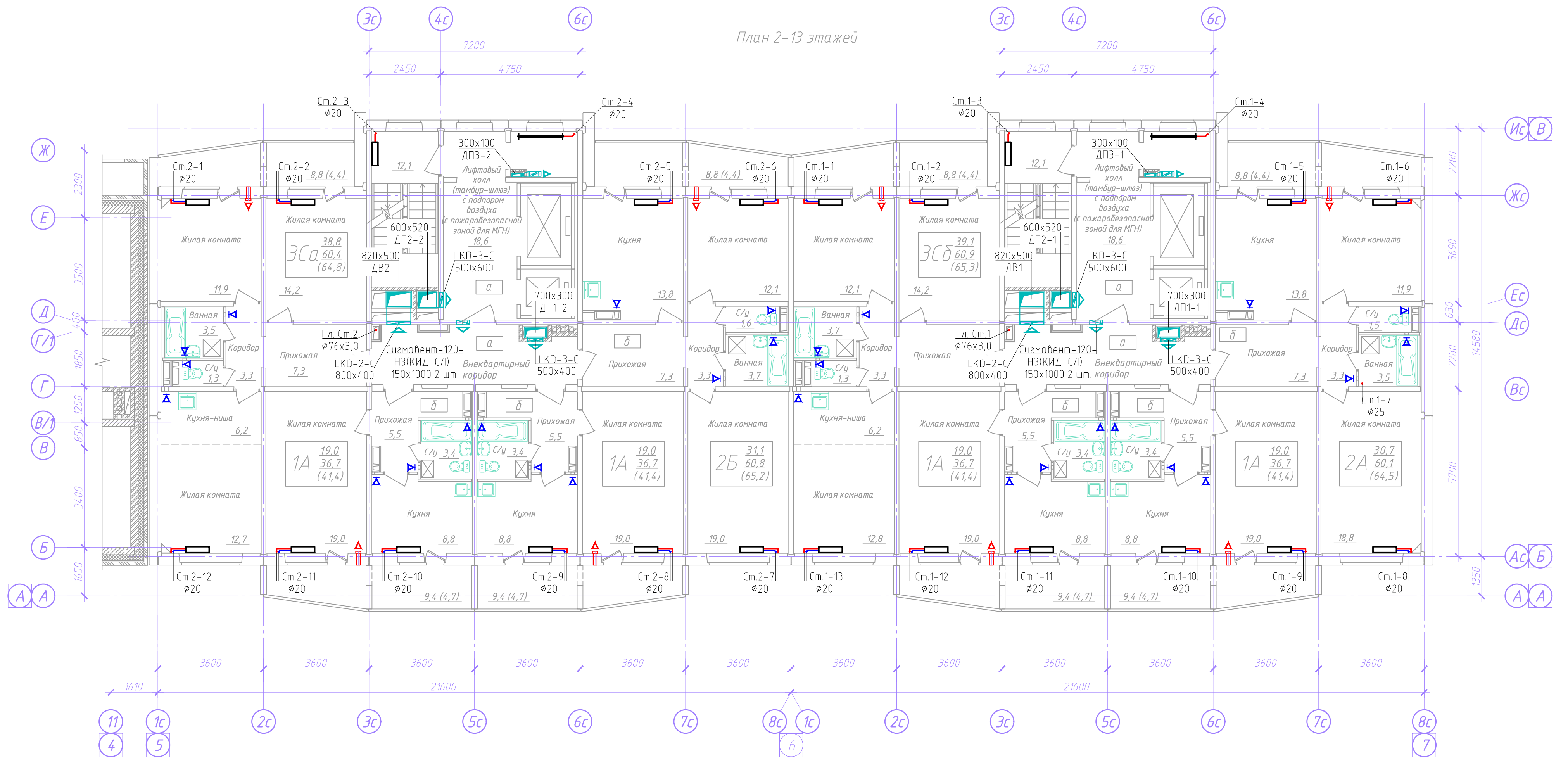
\* - трубопроводы через помещение электрощитовой проложить в гильзе из стальной трубы Ду32.

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

				022/06 - 906 - ИОС4		
1	-	зам. 560-23	09.23	Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Завельцовском районе г. Новосибирска		
Изм.	Кол.	Лист N док.	Подп.	Дата		
Выполнил	Шмыков	07.23	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этап		Стадия	Лист
ГИП	Шаловалов	07.23			П	7
				Секция 4. План 1 этажа		



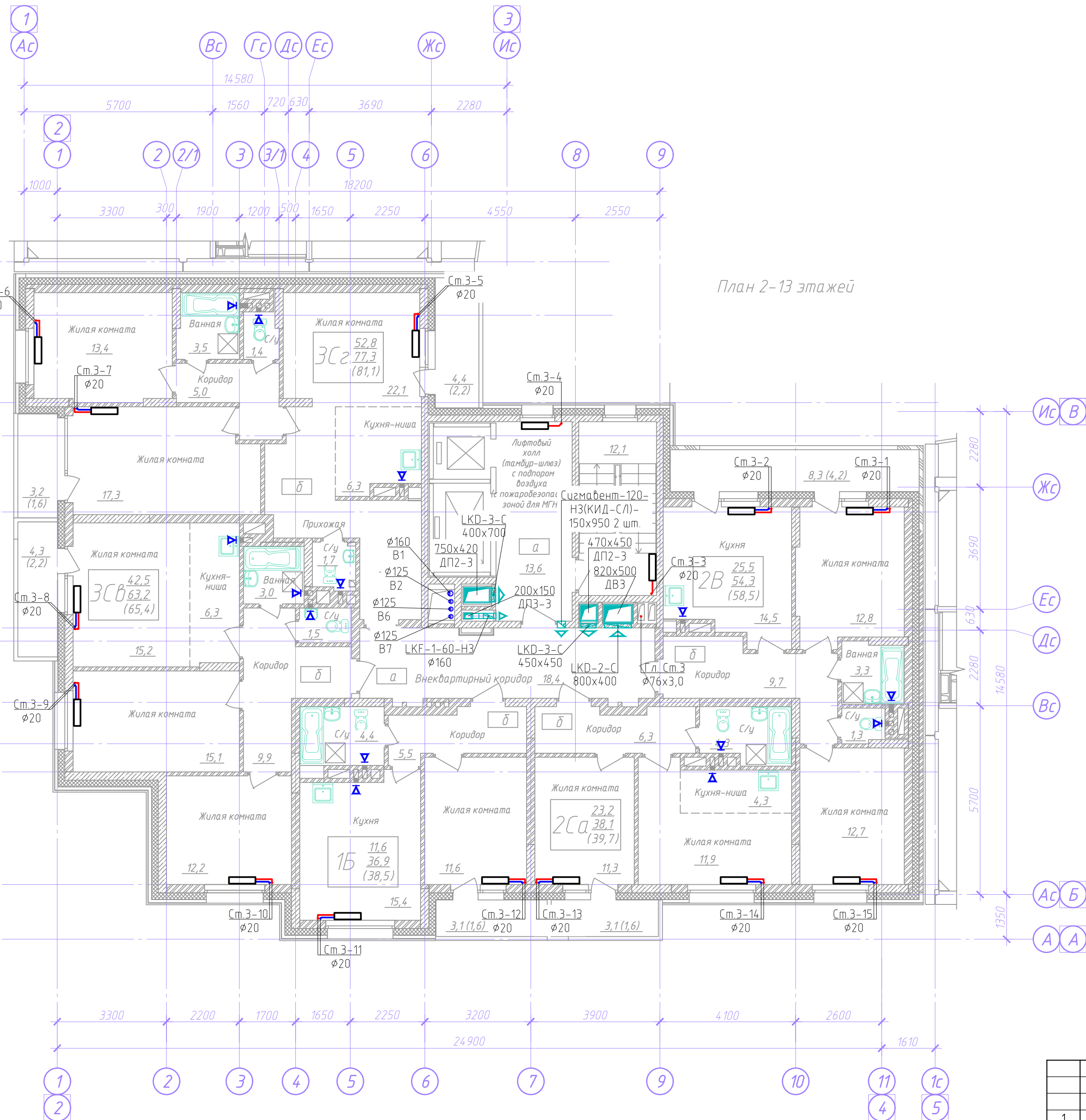
План 2-13 этажей




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

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

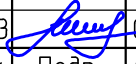
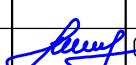


022/06 - 906 - ИОС4			
1	-	зам. 560-23	09.23
Изм.	Кол.	Лист N док.	Подп. Дата
Выполнил	Шмыков		07.23
ГИП	Шаповалов		07.23
Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Завельцовском районе г. Новосибирска			
Многоквартирный многоэтажный жилой дом №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этап			
Секция 1, 2. План 2-13 этажей	Стадия	Лист	Листов
	П	8	



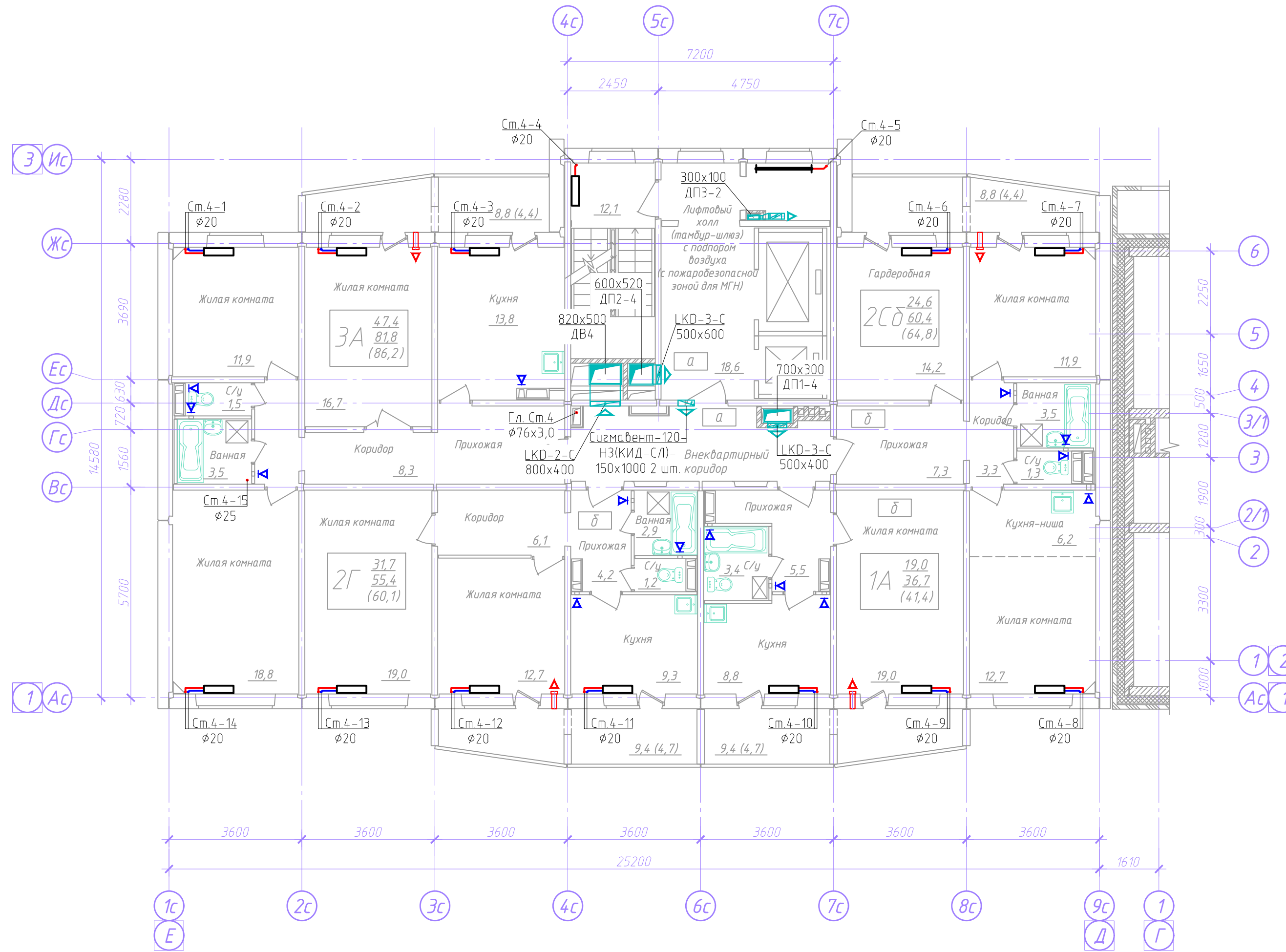
План 2-13 этажей

Условные обозначения:  
 - решетка вентиляционная.

Этаж	Отм. чистого пола этажа	
	а	б
2	+3,000	+2,995
3	+6,000	+5,995
4	+9,000	+8,995
5	+12,000	+11,995
6	+15,000	+14,995
7	+18,000	+17,995
8	+21,000	+20,995
9	+24,000	+23,995
10	+27,000	+26,995
11	+30,000	+29,995
12	+33,000	+32,995
13	+36,000	+35,995

022/06 - 906 - ИОС4				
1	-	зам. 560-23		09.23
Изм.	Кол.	Лист N док.	Подп.	Дата
Выполнил	Шмыков		07.23	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этап
ГИП	Шаповалов		07.23	
Секция 3. План 2-13 этажей				
Стадия	Лист	Листов		
П	9			

План 2-13 этажей

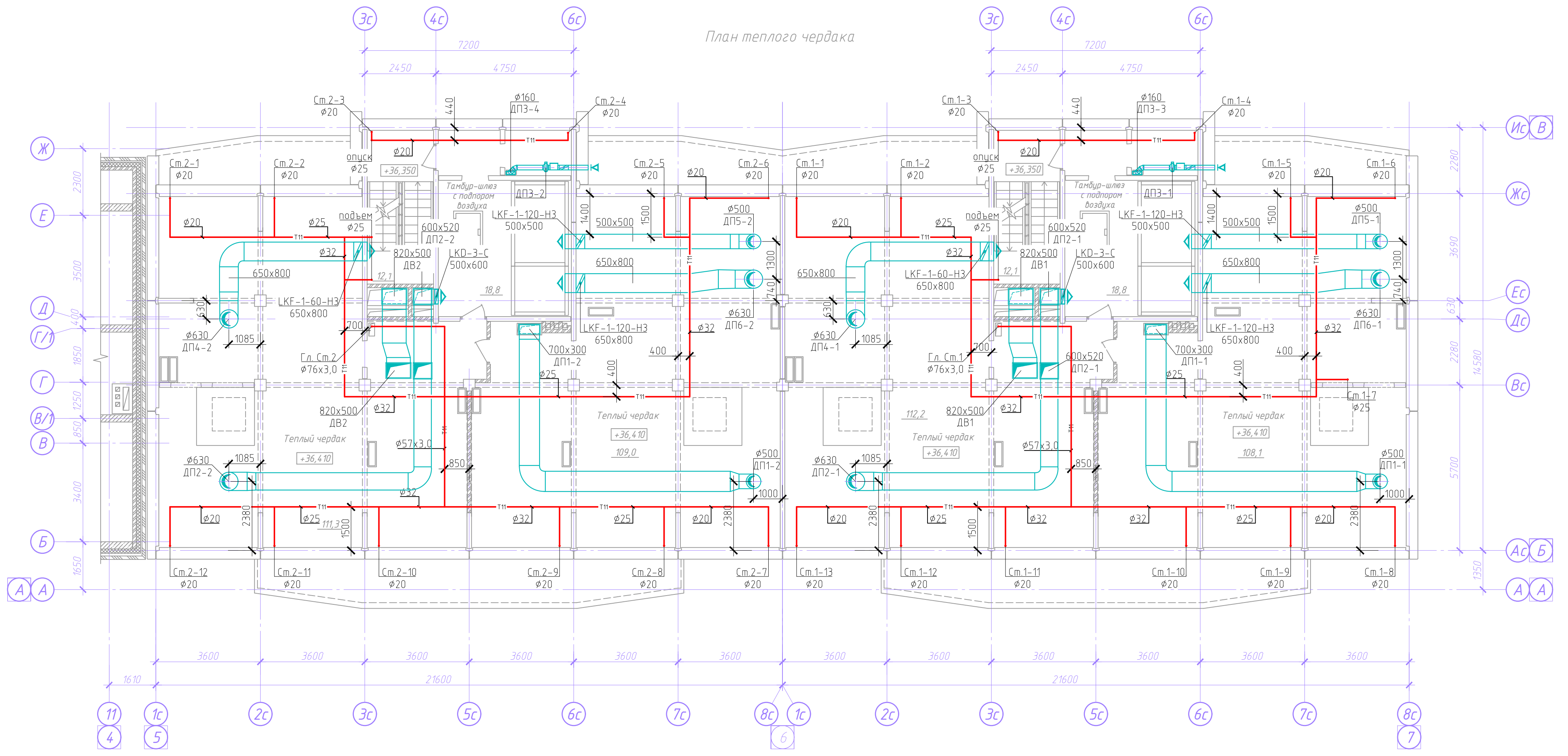


Условные обозначения:  
 - клапан инфильтрации воздуха;  
 - решетка вентиляционная.

				022/06 - 906 - ИОС 4		
1	-	зам. 560-23	<i>Шмыков</i>	09.23	Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Завельцовском районе г. Новосибирска	
Изм.	Кол.	Лист N док.	Подп.	Дата		
Выполнил	Шмыков	<i>Шмыков</i>	07.23	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этаж		Стадия П
ГИП	Шалопалов	<i>Шалопалов</i>	07.23	Лист 10	Листов	
Секция 4. План 2-13 этажей						



План теплого чердака

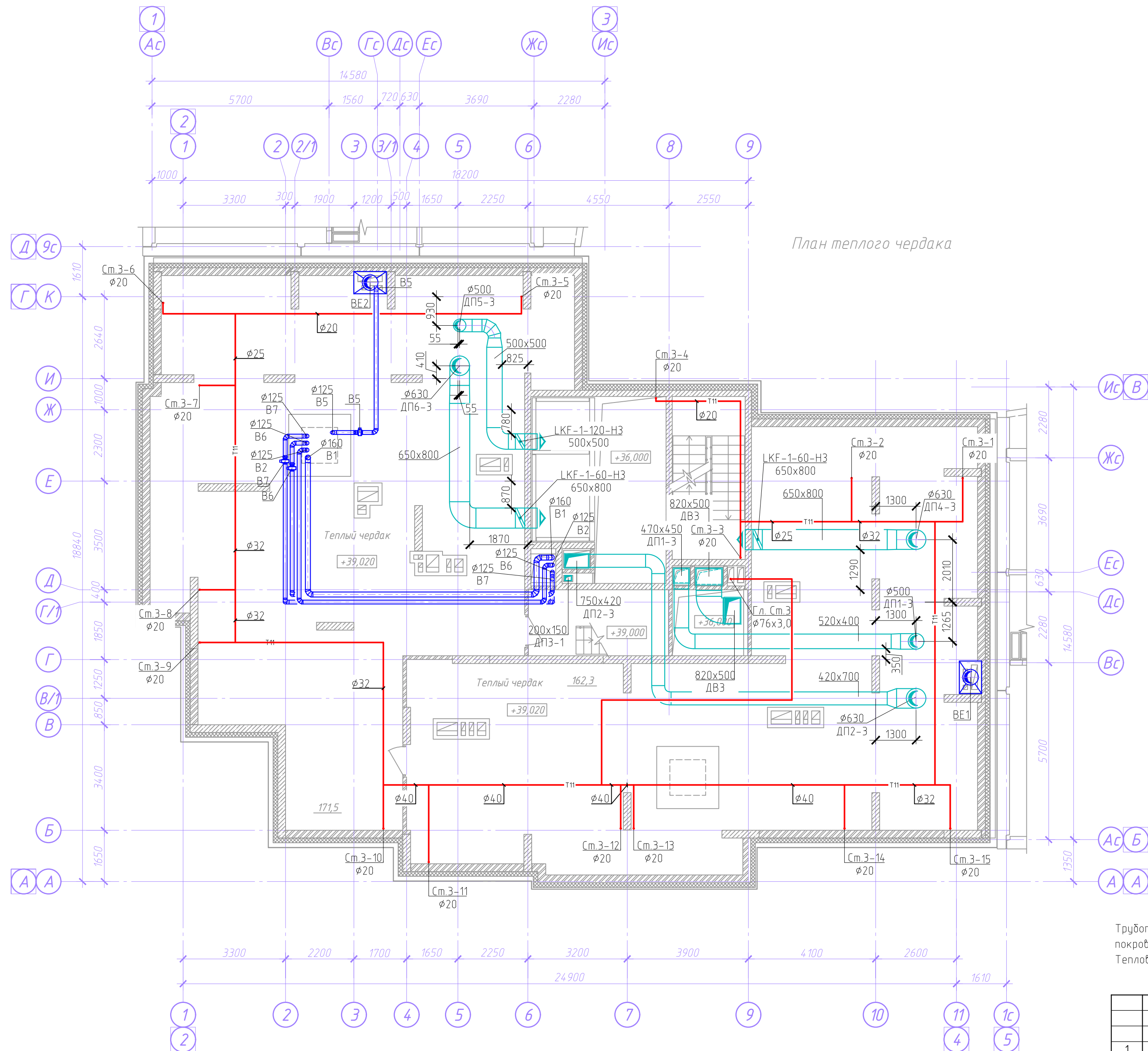


Трубопроводы проложенные по теплomu чердаку покрыть цилиндрами из базальтовой ваты с покрывным слоем из алюминиевой армированной фольги б=30 мм.  
Тепловая изоляция условно не показана.

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

				022/06 - 906 - ИОС4				
1	-	зам. 560-23	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	07.23	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этап			Стадия	Лист	Листов
ГИП	Шаповалов	07.23	Секция 1, 2. План теплого чердака			П	11	



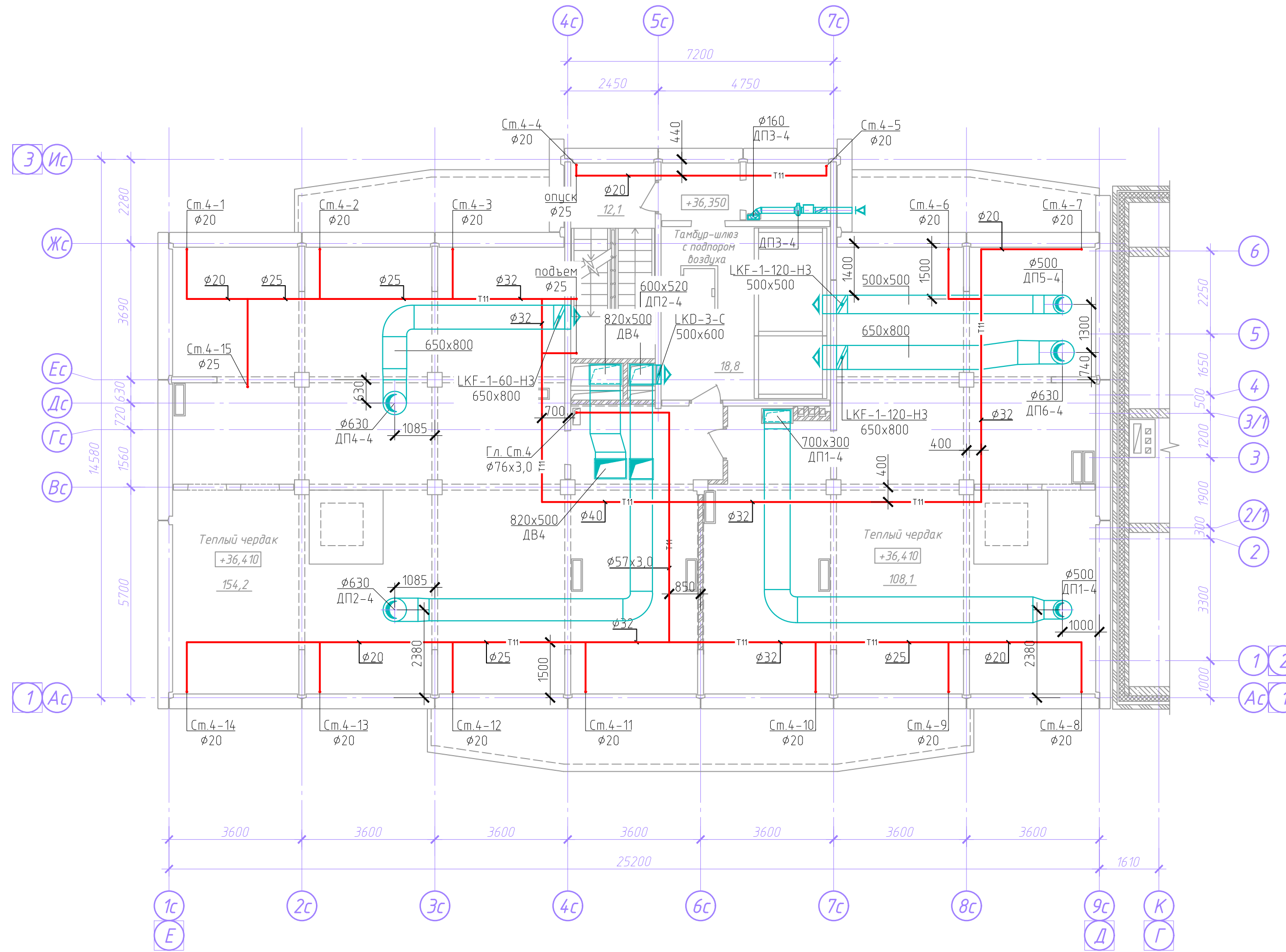


Трубопроводы проложенные по теплому чердаку покрыть цилиндрами из базальтовой ваты с покрывным слоем из алюминиевой армированной фольги  $\delta=30$  мм.  
Тепловая изоляция условно не показана.

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

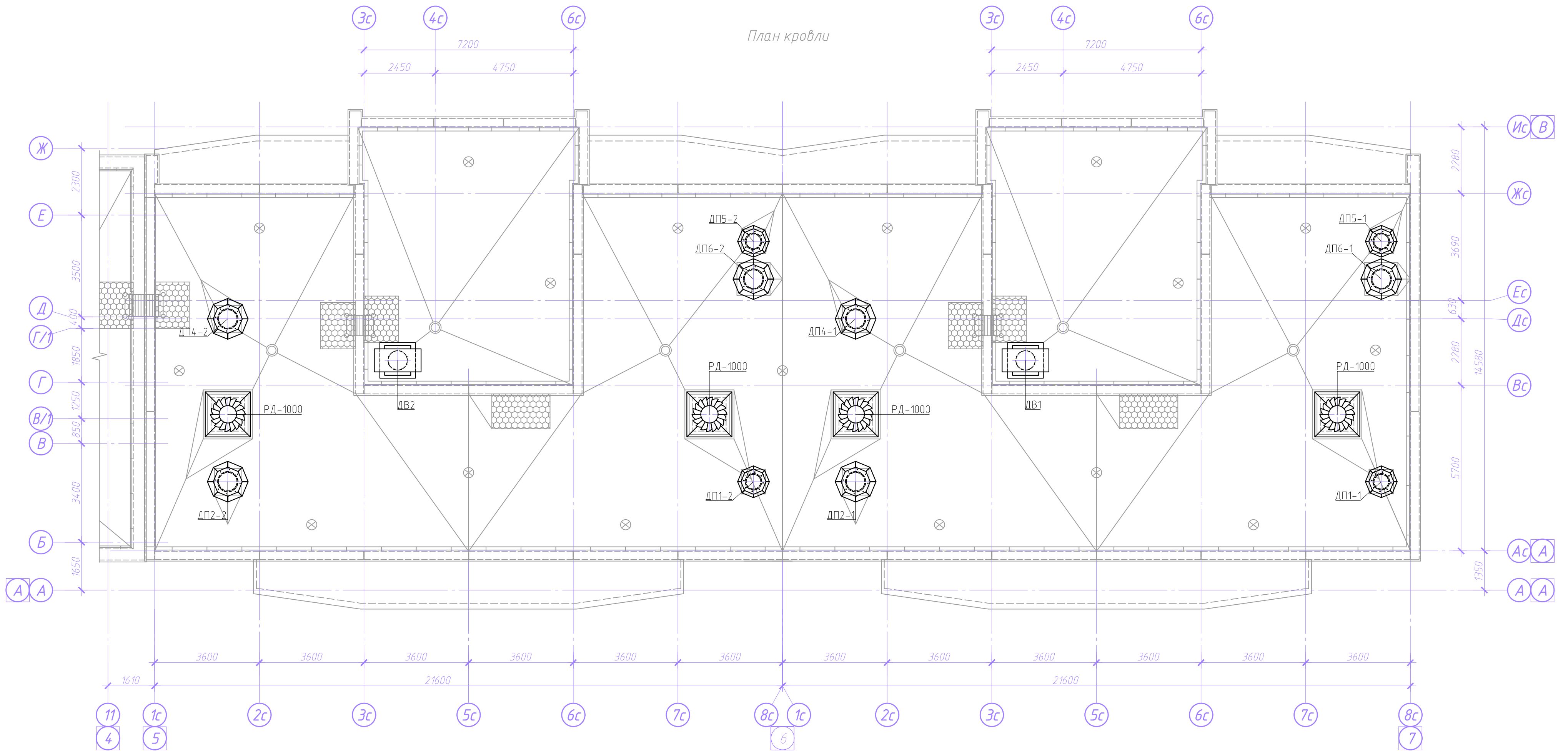
					022/06 - 906 - ИОС4			
1	-	зам. 560-23	<i>Сидя</i>	09.23	Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Заельцовском районе г. Новосибирска			
Изм.	Кол.	Лист N док.	Подп.	Дата				
Выполнил	Шмыков	<i>Сидя</i>	07.23	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этап		Стадия	Лист	Листов
ГИП	Шаловалов	<i>Шаловалов</i>	07.23	Секция 3. План теплого чердака		П	12	

План теплового чердака



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

				022/06 - 906 - ИОС 4				
1	-	зам. 560-23	09.23	Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Завельцовском районе г. Новосибирска				
Изм.	Кол.	Лист N док.	Подп.	Дата				
Выполнил	Шмыков	07.23	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этап			Стадия	Лист	Листов
ГИП	Шаловалов	07.23				П	13	
				Секция 4. План теплового чердака				

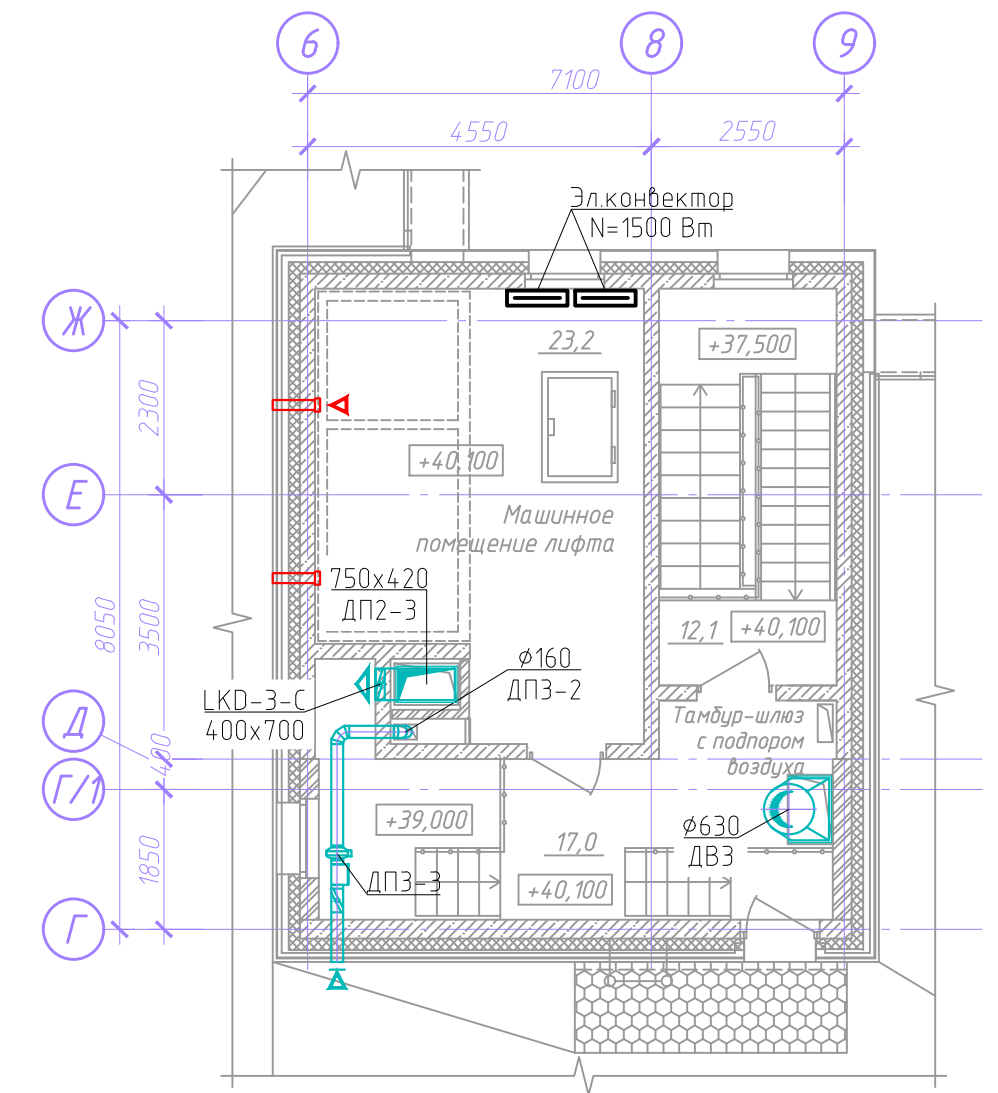
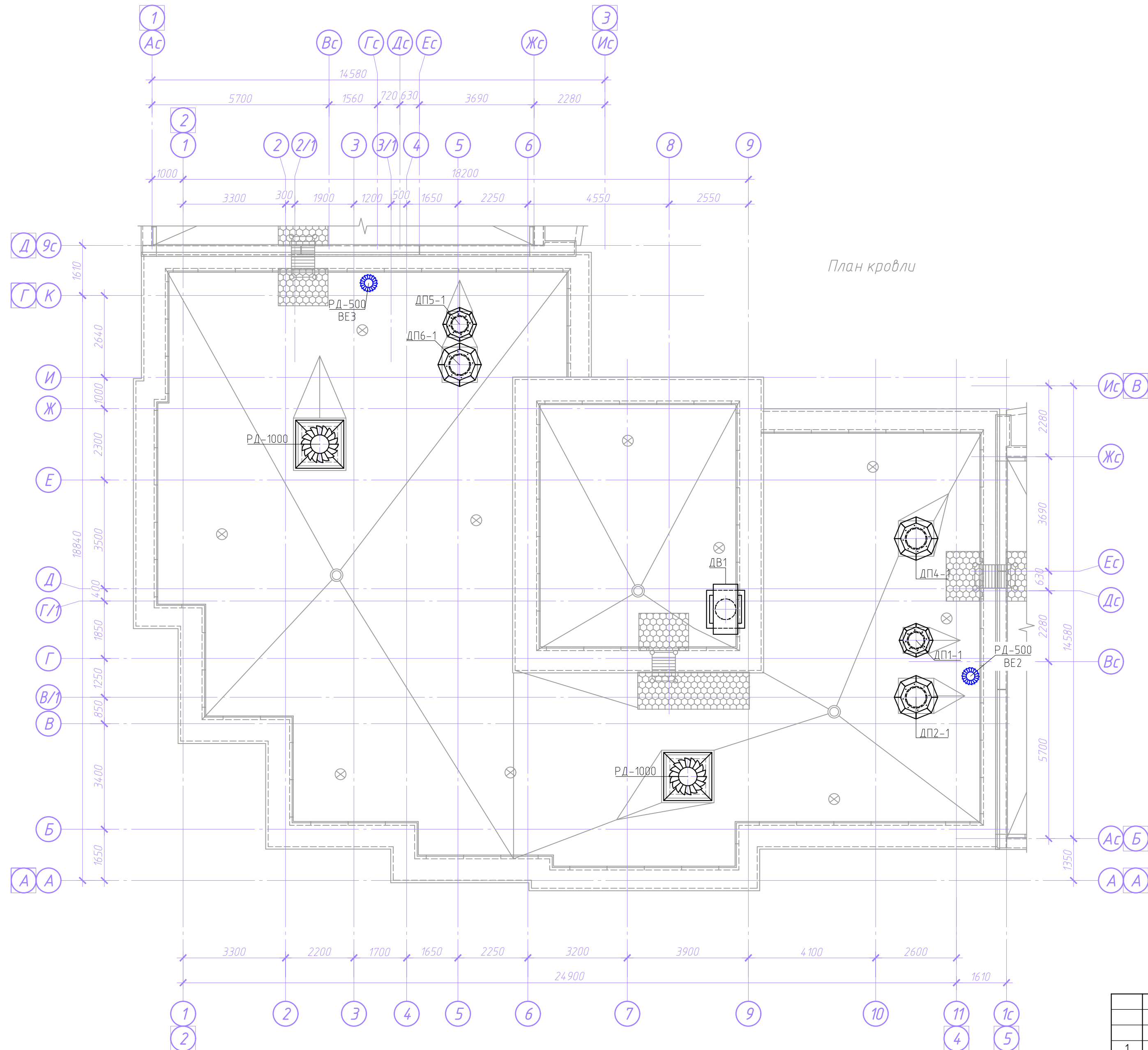


Инф. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №

					022/06 - 906 - ИОС4				
1	-	зам. 560-23	<i>Шмыков</i>	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 №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этап			Стадия	Лист	Листов
ГИП	Шаловалов	<i>Шаловалов</i>	07.23				П	14	
					Секция 1, 2. План кровли				



План машинного помещения лифта (секция №3)



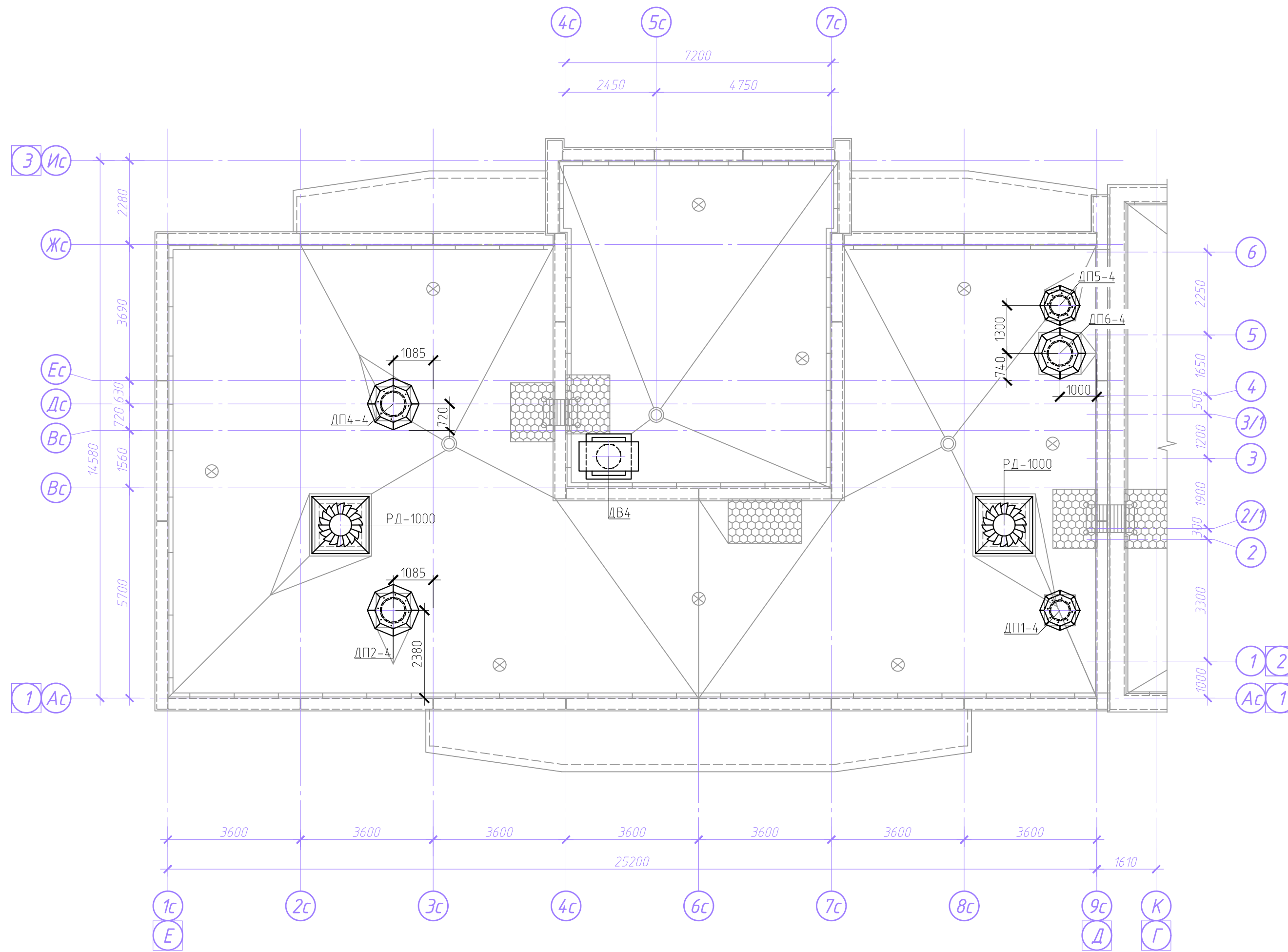
Условные обозначения:  
 - клапан инфильтрации воздуха.

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

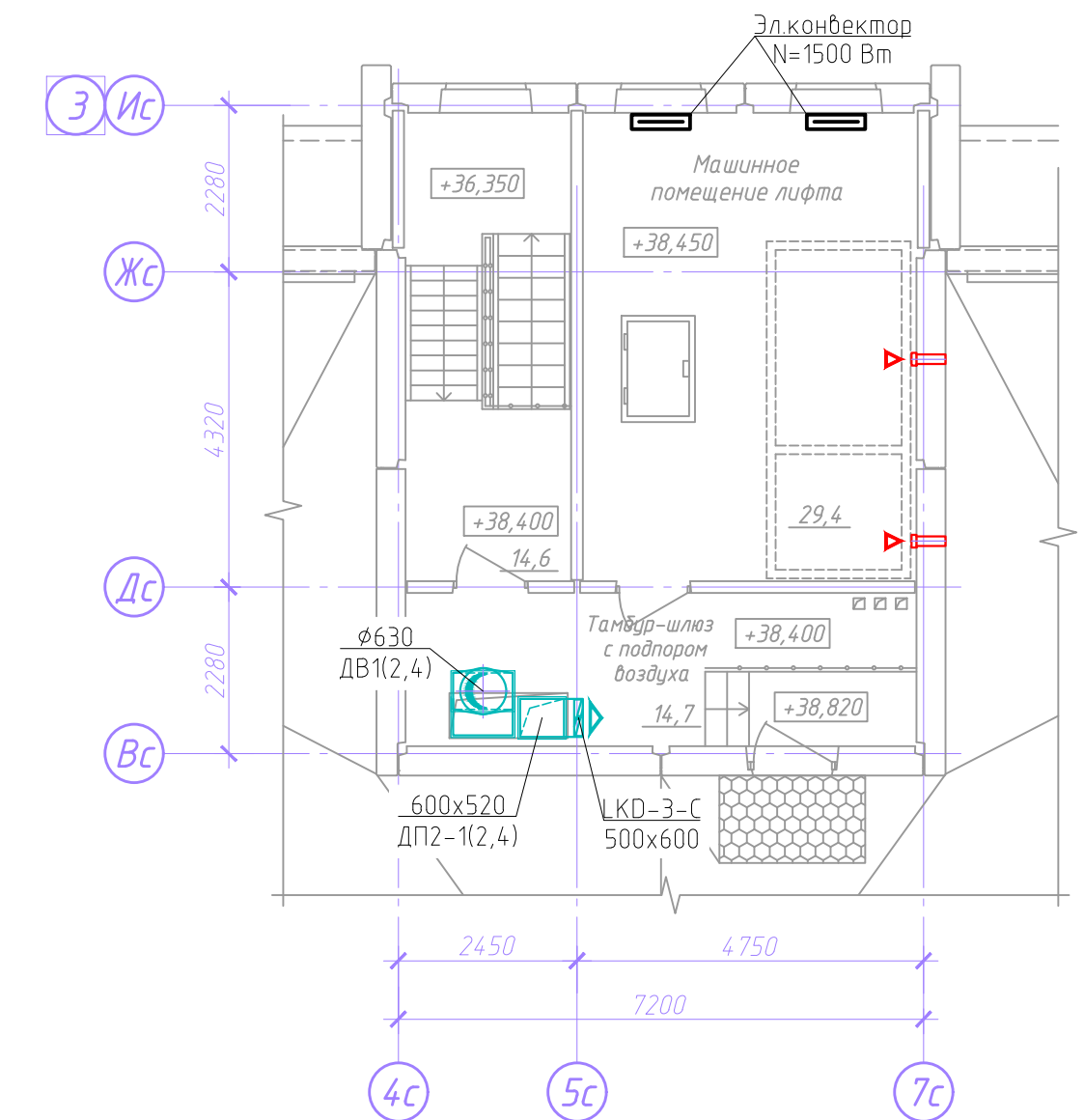
022/06 - 906 - ИОС4					
1	-	зам. 560-23	<i>Шмыков</i>	09.23	Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Завельцовском районе г. Новосибирска
Изм.	Кол.	Лист N док.	Подп.	Дата	
Выполнил	Шмыков	<i>Шмыков</i>	07.23	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этап	Стадия
ГИП	Шаловалов	<i>Шаловалов</i>	07.23	Секция 3. План кровли. План машинного помещения лифта (секция №3)	Лист
					Листов
					п 15




План кровли




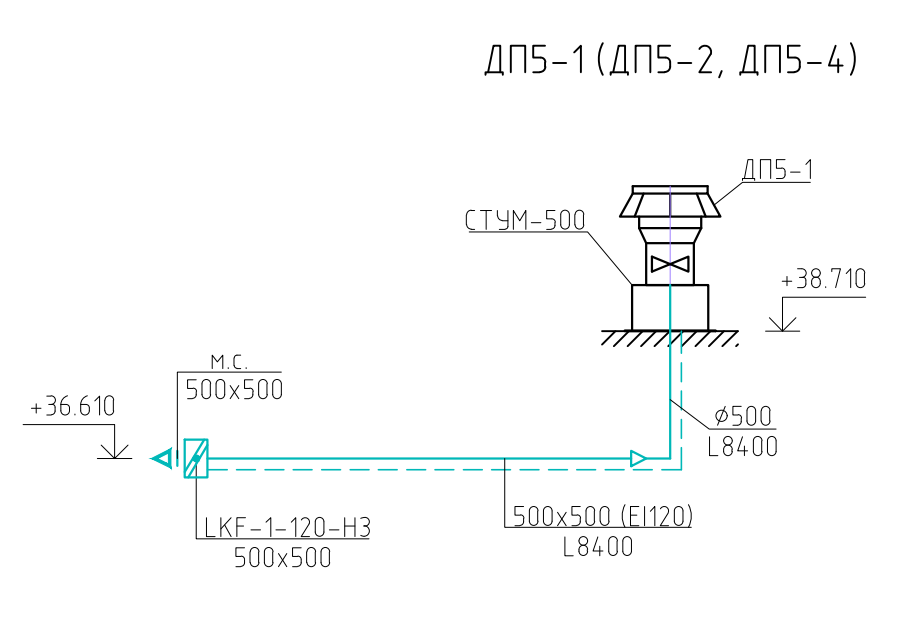
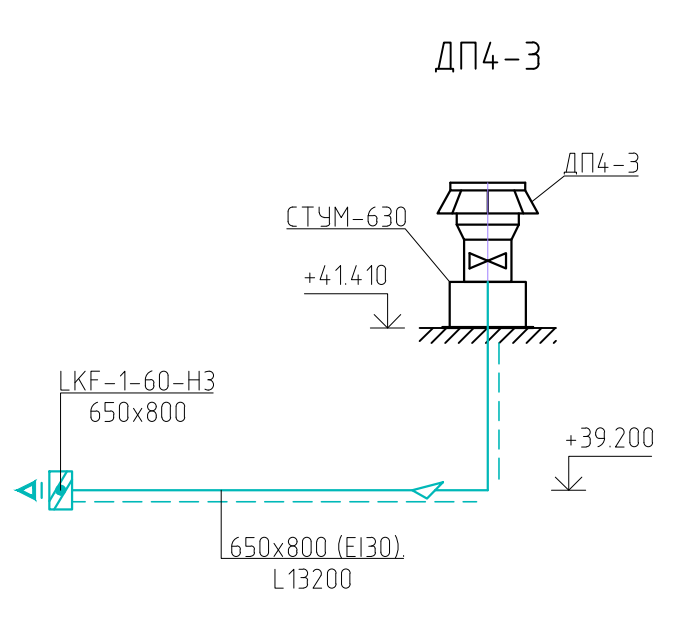
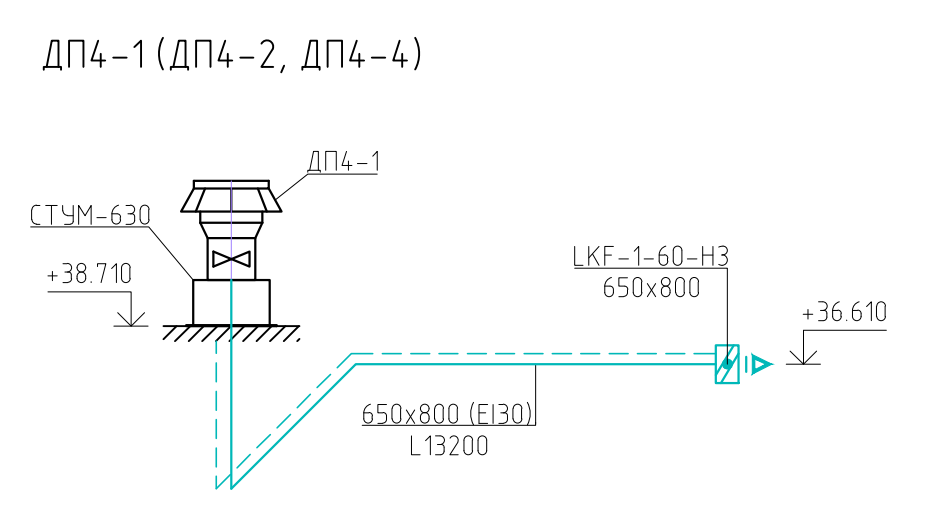
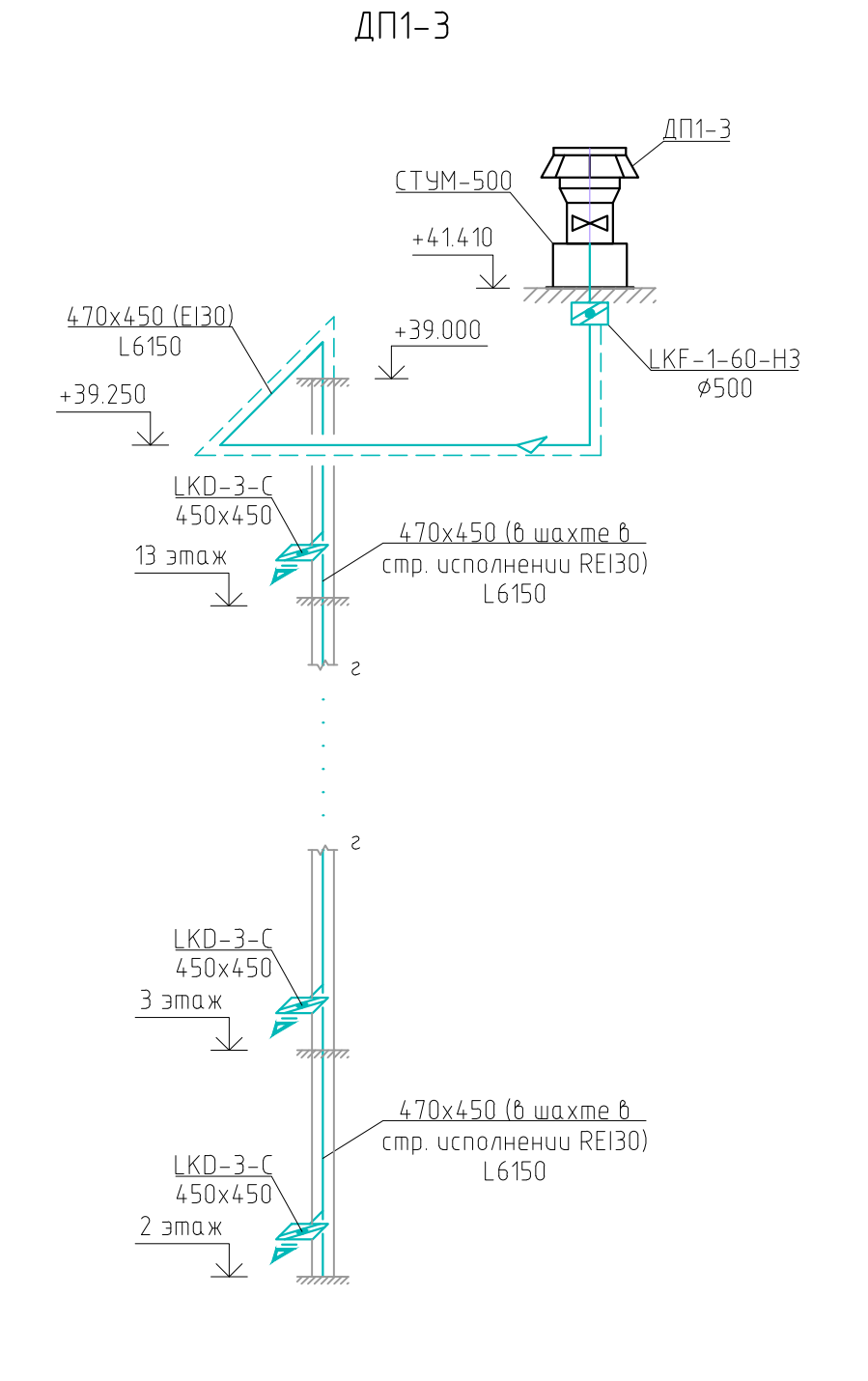
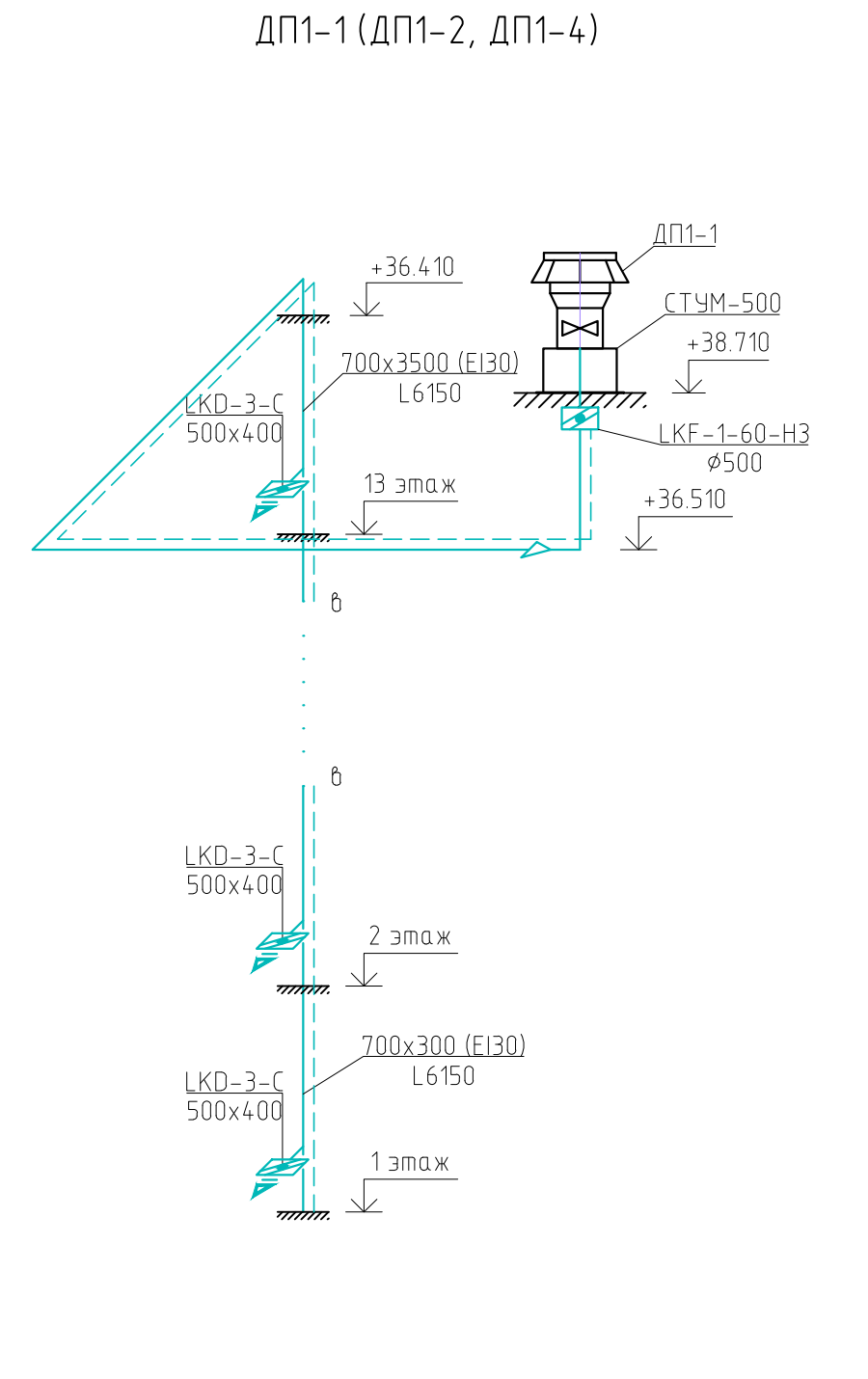
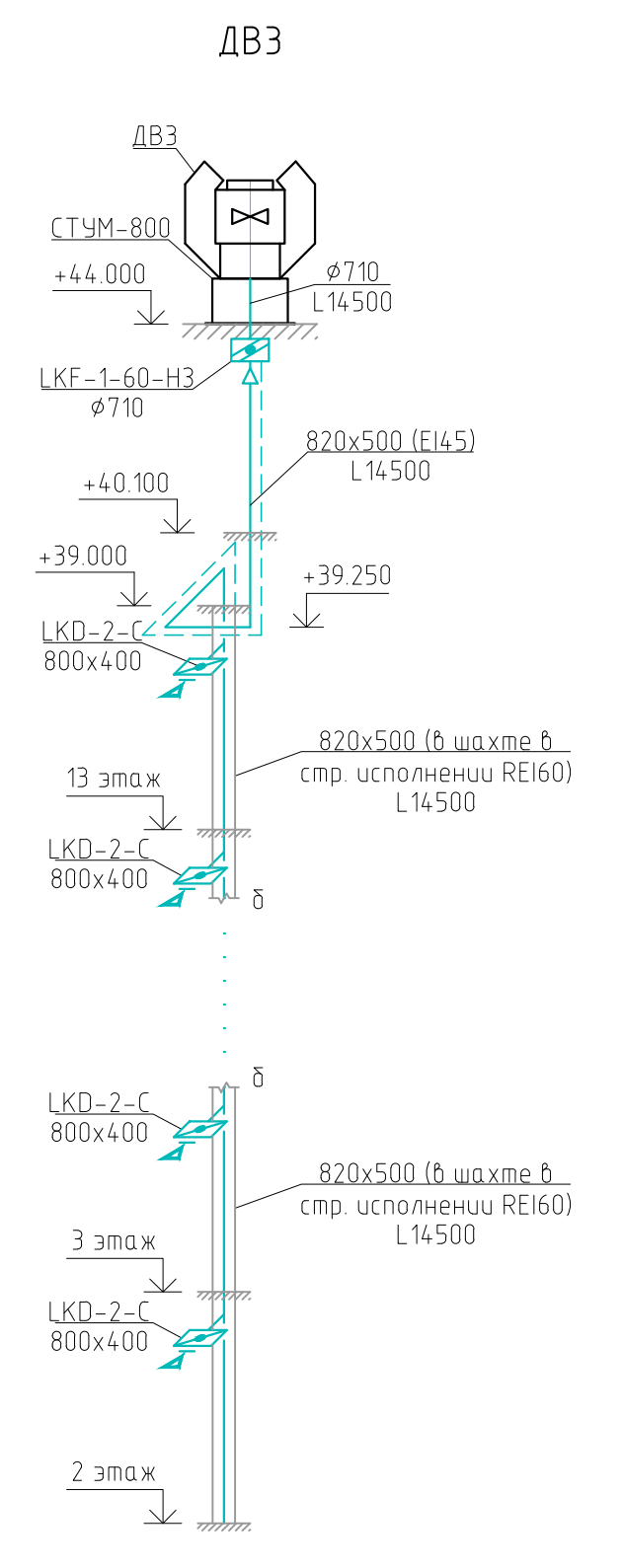
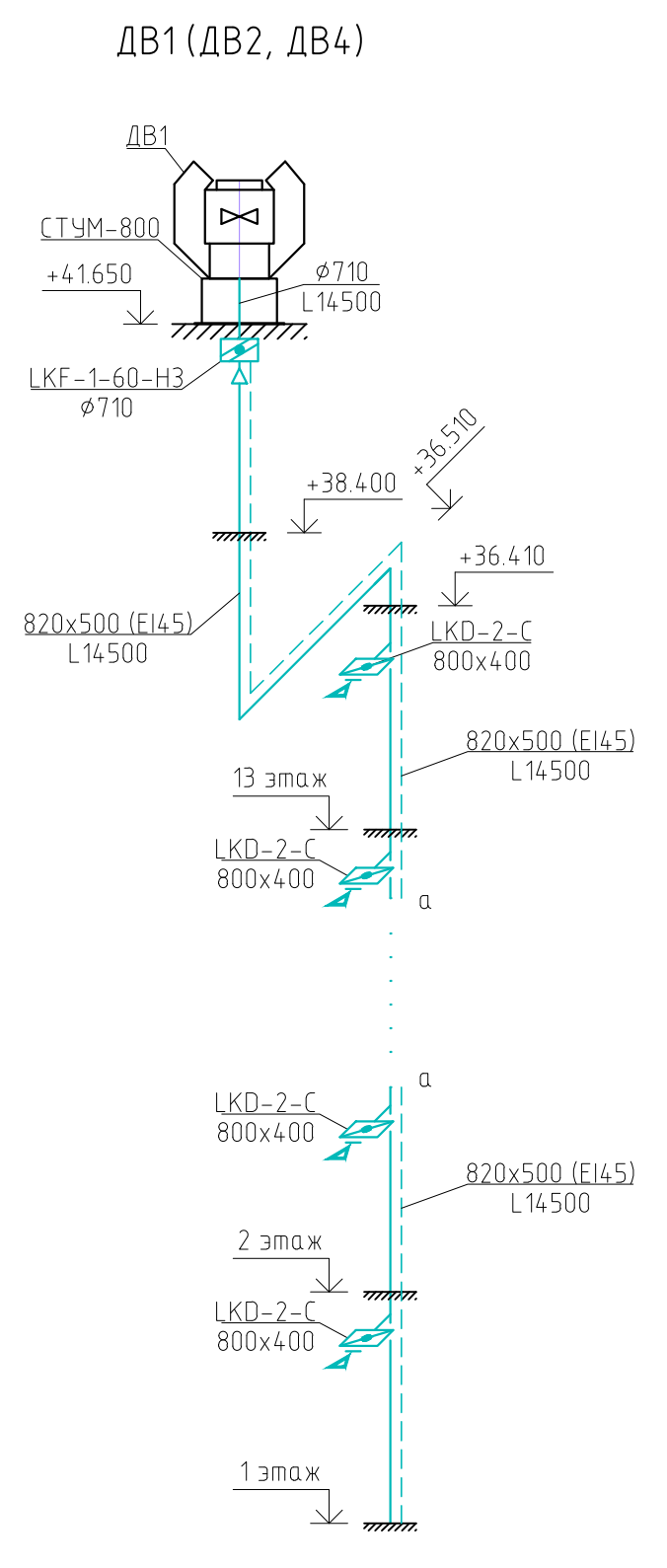
План машинного помещения лифта (секция №№ 1,2,4)



Условные обозначения:  
 - клапан инфильтрации воздуха.

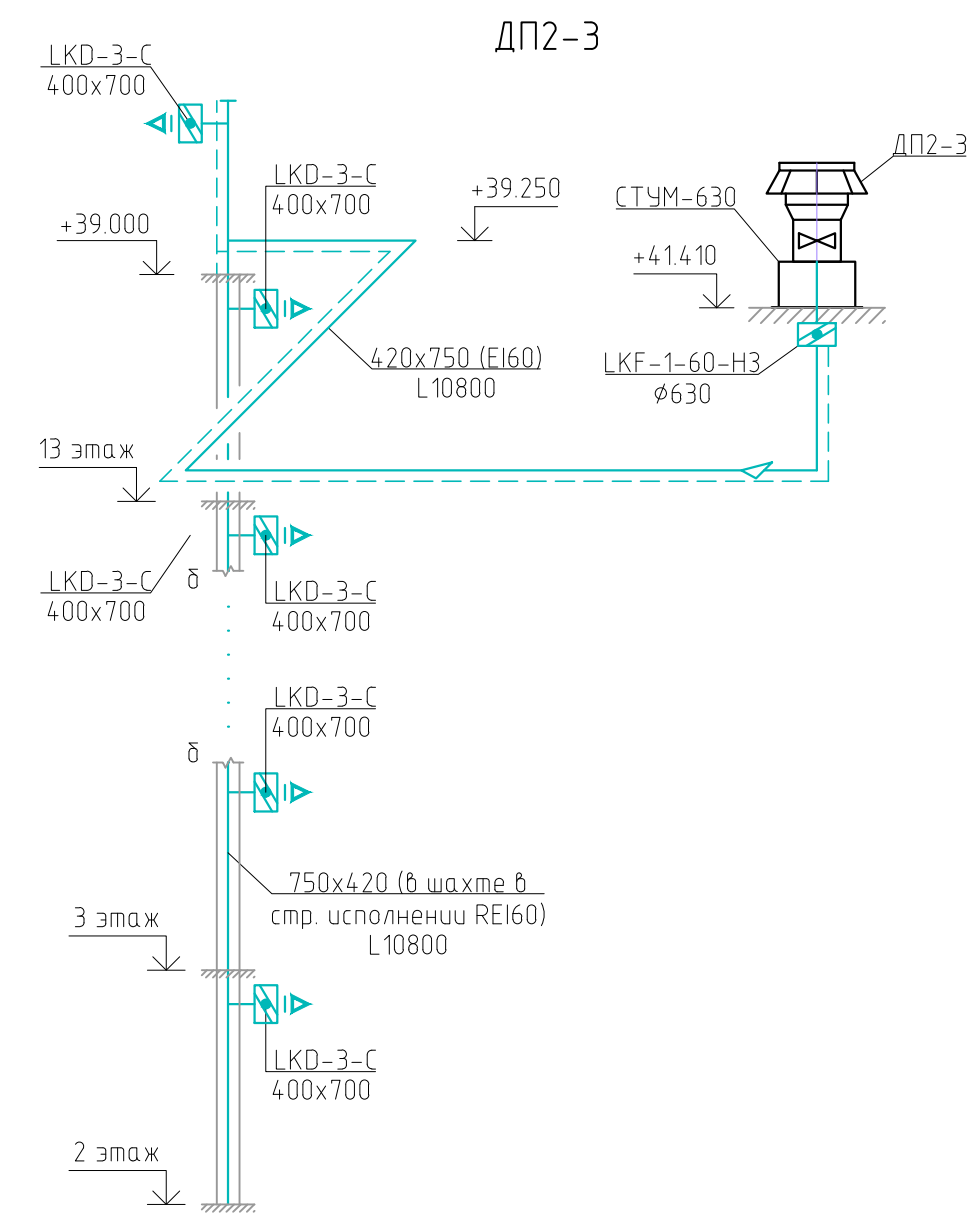
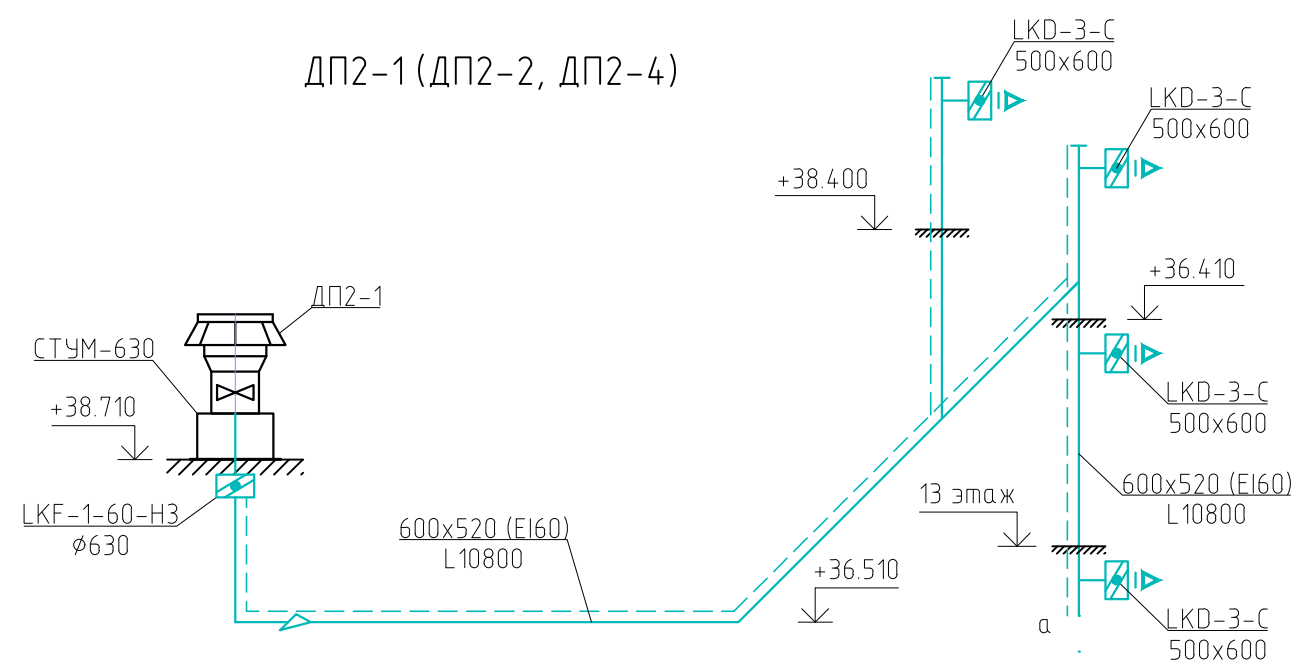
Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №

				022/06 - 906 - ИОС4							
1	-	зам. 560-23	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	07.23	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этап	Стадия	Лист	Листов
									П	16	
ГИП		Шаловалов	07.23	Секция 4. План кровли. План машинного помещения лифта (секция №№ 1,2,4)							

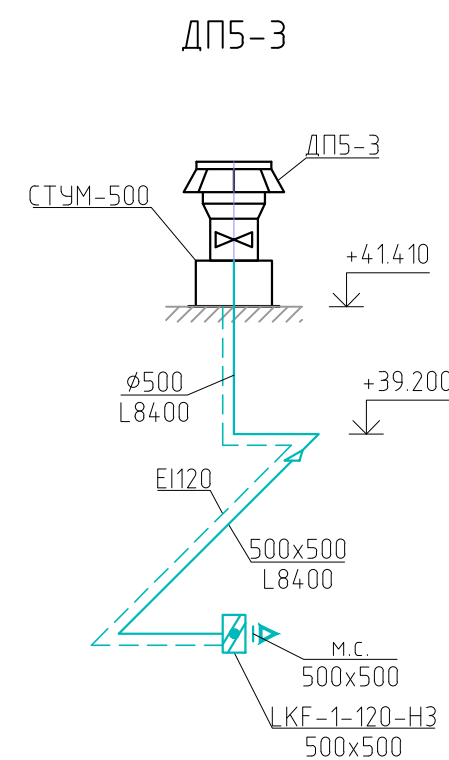
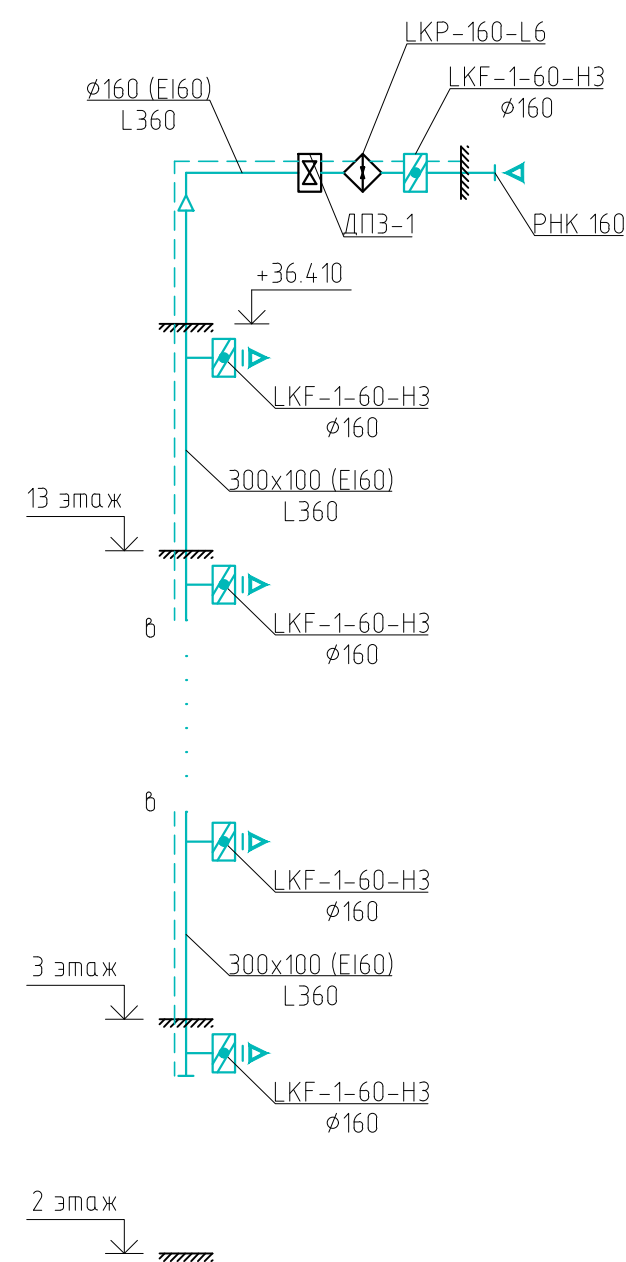


Инф. № подл. Подп. и дата Взам. инф. №

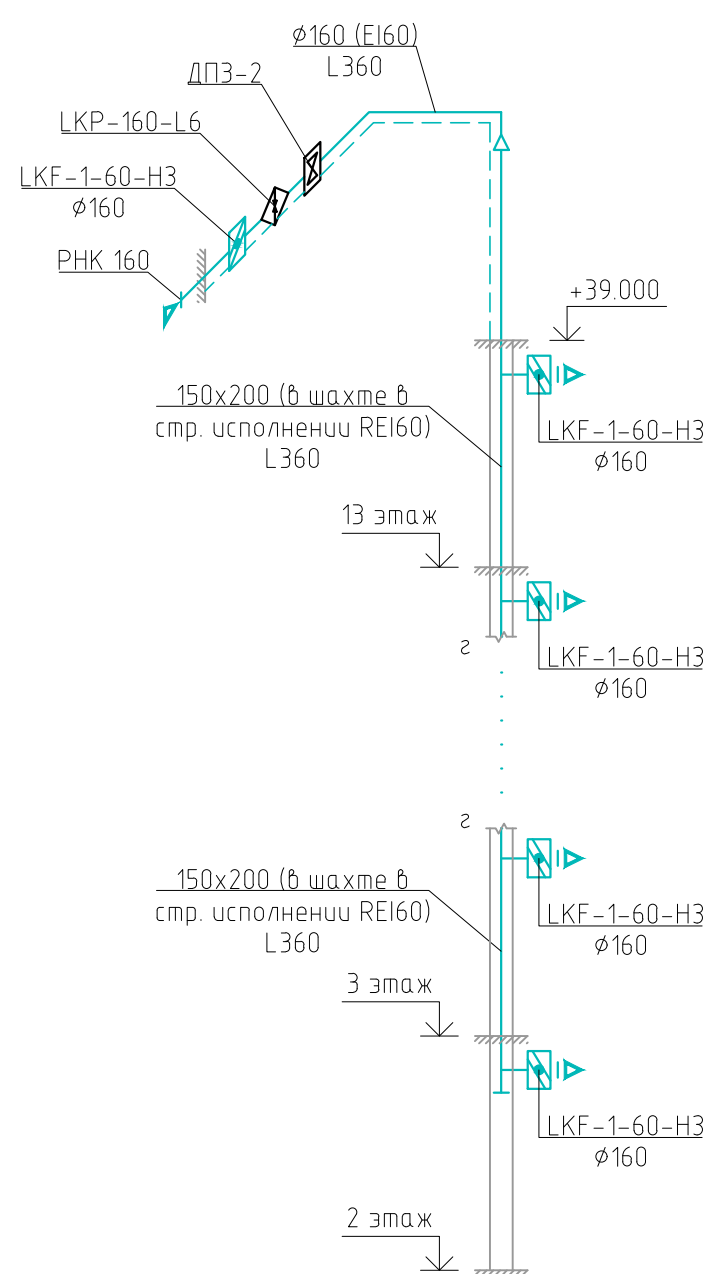
					022/06 - 906 - ИОС4				
1	-	зам.	560-23	09.23	Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Заельцовском районе г. Новосибирска				
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
Выполнил	Шмыков				07.23	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этаж	Стадия	Лист	Листов
ГИП	Шаловалов				07.23	Принципиальные схемы противодымной вентиляции (ДВ1, ДВ2, ДП1-1, ДП1-2, ДП4-1, ДП4-2, ДП5-1)	П	17	
					Копировал				
					A2				



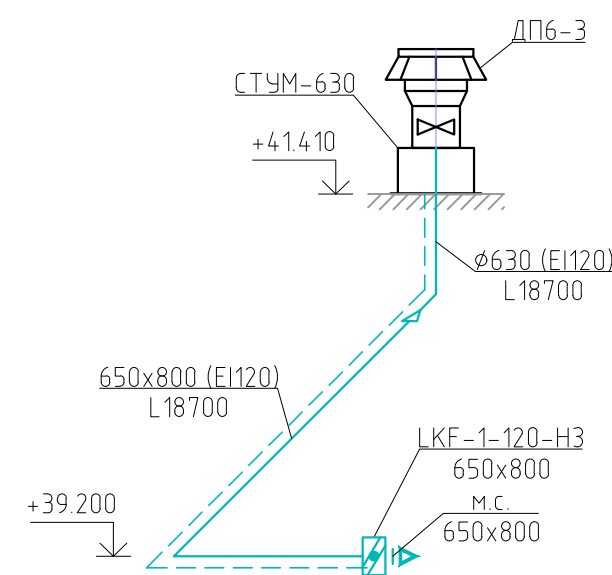
ДП3-1 (ДП3-2, ДП3-4)



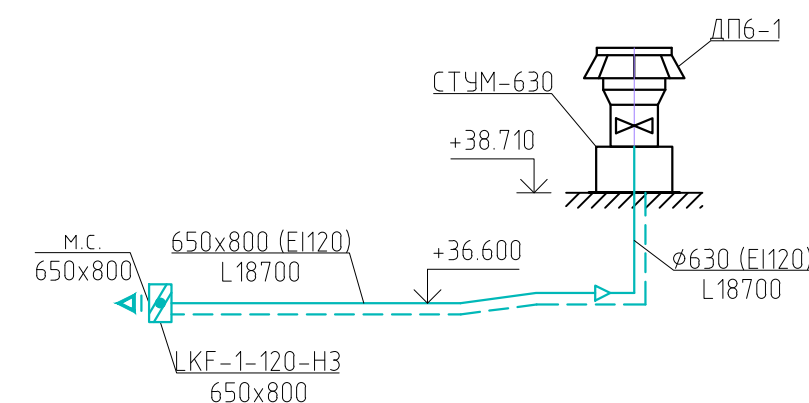
ДП3-3



ДП6-3



ДП6-1 (ДП6-2, ДП6-4)

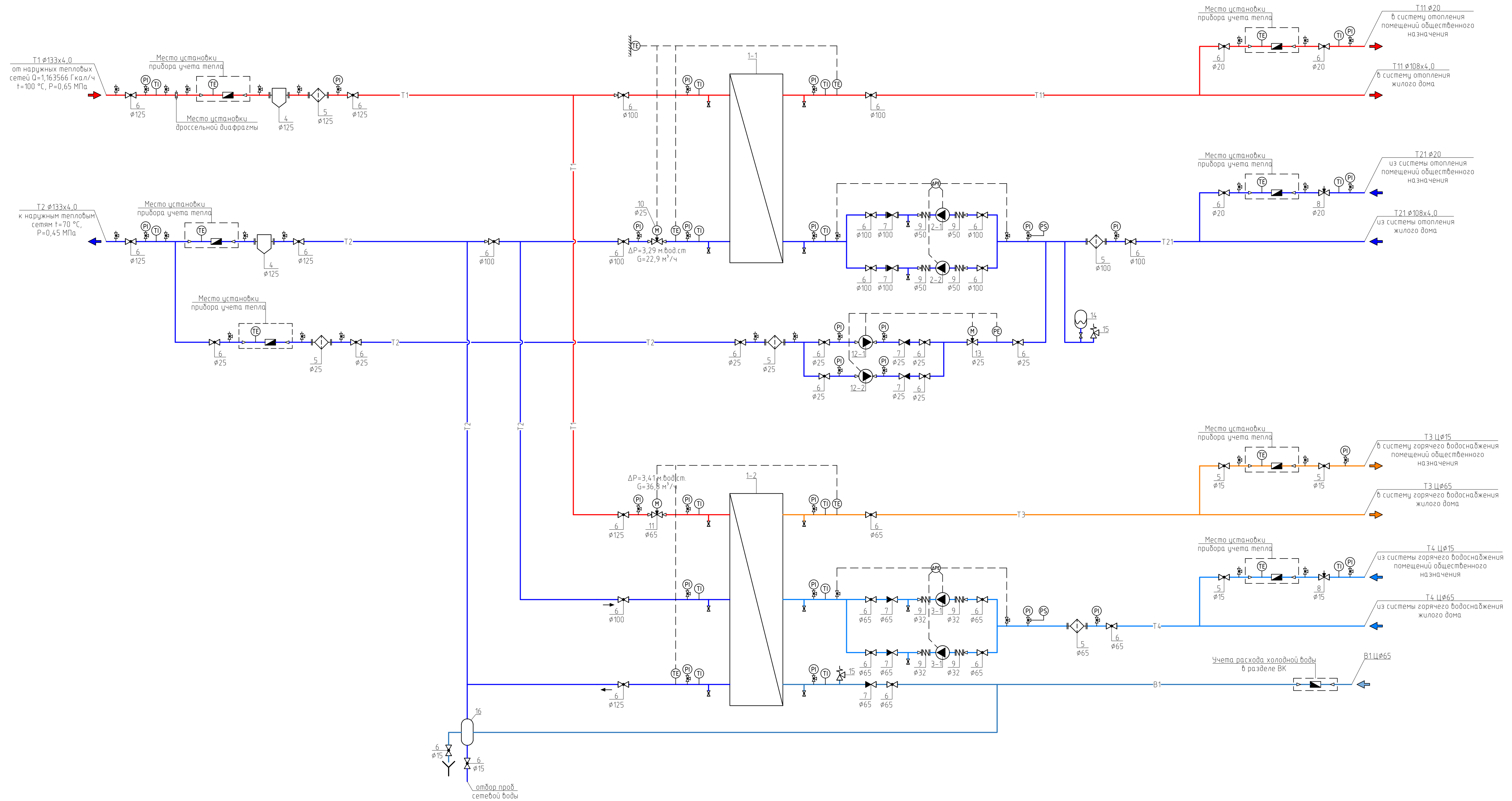


Инф. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №

022/06 - 906 - ИОС4							
1	-	зам. 560-23	09.23	Многоквартирные многоэтажные дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Завельцовском районе г. Новосибирска			
Изм.	Кол.	Лист N док.	Подп.		Дата		
Выполнил	Шмыков	07.23		Многоквартирный многоэтажный жилой дом №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этаж	Стадия	Лист	Листов
ГИП	Шаловалов	07.23		Принципиальные схемы противодымной вентиляции (ДП2-1, ДП2-2, ДП3-1, ДП3-2, ДП5-2, ДП6-1, ДП6-2)	П	18	



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=665 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=498 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		раб./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		раб./рез.	13	АСТА	Электромагнитный клапан	1		КИП
4	с 5 903-13, вып. 5	Грязевик абонентский	2			15	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								

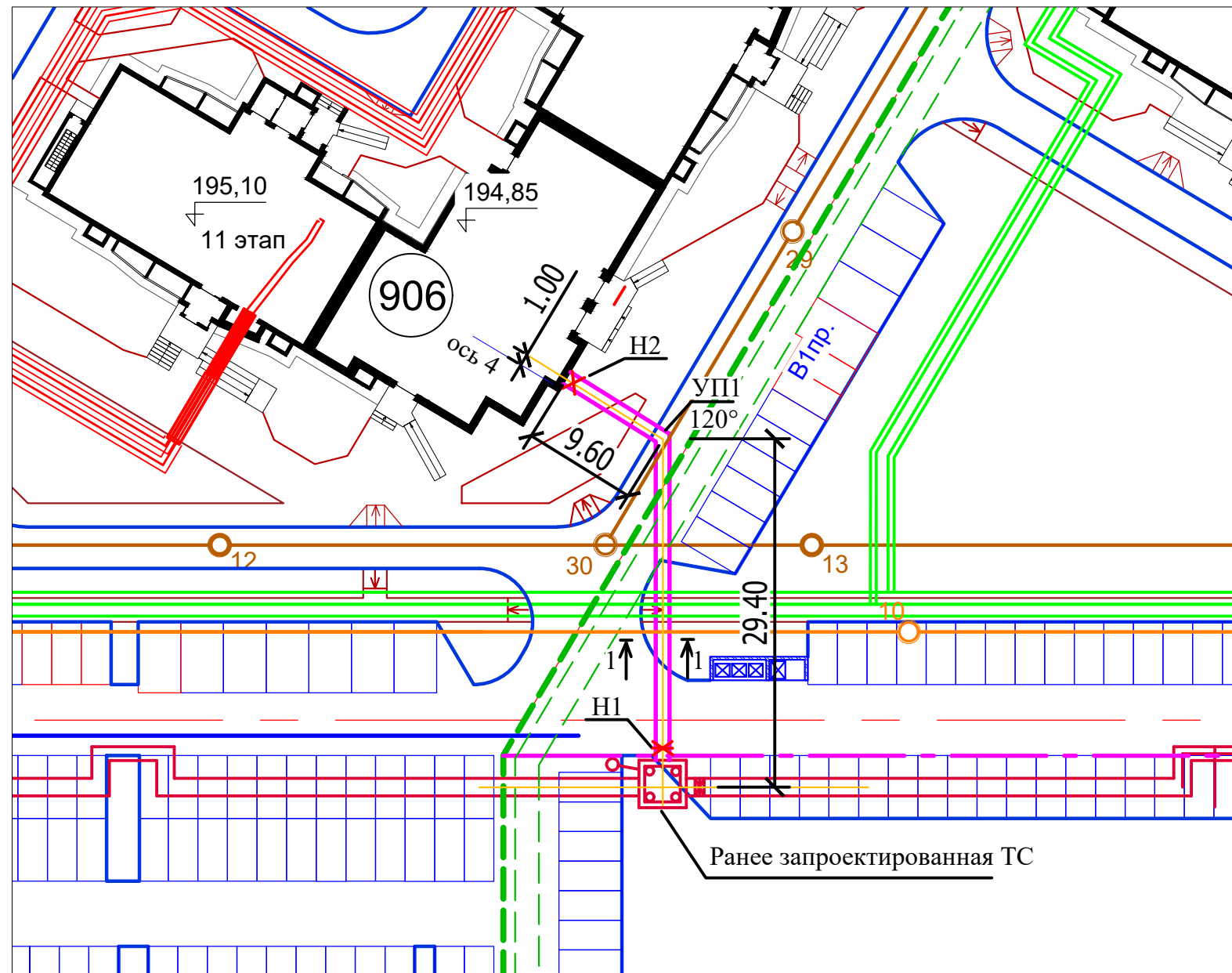
Таблица 1

Позиция по генплану	Наименование потребителей	Расчетный тепловой поток, ккал/ч			
		Отопление	Вентиляция	Горячее водоснабжение	Всего
Жилой дом №906	Жилая часть	655 248	-	487 863	1 143 111
	Общественная часть	10 249	-	10 206	20 455
	<b>ИТОГО</b>	<b>665 497</b>	<b>-</b>	<b>498 069</b>	<b>1 163 566</b>

Здание 13-и этажное, ИТП расположен в техническом подполье 2 секции на отм. -2,870. Для снижения давления в системе хозяйственно-питьевого водопровода на этажах и санитарно-технических приборах установлены редукторы давления.

022/06 - 906 - ИОС4			
1	-	зам. 560-23	09.23
Изм.	Кол.	Лист N док.	Подп.
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 №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этаж		Стадия	Лист
		П	19
Принципиальная схема ИТП			

План тепловых сетей М 1:500



Поперечный разрез 1-1  
М 1:20

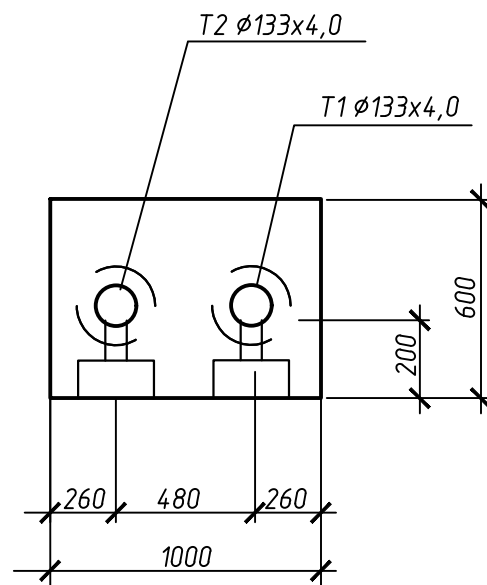
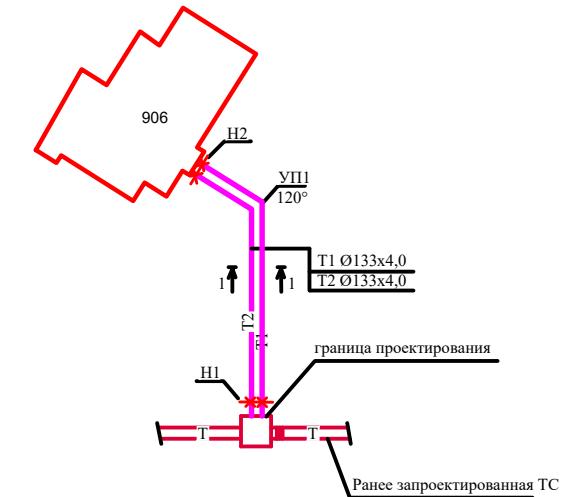



Схема тепловых сетей



Условные обозначения

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

						022/06-906-ИОС4			
						Многоквартирные многоэтажные жилые дома с помещениями обслуживания жилой застройки по ул. Декоративный питомник в Заельцовском районе г. Новосибирска			
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата	Многоквартирный многоэтажный жилой дом №906 с помещениями обслуживания жилой застройки - 11 этап	Стадия	Лист	Листов
ГИП		Шаповалов		<i>Шаповалов</i>	07.23		П	20	
Разработал		Красногорский		<i>Красногорский</i>					
Норм.контр.		Семенова		<i>Семенова</i>					
						План тепловых сетей М 1:500 Схема тепловых сетей		 ООО ПРОЕКТО-КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО "ЭНЕРГОМОНТАЖ"	