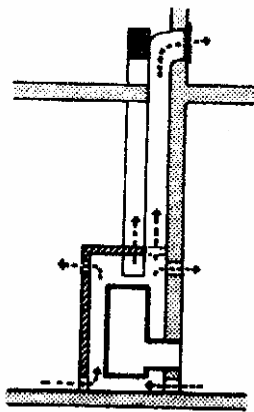
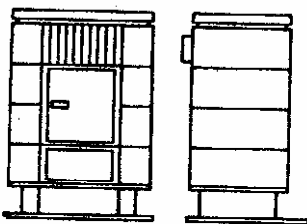


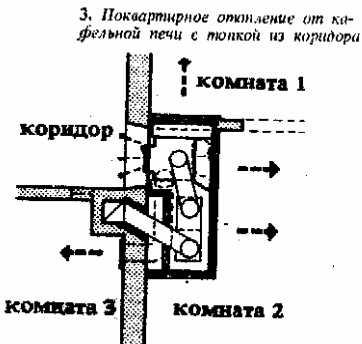
1. Типы кабельных плиток и способ их установки



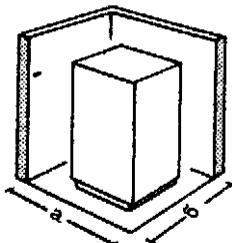
2. Центральное отопление многоэтажного дома от кафельной печи



4. Кафельные печи заводского изготовления



3. Поквартирное отопление от кафельной печи с топкой из коридора



раз- мер	тепло- провод- ность, Вт	а	б
1	3700	700	350
2	4650	750	400
3	5700	800	450
4	7000	850	500

5. Необходимая площадь для установки кафельных печей большой теплоемкости

В районах около 50° северной широты отопительный сезон продолжается в среднем 200 дней. Выбор системы отопления зависит от назначения здания, вида топлива, размеров затрат, продолжительности топки и санитарно-гигиенических требований.

Центральное отопление от кафельной печи

Непосредственный нагрев нескольких комнат осуществляется теплым воздухом, проходящим через шахты разводки (рис. 2,3). Расход энергии регулируется автоматически; рационально используются отходящие газы, КПД 85%.

Отопительные печи большой теплоемкости на угле делают с автоматическим регулированием тяги. Наружная шахта в подвале. При нефтяном топливе применяют чашеобразные форсунки, в крупных установках — форсуночные горелки, автоматическое регулирование комнатным термостатом. При отоплении газом происходит автоматическое воспламенение; регулировка автоматическая комнатным термостатом; дешевой источник энергии (природный газ).

Электрокафельная печь

Мощность агрегата в зависимости от объема помещения от 4 до 12 кВт. Отсутствует открытый огонь, нет камина, нет склада топлива.

Принцип теплоизлучения: тепловой элемент нагревается током (дешевый способ); в течение дня происходит равномерная отдача тепла наружным кафельным стенкам.

Принцип конвекции: тепловой элемент снаружи изолирован от тепла; вентилятор, управляемый комнатным термостатом, подает воздух на горячие тепловые элементы.

Железные печи обеспечивают быструю и интенсивную теплоотдачу, но после прекращения топки быстро остывают. Теплоотдача по Фроммеру:

кафельные печи 700–930 Вт/м²;
железные печи в зависимости от обмуровки 2300–4650 Вт/м².

Печи большой теплоемкости (DIN 18890)

Площадь нагрева, м²	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,7	3,5
Теплопроизводительность, Вт	3700	4650	5600	7000	9350	12600	16300
Объем обогреваемого помещения, м³	60	70	90	110	180	250	350

Газовые печи, работающие по принципу конвекции, должны быть подсоединены к вытяжной трубе или каналу в наружной стене.

Номинальная теплопроизводительность, Вт	Расход газа, м³/ч
2300	0,7
3500	1

Таблица 1. Перевод размеров обогреваемой площади кафельной печи в штуки плиток (рекомендуемые размеры выделены жирной линией)

Глубина печи	Ширина печи	Глубина печи	Ширина печи	Высота печи, включая краткий ряд толщиной 10 см, без цоколя, см					9
				4	5	6	7	8	
				93	120	142	164	186	208
в плитках, шт.				Площадь нагреваемой поверхности, м²					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 1/2	2 1/2	33	55	2,08	2,47	2,86	3,25		
2	3	44	66	2,37	2,81	3,24	3,69		
	3 1/2		77	2,73	3,22	3,69	4,17	4,65	5,14
	4		88	3,04	3,58	4,11	4,64	5,17	5,7
2 1/2	3 1/2	55	88	3,36	3,94	4,52	5,1	5,68	6,26
	4		99	3,43	4,02	4,60	5,18	5,76	6,34
	4 1/2		110	3,77	4,4	5,03	5,66	6,29	6,92
3	4 1/2	66	99	4,11	4,79	5,47	6,15	6,82	7,51
	5		110		5,22	6	6,73	7,46	8,19
	5 1/2		121		5,68	6,45	7,23	7,99	8,76
					6,09	6,91	7,73	8,55	9,37

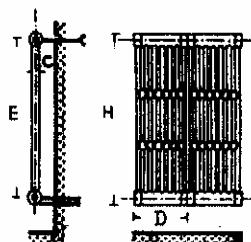


1. Установки и размеры радиаторов (см. табл.)

Расстояние между осями труб	Высота секции Н	Ширина секции С	Толщина секции
Чугунные радиаторы по DIN 4720			
900	980	70, 160, 220	60
500	580	110, 160, 220	
350	430	160, 220	
200	280	250	

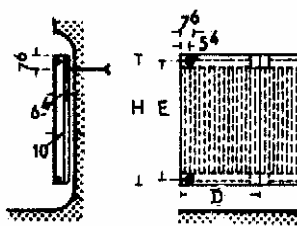
Стальные радиаторы по DIN 4722

Расстояние между осями труб	Высота секции Н	Ширина секции С	Толщина секции
900	1000	110, 160, 220	50
500	600	110, 160, 220	
350	450	160, 220	
200	300	250	



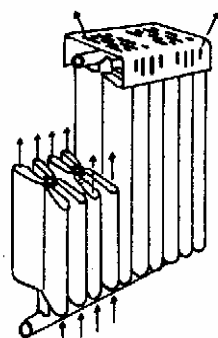
H	E	C	D
400	340	27	6
810	770		

2. Размеры плоских настенных радиаторов

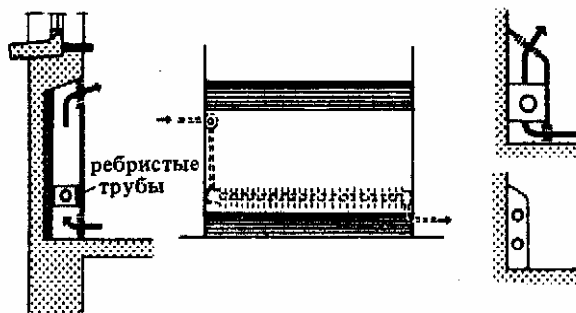
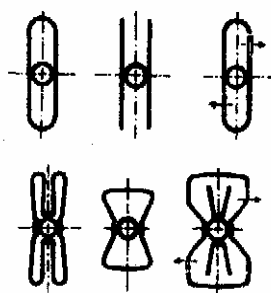


H	46	61	76
E	40	55	70
D			40

3. Размеры панелей лучистого отопления



4. Нагревательные приборы для рабочего давления до 30 атм с кожухами различной формы и верхней крышкой



5. Конвекторы из стальных или медных ребристых труб с передней стенкой в виде пластины

Таблица 1. Теплопроводность конвекторов при давлении пара 0,1 атм и температуре воздуха в помещении 20,15°С

Тип конвектора		Высота, см				
		20	40	60	80	100
I	Теплопроводность, Вт/м	2300	3200	3550	3850	4100
	То же, Вт/м²	420	580	640	700	740
	Коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К)	5,2	5,7	6,3	6,9	7,2
II	Теплопроводность, Вт/м	2560	3260	3660	4000	4200
	То же, Вт/м²	355	455	505	545	580
	Коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К)	4,4	5,7	6,3	6,9	7,2
III	Теплопроводность, Вт/м	2300	2440	2560	2650	2740
	То же, Вт/м²	580	610	640	660	680
	Коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К)	7,2	7,8	8,1	8,3	8,5

Системы кондиционирования воздуха оборудуют приборами охлаждения и нагрева воздуха, фильтрами для очистки и приборами, регулирующими влажность воздуха (см. с. 76-79).

Электрические комватные кондиционеры, широко распространенные в Америке, устанавливают в отдельных помещениях; такие приборы имеют небольшие размеры, их можно свободно разместить в подоконных нишах.

Паровое отопление высокого (при давлении пара свыше 0,5 кг/см²) и низкого давления (при давлении пара до 0,5 кг/см²), а также по вакуум-системе осуществляется по одно- или двухтрубной схеме с нижней или верхней разводкой. Паровое отопление наиболее экономично (небольшое сечение трубопроводов, быстрое нагревание приборов), но неблагоприятно с санитарно-гигиенической точки зрения (высокая температура поверхности нагревательных приборов, трудность регулирования, что ведет к перегреву помещений в переходные периоды осенне-весенних сезонов и к перерасходу топлива).

Этих недостатков лишена система водяного отопления.

Водяное отопление (DIN 4751) с температурой до 363,15 К выполняют в виде открытых или замкнутых систем с нижней или верхней разводкой, однотрубные и двухтрубные, с естественной или принудительной циркуляцией. Такие системы характеризуются невысокой температурой нагревательных приборов, надежностью в эксплуатации, небольшой опасностью коррозии. Недостатки: возможность замерзания воды и высокая термическая инерция системы.

Водяное отопление применяют для отопления квартир с размещением котла на уровне квартиры или в подвале.

Системы водяного отопления (DIN 4752) с температурой более 363,15 К применяют чаще всего на промышленных предприятиях с большими помещениями и в системах районной теплофикации. Организаниями технического надзора разработаны специальные инструкции по устройству котельных и по требованиям к материалам.

Нагревательные приборы навешивают на кронштейнах и специальных креплениях.

Число секций	Число кронштейнов	Число креплений
До 14	2	1
До 25	3	1-2
До 45	4	2

Чугунные радиаторы стандартизованы по DIN 4720 (рис. 1).

Стальные радиаторы рекомендуют применять только для водяного отопления (DIN 4722) (рис. 1).

Плоские радиаторы (рис. 2) чугунные или стальные не стандартизованы, схожи по внешнему виду; изготавливаются высотой 20-100 см и любой длины.

Отопительные панели представляют собой полые стальные приборы с гладкой или профилированной поверхностью, изготавливаются высотой 20-100 см, любой длины, толщиной 2-3 см.

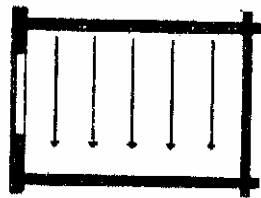
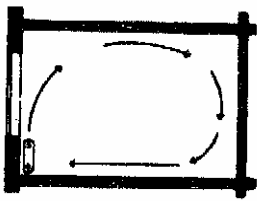
Панели лучистого отопления (рис. 3) не стандартизованы, выпускаются разных размеров; крепление к стене с откосом или вплотную.

Трубчатые нагревательные приборы представляют собой отдельно установленные горизонтальные или вертикальные трубы диаметром 1, 1 1/2 и 2" в виде меевиков или регистров. Приборы навешивают на кронштейны.

Нагревательные приборы в виде ребристых труб изготавливают в настоящее время из спиральных труб диаметром 10-70 мм в свету с 100-300 ребрами на 1 п.м. Они обеспечивают хорошую теплоотдачу и применяются в сушильных, нагревательных и холодильных установках.

Нагревательные приборы для систем отопления высокого давления представляют собой приборы из сваренных бесшовных труб с приваренными к ним призматическими замкнутыми или открытыми кожухами (рис. 4), в которых создается циркуляция воздуха. Их можно применять также в системах водяного или парового отопления низкого давления.

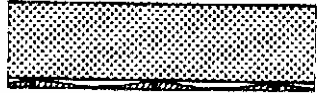
Конвекторы представляют собой приборы из ребристых труб с очень тонкими ребрами; обладают высокой теплоотдачей. Стоимость единицы поверхности нагрева ниже, чем у других приборов, однако для удобства их очистки нужен быстросъемный кожух. Ввиду небольшого объема воды их легко регулировать. При установке должно быть обеспечено интенсивное омывание ребер воздухом (рис. 5 и табл. 1).



1. Схема движения воздуха в помещении при отоплении радиаторами и потолочном лучистом отоплении



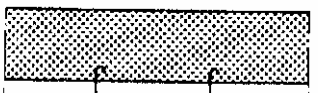
2. Система лучистого отопления «Кристалл»



3. Подвешенные медные трубы



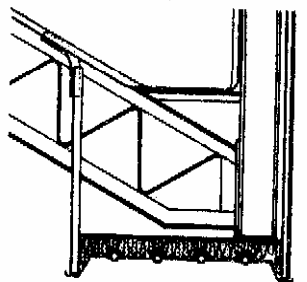
4. Система «Страмакс»



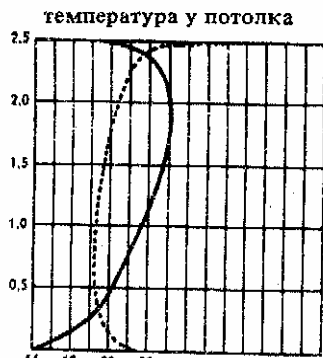
5. Регистры в пространстве между перекрытием и подвесным потолком



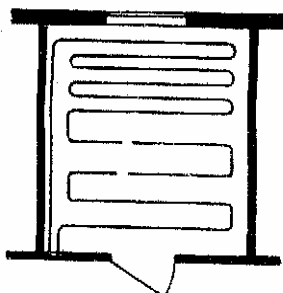
6. Система «Френгер» (Ибис)



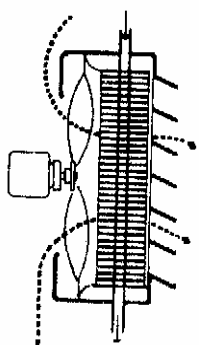
9. Система «Сунтрип»



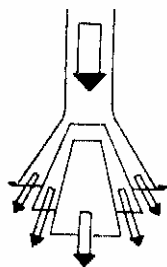
7. Изменение температуры по высоте помещения



8. Число труб регистра лучистого отопления увеличивается у наружных стен

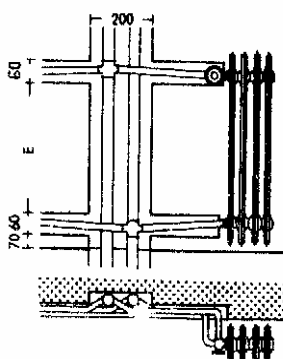
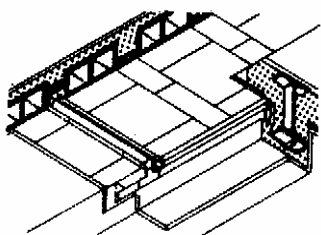


11. Плоскостной воздухо-распределитель (атемостат)



12. Конический воздухо-распределитель

10. Настенный нагревательный прибор



Лучистые системы отопления устраивают в потолке, в полу или в стенах. Температура поверхности нагрева 30–50°C. Система создает комфортные условия, не загромождает помещение, устраняет сквозняки, скопление и подгорание пыли на отопительных приборах, снижает эксплуатационные расходы. Температура у поверхности пола (при размещении системы в перекрытии) выше, чем при обычной системе отопления с радиаторами (рис. 7).

Применяют следующие системы:

1. Регистры, забегонированные в тело перекрытия (система Кристалл, рис. 2).

2. Медные трубы, подвешенные к перекрытию и оштукатуренные (рис. 3).

3. Подвешенные к перекрытию оштукатуренные регистры с тонкими алюминиевыми ребрами для увеличения поверхности теплоотдачи; к ним крепится цельнотянутая сетка, по которой штукатурят потолок (система Страмакс, рис. 4).

4. Регистры в пространстве между несущей конструкцией покрытия и подвесным потолком, оштукатуренным по сетке, или из сборных плит (рис. 5).

5. Подвешенные к перекрытию открытые, излучающие тепло листы из перфорированного металла с уложенными по ним звукоизоляционными матами, препятствующими теплоотдаче сверху (система Френгер); то же, из перфорированных гипсовых плит с алюминиевыми закладными элементами (система Страмакс — Эхостоп или Ибис, рис. 6).

Стоимость этих пяти систем лучистого отопления возрастает с повышением степени их регулировки и гибкости в эксплуатации. Лучистые системы отопления должны быть тщательно рассчитаны, поскольку последующие исправления путем присоединения дополнительных секций к радиаторам в этих системах неосуществимы. У наружных стен и на участках, подвергающихся более интенсивному охлаждению, необходимо увеличить число труб регистра по сравнению с другими участками (рис. 8).

Регистры обычно изготовляют из труб диаметром 1/2 — 1 1/4". Применяют также системы лучистого отопления посредством обогревающих оцинкованных проводов, заложенных в толще штукатурки, а также специальные обои и плиты для потолков и стен помещений.

Специальные плиты лучистого отопления системы Сунтрип (рис. 9) не требуют крепления труб или ребер регистра к перекрытию. Трубы регистра, соединенные между собой листовой сталью, излучают тепло книзу.

Настенные и потолочные нагревательные приборы воздушно-го отопления состоят из ребристых труб, присоединенных к центральной или местной системе отопления; вентилятор с мотором обеспечивает рециркуляцию с подачей свежего воздуха (в летнее время служат для вентиляции помещений, рис. 10).

Система Домотерм представляет собой нагревательный аппарат, подвешенный к потолку центрально расположенного подсобного помещения (прихожей, коридора). Подогретый воздух подается в смежные помещения.

Централизованные системы теплоснабжения (водяные или паровые) обслуживают группу зданий, жилой квартал, иногда и весь населенный пункт (теплоэлектростанция). Достигается рациональное сжигание топлива при минимальном числе обслуживаемого персонала; отпадает необходимость в сооружении котельных и складов угля в отапливаемых зданиях и в их обслуживании; в зданиях предусматривают только установку подогревателей со счетчиками и в необходимых случаях термостатов.

Котлы

В малых и средних котельных устанавливают, как правило, чугунные секционные котлы; необходимая площадь нагрева достигается изменением числа секций. Котлы могут работать на твердом, жидком или газообразном топливе.

Стальные котлы различных конструкций и размеров требуют меньшей площади, но увеличение их производительности невозможно.

Для крупных установок применяют:

горизонтальные цилиндрические котлы с жаровыми трубами; они требуют большой площади, КПД до 75%;

котлы с дымогарными трубами; утилизируется тепло отходящих газов, КПД — до 80–85%.

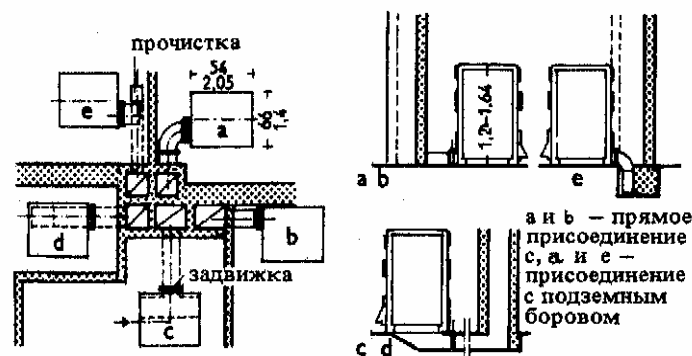
13. Размещение труб отопления, как это показано в приведенном примере (из английской практики), должно быть предусмотрено заранее с устройством необходимых для этого борозд и каналов

14. Устройство вертикальных и горизонтальных борозд для присоединения радиаторов (см. с. 51)

водотрубные котлы; требуют меньше площади, обладают большой поверхностью нагрева и быстро разогреваются. Вертикальные водотрубные котлы, а также котлы с наклонными трубами, экранированные котлы и котлы с принудительной циркуляцией обеспечивают очень высокую теплопроизводительность.

Специальные котлы на жидком топливе и газе (нефтяные продукты и светильный газ) с автоматической регулировкой быстро разогреваются, обеспечивают чистоту в эксплуатации и имеют высокий КПД.

Комбинированные котлы небольшой производительности до 120 000 Вт используются для нужд горячего водоснабжения и отопления. Вода для горячего водоснабжения нагревается проходя через пакет медных трубок или в небольших встроенных в котлы резервуарах, а также с помощью бойлеров, расположенных над котлом или рядом с ним. При проточной системе необходимо провести предварительную обработку воды для предотвращения образования накипи. Котлы подбирают по их производительности, заданной изготовителем.



1. Различные способы присоединения котлов к дымоходам могут выполняться также в зеркальном положении

Взаиморасположение котлов и дымовой трубы может быть любым. Обычно котел соединяют непосредственно с дымовой трубой с помощью правого или левого прямого или криволинейного патрубка; иногда с помощью подземного криволинейного патрубка или прямого канала его присоединяют к основанию трубы (рис. 1).

Техническую воду подогревают в каждой водоразборной точке в индивидуальных проточных нагревателях (или бойлерах), работающих на жидком топливе, газе или электроэнергии. Централизованное снабжение горячей водой осуществляется с помощью специального оборудования или от центральных котельных по отдельным линиям или от встроенных или подключенных бойлеров. Бойлеры и водонагреватели выпускают с одинарными и двойными стенками по DIN 4800-4806.

Котельные

В ФРГ действуют специальные правила устройства котельных.

Высота помещений: котельные производительностью до 70 000 Вт $\geq 2,1$ м в свету (для котельных до 23 000 Вт требования снижены); котельные свыше 70 000 Вт $\geq 2,5$ м в свету.

Расстояние от верха топливника до нижней отметки потолка при котлах производительностью свыше 145 000 Вт $\geq 1,5$ м, более 300 000 Вт $\geq 1,7$ м; свыше 470 000 Вт $\geq 2,3$ м. Высота до перекрытия над рабочими площадками и переходными мостиками $\geq 2,3$ м (высота проходов в чистоте 1,8 м).

Ширина площадки перед котлами должна быть равна длине котла + 1 м, позади котлов — половине этого расстояния.

Приточное отверстие для свежего воздуха площадью 50% сечения дымовых труб должно размещаться у пола за котлом.

Вытяжные отверстия площадью 25% сечения дымовых труб, но не менее 200 см², следует располагать у потолка, по возможности рядом с дымовой трубой, для подогрева вытяжных каналов, которые выводятся выше крыши. Котельные должны иметь сквозное проветривание; общая площадь окон не менее $1/12$ площади котельной.

Общестроительные требования: двери и окна котельных не должны выходить в другие помещения, кроме тех, которые связаны с эксплуатацией системы отопления. Стены, потолки и полы котельных и связанных с ними помещений должны быть огнестойкими. Перед топками котлов на ширину 1 м — пол из клинкера на ребро.

Стены и потолок штукатурят раствором с добавками или окрашивают для заполнения пор (жидкое стекло). Несущие стальные конструкции должны иметь огнезащитную облицовку. Из котельных должно быть два выхода, по возможности в про-

тивоположных концах помещения; один из них должен быть наружным (можно использовать выход в окно, снабженный ходовыми скобами). Двери должны быть защищены от возгорания и открываться наружу (кроме дверей в склад топлива). Стена между складом топлива и котельной должна быть негорючей.

Теплопотери на 1 м³ отапливаемого здания составляют около 19 Вт для крупных и до 23 Вт для небольших сооружений. Примерные размеры помещений котельных, складов твердого топлива или емкостей жидкого топлива определяют по суммарному расходу тепла (рис. 2). Котлы располагают так, чтобы оставалось место для их обслуживания. Центральные обслуживающие помещения и насосную размещают отдельно, в чистых, просторных и хорошо вентилируемых помещениях (с дополнительными выходами).

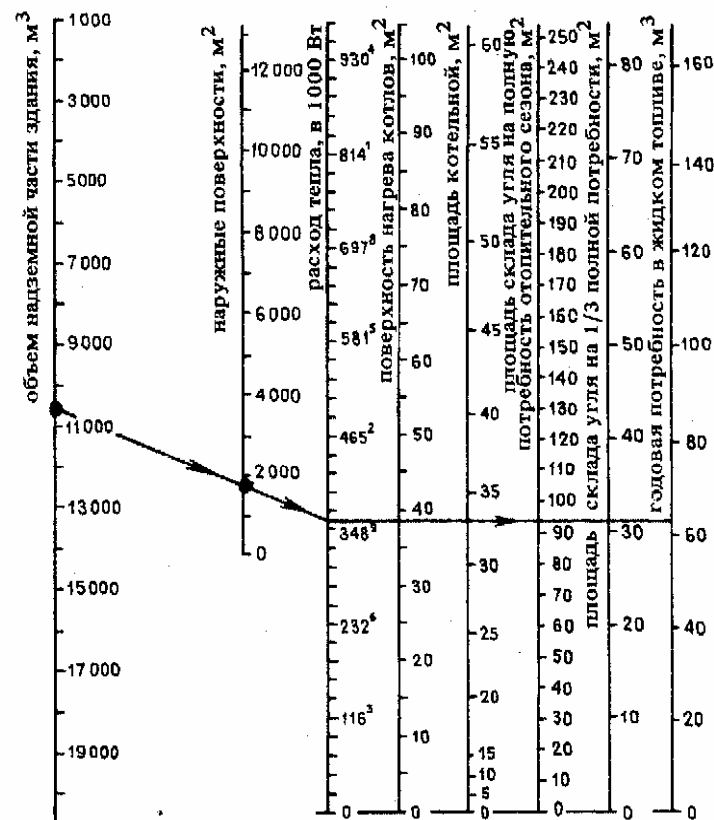
Склад топлива при нижней загрузке котлов устраивают на одном уровне с котельной; при верхней загрузке котлов — на уровне рабочей площадки котлов. Размеры склада зависят от потребности в топливе и сроков подвоза (рис. 2); в средних и больших котельных склад располагают в самостоятельном помещении, разделенном по видам топлива и по его крупности. Загрузочные отверстия следует размещать как можно выше. Размещение склада жидкого топлива описано далее.

Дымовые трубы должны быть возможно более высокими (над коньком устраивают оголовки); при сечениях 40 × 40 см (при топке углем уже при > 27 × 27 см) трубы кладут независимо от стен. Для больших котлов, работающих на угле, желательна тщательная внутренняя футеровка без штукатурки. У основания дымовой трубы устраивают зольник и плотно закрывающуюся прочистку. При жидкотопках с обсадными трубами необходимо обеспечить свободу деформаций дымовой трубы (повышенная температура отходящих газов).

Сечения дымовых труб $\geq 135 \times 200$ мм. Высота в малых котельных ≥ 8 м, лучше 10 м. В остальных случаях — еще выше; сечения труб — по возможности круглые, квадратные или прямоугольные с отношением сторон 1:1,5 (см. DIN 4705).

Водонагреватели емкостью от 100 до 5000 л нормированы: с одинарной стенкой по DIN 4801, с двойной по DIN 4803, 4804.

Пример расчета максимального расхода тепла, поверхности нагрева котлов, размеров котельной и склада приведен на рис. 2.



2. Ориентировочное определение максимального расхода тепла, поверхности нагрева котлов, площади котельной и складов и годовой потребности в жидком топливе

Условия. Тип зданий: жилые дома обычной конструкции с одинарным остеклением окон; тип котлов — чугунные секционные котлы производительностью 8000 ккал/м² · ч = 9300 Вт. Топливо: кокс, высота штабеля 2 м. Горячее водоснабжение не предусматривается.

Исходные данные. Многоэтажный жилой дом секционного типа, примыкающий с обеих сторон к смежным зданиям; длина 30 м, глубина корпуса 16 м; высота от уровня земли до покрытия верхнего отапливаемого этажа 22 м.

Объем надземной части здания равен $16 \times 30 \times 22 = 10\,560 \text{ м}^3$. Площадь поверхности охлаждения: $2 \times 22 \times 30 + 16 \times 30 = 1800 \text{ м}^2$ (учитывается площадь горизонтальной поверхности крыши).

По таблице определяем: максимальный расход тепла 360 000 Вт, поверхность нагрева котлов 39 м², площадь котельной 33 м², площадь склада кокса на весь отопительный сезон 93 м², на $\frac{1}{3}$ отопительного сезона 31 м².

Жидкостные и газовые топki. Классификация, требования, конструкции и испытания форсунок приведены в DIN 4787; газовые горелки — по DIN 4788.

По DIN 51603 минеральное жидкое топливо подразделяется на:

- особо легкое;
- легкое с вязкостью до 2° по Эгглеру;
- среднее с вязкостью до 10° » »
- тяжелое с вязкостью до 90° » »

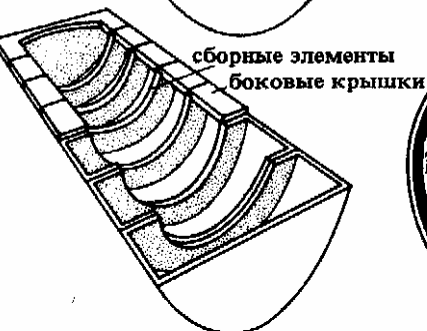
Цена жидкого топлива зависит от условий его транспортировки. Легкое жидкое топливо дороже тяжелого. Тяжелые сорта жидкого топлива применяют в больших котлах; перед сжиганием топливо подогревается до 383,15–393,15 К.

Жидкое топливо хранят в стальных цилиндрических сварных емкостях (рис. 2), наземных или подземных под слоем грунта толщиной 1 м. В зданиях топливо хранят преимущественно в подвалах в групповых цистернах (рис. 3) или в резервуарах, сваренных из листовой стали на месте.

При устройстве складов жидкого топлива необходимо соблюдать постановления местных органов, особенно в районах с источниками водоснабжения. Резервуары жидкого топлива при сдаче в эксплуатацию должны испытываться на избыточное давление.



2. Защитный резервуар (см. рис. 3)



1. Сборные бетонные защитные ванны для нефтяных резервуаров емкостью 5–30 тыс. л



Внутри сборной бетонной ванны установлена пластмассовая оболочка. Наружные поверхности покрыты защитным слоем, предохраняющим от агрессивных вод. Максимальная масса сборного элемента 1,3 т; установка с учетом местных условий. Размер резервуаров зависит от номинальной емкости

Склады жидкого топлива. Строительство и эксплуатацию стальных резервуаров для хранения жидкого топлива следует выполнять в соответствии со следующими нормами:

- DIN 6608. Горизонтальные стальные подземные резервуары
- DIN 6616. Горизонтальные стальные наземные резервуары
- DIN 6617. Горизонтальные стальные частично заглубленные резервуары
- DIN 6618. Вертикальные стальные наземные резервуары
- DIN 6619. Вертикальные стальные частично заглубленные резервуары
- DIN 6620. Групповые стальные резервуары
- DIN 6623. Вертикальные стальные наземные резервуары емкостью до 1000 л
- DIN 6624. Горизонтальные стальные наземные резервуары емкостью до 3500 л
- DIN 6625. Стальные наземные резервуары, изготавливаемые на месте.

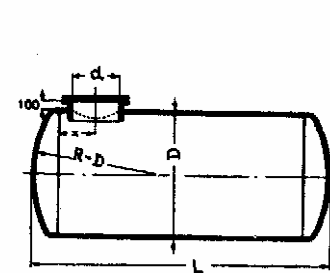
Изготавливают также пластмассовые и бетонные резервуары (норм на них еще нет, но строительным контролем согласованы).

Теплопотери здания не зависят от системы отопления. Здания должны быть теплоустойчивыми. Повышенная теплоизоляция здания улучшает условия проживания и снижает затраты на отопление (см. с. 80–87). Расчет теплопотерь по DIN 4701 учитывает только здания обычных конструкций, к которым относятся 80–90% всех жилых и административных зданий, рестораны, больницы, школы со спортзалами, многоэтажные фабрики и не может быть распространен на:

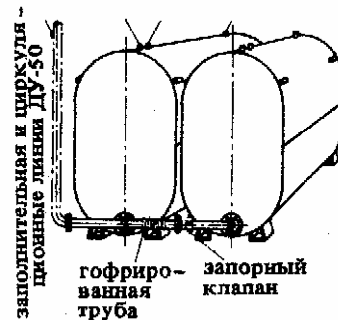
- здания, почти полностью заглубленные в землю или с очень массивными конструкциями;
- здания, отапливаемые нерегулярно.

Основные понятия.

Единица температуры: в системе единиц СИ 0°С = 273,15 К. Единица количества тепла: килокалория (ккал) — количество тепла, необходимое для нагрева 1 л воды на 1°С, в системе единиц СИ 1 ккал = 1,163 Вт.



3. Емкость для хранения жидкого топлива



4. Групповые цистерны для жидкого топлива, устанавливаемые в подвале

Таблица 1. Технические характеристики резервуаров (рис. 2)

Номинальная емкость, л	Наружный диаметр D, мм	Полная длина L, мм	Толщина листа, мм	Диаметр отверстия d, мм	Расстояние от края цилиндрической части до оси отверстия x, мм	Масса (с изоляцией) ориентировочно, кг
1000	1000	1510	5	500	450	285
3000	1250	2740	5	500	450	570
5000	1000	2820	5	200	450	760
7000	1600	3740	5	500	450	970
10 000	1600	5350	5	500	450	1310
13 000	1600	6960	5	500	450	1640
16 000	1600	8570	5	500	450	1970
20 000	2000	6960	6	600	500	2480
25 000	2000	8540	6	600	500	2970
30 000	2000	10 120	6	600	500	3560
40 000	2500	8800	7	600	500	4490
50 000	2500	10 800	7	600	500	5450
60 000	2500	12 800	7	600	500	6520
80 000	2900	12 750	9	600	500	9490
100 000	2900	15 950	9	600	500	11600

Коэффициент теплоперевода α (см. с. 80-87) равен количеству тепла, которое отдает 1 м² поверхности окружающему воздуху в 1 ч при разности температур в 1° ($\alpha_n - \alpha_{вн}$) — обозначения коэффициентов теплоперевода соответственно для внутренних и наружных поверхностей ограждения).

Размерность: ккал/(м²·ч·°C), или Вт/(м²·K).

Термическое сопротивление теплопереводу — обратная величина коэффициента теплоперевода, равная 1/ α , выражает сопротивление ограждения нагреву или отдаче тепла.

Размерность: м²·ч·°C/ккал, или м²·K/Вт.

Коэффициент теплопроводности λ — количество тепла, проходящее в 1 ч через 1 м² слоя материала толщиной 1 м при разности температур наружной и внутренней поверхности слоя в 1°С.

Размерность: ккал/(м²·ч·°C), или Вт/(м²·K).

Удельная теплопроводность $\Lambda = \lambda/\delta$ (где δ — толщина слоя материала в м).

Размерность: ккал/(м²·ч·°C), или Вт/(м²·K).

Термическое сопротивление (коэффициент теплоизоляции) — величина, обратная удельной теплопроводности и равная 1/ Λ , характеризует сопротивление 1 м² слоя материала переходу тепла за 1 ч при разности температур обеих поверхностей слоя в 1°С.

Размерность: м²·ч·°C/ккал, или м²·K/Вт.

Коэффициент теплопередачи ограждения K — количество тепла, проходящее за 1 ч через 1 м² поверхности ограждения при разности температур наружного и внутреннего воздуха в 1°С.

Размерность: ккал/(м²·ч·°C), или Вт/(м²·K).

Термическое сопротивление ограждения — обратная величина коэффициента теплопередачи равная 1/ K , т.е. сопротивление, оказываемое 1 м² ограждения прохождению тепла в 1 ч при разности температур наружного и внутреннего воздуха 1°С.

Размерность: м²·ч·°C/ккал, или м²·K/Вт.

Расчет теплопотерь. Теплопотери помещения определяются по формуле $Q_{общ} = Q_0 \cdot Z + Q_1$ (ккал/ч, или Вт), причем $Q_0 = \sum q_0$, т.е. сумма потерь тепла через все ограждения — окна, стены, покрытия и т.п., которые равны $q_0 = kF(t_{вн} - t_{н})$, Вт, где F — поверхность ограждения, м²; $t_{вн}$ — температура воздуха в помещении, °C; $t_{н}$ — температура наружного воздуха или в смежном помещении, °C; k — коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·K) (см. также табл. 1 по DIN 4701).

При более высокой температуре воздуха в смежном помещении ($t_n > t_{вн}$) теплопотери уменьшаются.

Температура смежных помещений и расчетная температура воздуха в помещениях различного назначения см. табл. 2 и 3 по DIN 4701.

Добавки к общим теплопотерям учитываются множителем $Z = 1 + Z_{пер} + Z_{в} + Z_{н}$,

где $Z_{пер}$ — добавки на перерывы топки, после которых требуется усиленная топка; $Z_{в}$ — добавка на выравнивание температур ограждений.

Эта добавка зависит от средней температуры ограждений и учитывается в величине D (средний коэффициент теплопроводности), равной

$$D = \frac{Q_0}{F_{общ}(t_{вн} - t_{н})}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{K)},$$

где $F_{общ}$ — суммарная площадь всех ограждений.

Таблица 1. Коэффициент теплопередачи K для окон и дверей, Вт/(м²·K)

Двери	Наружные — деревянные или пластмассовые	3
	Наружные — стальные или из других материалов	5
	Балконные деревянные остекленные, одинарные	4
	Балконные деревянные остекленные, двойные	2
	Внутренние	2
Окна наружные	Деревянные одинарные с одинарным остеклением	4,5
	Деревянные одинарные с двойным остеклением; зазор между стеклами 6 мм	2,8
	Деревянные одинарные с двойным остеклением, зазор между стеклами 12 мм	2,5
	Деревянные спаренные	2,2
	Деревянные двойные	2
	Стальные одинарные с одинарным остеклением	5
	Стальные одинарные с двойным остеклением, зазор между стеклами 6 мм	3,4
	Стальные одинарные с двойным остеклением, зазор между стеклами 12 мм	3,1
	Стальные спаренные	3
	Стальные двойные	2,8
	Фонари стальные с одинарным остеклением	5
	Фонари стальные с двойным остеклением	3
	Большие витрины, с железобетонными рамами	5
	Стеклоблоки	2,5
Окна внутренние	Выходящие в смежные помещения, одинарные	3
	Выходящие в смежные помещения, двойные	2

Если заказчик не предъявляет специальных требований, то при расчете расхода тепла следует пользоваться данными табл. 2.

Таблица 2. Расчетные температуры воздуха в помещениях, °C (по DIN 4701)

1. Жилые здания		
Общие комнаты, спальни, кухни		+20
Прихожие, коридоры, уборные		+15
Лестничные клетки		+10
Ванные		+22
2. Торговые и административные здания		
Торговые залы и конторские помещения, залы ресторанов, номера в гостиницах, магазины		+20
Лестничные клетки и коридоры, уборные		+15
3. Школы		
Классы, аудитории, административные помещения		+20
Учебные кухни, комнаты учебных пособий, гимнастические залы, гардеробы		+15
Душевые и раздевалки		+22
Врачебные кабинеты		+24
Коридоры, лестничные клетки, рекреационные помещения, уборные		+10
Обеденные залы		+18
Детские сады		+20
Коридоры, лестничные клетки и уборные в детских садах		+15

В административных зданиях и школах, где обычно коридоры и лестничные клетки не изолированы, рекомендуется во избежание сквозняков принимать и для них расчетную температуру +20°С. Для больниц, фабрик, заводов, театров и т. п. расчетные температуры всех помещений необходимо согласовать с заказчиком.

Таблица 3. Температура примыкающих неотапливаемых подсобных помещений

Помещения	Характеристика	При температуре наружного воздуха, °C					
		-9	-12	-15	-18	-21	-24
Чердачные	Конструкция покрытия имеет:						
		$K < 2$	0	-3	-6	-9	-12
		$K = 2-5$	-3	-6	-9	-12	-15
Подсобные	Примыкающие в основном к отапливаемым помещениям						
		Наружные ограждения без дверей или с дверями, ведущими в смежные или подвальные помещения	+9	+6	+6	+3	+3
		Наружные ограждения с дверями, выходящими в проезды, тамбуры, лестничные клетки и т. п.	+3	0	0	-3	-3
Смежные здания, примыкающие вплотную	С центральным отоплением	+15					
	С печным отоплением	+10					
Котельные		От +15 до +20					

Поскольку добавка $Z_{\text{пер}}$ зависит не только от характера эксплуатации, но и от значения D , вводят общий коэффициент $Z_D = Z_{\text{пер}} + Z_p$, который в зависимости от значения D назначают по табл. 4 (DIN 4701).

Таблица 4. Суммарная добавка $Z_D = Z_{\text{пер}} + Z_p$, % (DIN 4701)

Значения D	0,1—0,29	0,30—0,69	0,70—1,49	1,5
Непрерывная топка	7	7	7	7
Перерыв топки продолжительностью 9—12 ч	20	15	15	15
Перерыв топки продолжительностью 12—16 ч	30	25	20	15

Добавка $Z_{\text{ор}}$ учитывает разницу в инсоляции в зависимости от ориентации по странам света. Решающее значение имеет ориентация наружной стены, а для угловых помещений — ориентация угла здания. Для помещений, где инсоляция отсутствует, добавка $Z_{\text{ор}}$ не учитывается.

Таблица 5. Величина добавки $Z_{\text{ор}}$ в зависимости от ориентации, % (DIN 4701)

Ориентация	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С	СВ	В	ЮВ
Добавка	—5	—5	0	+5	+5	+5	0	—5

Таким образом $Z = 1 + Z_D + Z_{\text{ор}}$.

Расход тепла на вентиляцию $Q_{\text{вент}}$ определяют по количеству тепла для нагревания холодного воздуха, проникающего через притворы окон и дверей, Вт/м³: $q = C_p V(t_{\text{вн}} - t_{\text{н}})$,

где C_p — теплоемкость воздуха, равная примерно 0,31 Вт·ч/(м³·К); V — объем воздуха, поступающего в помещение в 1 ч, м³/ч.

Объем поступающего воздуха зависит от конструкции окон, суммарной длины и воздухопроницаемости притворов.

Таблица 6. Объем проникающего воздуха a на 1 м притворов окон и дверей высокого качества при обычных размерах створок (DIN 4701)

Деревянные и пластмассовые оконные переплеты	Одинарные Спаренные Двойные и одинарные с гарантированной герметичностью	3 2,5 2
Металлические переплеты	Одинарные Спаренные Двойные и одинарные с гарантированной герметичностью	1,5 1,5 1,2
Внутренние двери	Неплотные (без порога) Плотные (с порогом)	40 15

Наружные двери учитываются так же, как окна.

Таблица 7. Отношение длины притворов к площади окна или двери $\omega = 1/F$ (используется для ориентировочного определения суммарной длины притворов)

	Высота окна или двери, м	$\omega = 1/F$
Окна с любым числом створок	0,5	7,2
	0,63	6,2
	0,75	5,3
	0,88	4,9
	1	4,5
	1,25	4,1
	1,5	3,7
	2	3,3
Двери и балконные двери: двухпольные однопольные	2,5	3,3
	2,1	2,6

Кроме того, количество поступающего воздуха зависит от вида помещения, его теплоизоляции, расположения окон и местности (защищенный от ветров участок или участок с сильными ветрами). При определении $Q_{\text{вент}}$ это учитывается показателями R и H , характеризующими помещение и здание, и коэффициентом $Z_{\text{угл}}$, характеризующим добавку на угловые окна. Значения показателей R и H — см. табл. 8 и 9 (по DIN 4701). Добавку $Z_{\text{угл}} = 1,2$ следует вводить лишь для окон и дверей, расположенных в углу здания, на пересечении двух наружных стен. Таким образом, $Q_{\text{вент}} = \Sigma (a l)_{\text{нар}} R H (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}) Z_{\text{угл}}$, Вт.

Таблица 8. Значение показателя R для помещений с обычным числом, размерами и конструкцией окон и дверей

Материал	Внутренние двери	Площадь окон	R
		Площадь внутренних дверей	
Окна деревянные и пластмассовые	Неплотные	< 3	0,9
	Плотные	$< 1,5$	
Окна металлические	Неплотные	< 6	0,7
	Плотные	$< 2,5$	
Окна деревянные и пластмассовые	Неплотные	От 3 до 9	0,7
	Плотные	От 1,5 до 3	
Окна металлические	Неплотные	От 6 до 20	0,7
	Плотные	От 2,5 до 6	

Таблица 9. Значения показателя H

Характер местности	Условия расположения домов	H	
		сблокированные дома *	отдельно стоящие дома
Нормальные условия	Защищенное	0,24	0,34
	Открытое	0,41	0,58
	Очень открытое	0,6	0,84
Местность с сильными ветрами	Защищенное	0,41	0,58
	Открытое	0,6	0,84
	Очень открытое	0,82	1,13

* Все дома с несколькими квартирами или самостоятельными группами помещений в этаже.

Таблица 10. Пример подсчета теплопотерь

Наименование	Ориентация	Толщина стен, см	Подсчет площадей					Подсчет теплопотерь					Добавки			Потреб- ность в тепле $Q_{от} +$ $Q_{вент} =$ $Q_{общ}$, ккал/ч	
			длина, м	высота или ширина, м	площадь, м ²	количество	за вычетом, м ²	притворы в расчете, м ²	коэффициент тепло- передачи, ккал/м ² ·°C	перепад темпе- ратур Δt , °C	площади стоек- ров 10 и 11, ккал/м ² ·ч	теплопотери без уче- та добавки Q_0 , ккал/ч	$Z_{ст} = Z_{ст} + Z_{п}$, %	$Z_{ор}$ -ориентация, %	$Z_{доб}$ добавки, %		
Помещения № 1			Комната совещаний. +20°C											Объем $30 \times 3,5 =$ $= 105 \text{ м}^3$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Пол	—	—	6	5	30	1	—	30	0,87	15	13	390					
Окна	С	—	1,4	2,3	3,2	1	—	3,2	2	35	70	220					
Наружная стена	С	51	5	3,8	19	1	3,2	15,8	1,09	35	38	600					
Окна	З	—	1,4	2,3	3,2	2	—	6,4	2	35	70	450					
Наружная стена	З	51	6	3,8	22,8	1	6,4	16,4	1,09	35	38	630					
Внутренние двери	—	—	1	2,2	2,2	1	—	2,2	2	5	10	20					
Внутренние двери	—	—	5	3	19	1	—	16,8	2	5	10	170					
													2470	7	5	1,12	$Q_{от} = 2770$

Расход тепла на вентиляцию: $Q_{\text{вент}} = \Sigma (a l)_{\text{нар}} R H (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}) Z_{\text{угл}}$; $t_{\text{вн}} = 18$; $t_{\text{н}} = -15$; $F_{\text{ок}} = 3,2 \cdot 3 = 9,6$; $Q_{\text{вент}} = 2 \cdot (9,6 \times 3) \cdot 0,41 \times 0,9 \cdot [18 - (-15)] \cdot 1,2 = 895$

Теплопотери от теплопередачи, подсчитанные для каждого ограждения, вносят в таблицу (см. табл. 10), затем определяют для каждого помещения суммарную добавку к общим теплопотерям и проводят расчет по формуле

$$Q_{\text{от}} = \Sigma q_0 (1 + Z_0 + Z_{\text{ор}}) = Q_0 Z.$$

К полученному результату прибавляют расход тепла на вентиляцию и получают часовую потребность помещения в тепле:

$$Q_{\text{от}} + Q_{\text{вент}} = Q_{\text{общ}}.$$

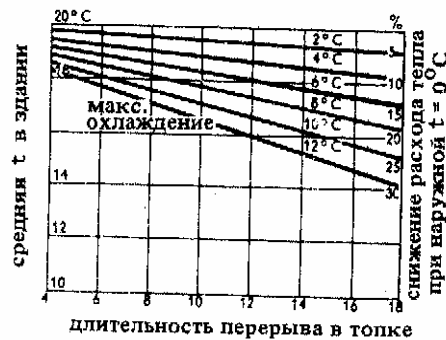


Таблица 1. Потребность в топливе при отоплении жилых домов индивидуальными печами (по опытным данным)

Квартира			Расход каменного угля, кг/год
число комнат	число отопляемых помещений	площадь, м ²	
2	1	30	1000
3	1	45	1300
4	2	55	1700

2. Экономия затрат тепла при перерывах в топке в зависимости от длительности перерыва и максимальной величины охлаждения



1. Ориентировочный расчет площади котельных и складов топлива по общим теплототериям или объему отапливаемых помещений (DIN 1979)

3. Ориентировочный расход тепла зданий различного назначения в зависимости от их объема

Расчет потребности в тепле

Расчет начинают с определения площади пола и потолка (площадь помещения). Длину и ширину стен, потолков и пола определяют по размерам в свету. Высоту стен определяют по высоте этажа от пола до пола. Это относится также к подсчету величины $F_{\text{общ}}$ при определении значения величины D .

Площади окон и дверей определяют по размерам во внутренних откосах проемов. Для подсчетов достаточно точность счетной линейки (длиной 25 см) с округлением до 10.

Исходные данные, необходимые для расчета

1. Генеральный план с указанием ориентации и направления господствующих ветров.
2. Сведения о высоте соседних зданий и прочие данные о местных условиях.
3. Планы с размерами помещений, дверных и оконных проемов.
4. Разрезы с указанием высоты этажей, высоты помещения в свету и высоты дверей и окон.
5. Данные о конструкции стен, потолков и крыш (с подробным описанием нестандартных конструкций).
6. Данные о типах окон.
7. Назначение помещений и часы их использования (для учета добавки и условий эксплуатации котлов).

Минимальную температуру наружного воздуха определяют по метеорологическим данным; температуру прилегающих неотапливаемых помещений — по табл. 3, с. 73, коэффициент теплоперевода и коэффициент K — по данным рис. 3 и 4, с. 80.

Особые случаи расчета

А. Конструкции повышенной капитальности или облегченные конструкции.

Б. Длительные перерывы в топке.

В. Большепролетные здания с легкими наружными ограждениями.

К группе А относятся подземные сооружения большой теплоустойчивости, но с большой потребностью в тепле и легкие постройки с малой аккумулирующей способностью (стеклянные веранды, сборные дома и т.д.).

Группа Б предусматривает перерывы в топке свыше 14 ч (см. рис. 2).

Группа В включает большепролетные промышленные здания, выставочные павильоны, крытые рынки и т.п. с большой площадью остекления и большой инфильтрацией; необходимость подогрева поступающего воздуха часто во много раз превышает потребность в тепле по расчету на теплопередачу ограждений. Поэтому для таких зданий часто отдают предпочтение воздушному отоплению.

Годовой расход тепла и потребность в топливе определяются по указаниям VDI 2067, на основе опытных данных и по ориентировочным формулам.

1 кг кокса эквивалентен 1,4 кг бурого угля в брикетах, 1–1,2 м³ газа, 0,4 л жидкого топлива, 4 кВт электроэнергии.

Таблица 2. Сечение и высота дымовых труб при различной теплопроизводительности топок Q , ккал/ч, или Вт (DIN 4705)

Сечение			Высота трубы, м					
внутренние размеры, см	внутренний диаметр, см	площадь, м ²	10	12	15	20	25	30
20×20	23	0,04	50 000	50 000	55 000	—	—	—
20×27	26	0,054	70 000	75 000	80 000	90 000	95 000	—
27×27	30	0,073	110 000	115 000	125 000	140 000	150 000	180 000
27×40	37	0,108	165 000	180 000	190 000	210 000	240 000	250 000
40×40	45	0,160	250 000	280 000	300 000	320 000	360 000	380 000
40×53	52	0,212	—	1400 000	420 000	470 000	500 000	550 000
53×53	60	0,28	—	—	600 000	660 000	720 000	770 000
53×66	67	0,35	—	—	800 000	870 000	950 000	1000 000
66×66	75	0,44	—	—	—	1100 000	1200 000	1300 000
66×85	84	0,66	—	—	—	—	1600 000	1700 000
72×92	92	0,66	—	—	—	—	1900 000	2100 000
85×85	96	0,72	—	—	—	—	2200 000	2300 000

Неорганизованная вентиляция осуществляется в основном не через стены, а через щели в притворах окон, дверей и коробок для опускания жалюзи.

Проветривание через окна (см. также с. 121, рис. 5–8), как правило, достаточно для жилых помещений. Эффективными являются окна с подъемными створками: наружный воздух поступает снизу, а воздух помещения удалится в верхней части окон (рис. 1). Более интенсивную вентиляцию обеспечивают вытяжные каналы и шахты во внутренних стенах, применяемые в кухнях, уборных, ваннных и т. п. (см. с. 174); их целесообразно располагать рядом с дымоходами, так как тяга усиливается благодаря нагреву. Работа вентиляционных шахт основана на разнице в удельном весе наружного и внутреннего воздуха. Поэтому они надежно работают только зимой. Поскольку тяга в них невелика, они не должны быть малого сечения (учитывая сопротивление на трение). Открытые приточные отверстия лучше всего размещать у потолка. Поступление через них холодного воздуха зимой создает опасность образования сквозняков. Ветер способствует естественной вентиляции. При ветре дефлекторы улучшают работу шахт, при безветрии — ухудшают.

Скорость движения воздуха в вытяжных шахтах квадратного сечения при разнице температур внутреннего и наружного воздуха в 1°C равна:

в шахтах сечением 300 × 300 мм, высотой 10 м	0,4 м/с
высотой 30 м	0,6 »
в шахтах сечением 500 × 500 мм, высотой 10 м	0,45 »
высотой 30 м	0,65 »

Ввиду ненадежной работы вытяжные шахты применяют только там, где их действие не ограничено временем, например в кухнях, ванных комнатах, прачечных, из которых необходимо удалять конденсирующиеся на стенах испарения, устраняя тем самым сырость и кухонные запахи; для этого требуется время; кратковременный, хотя бы и интенсивный, воздухообмен этого не обеспечивает.

Устройство приточных и вытяжных отверстий в стенах создает зимой сквозняки. Лучше применять вентиляционные установки с подогревом приточного воздуха, еще лучше — системы кондиционирования воздуха.

Для обеспечения надежной вентиляции и кондиционирования воздуха в общественных помещениях требуется объем не менее 3 м³ на 1 чел.

менее 3 м³ на 1 чел. _____ не менее 20 м³/ч на

При минимальной норме подачи свежего воздуха $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 чел. (для помещений, где курить запрещено) это составляет 7-кратный обмен; при норме $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 чел. (для помещений, где разрешено курить) — 10-кратный обмен воздуха. Желательно повысить нормы на $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 чел. Однако установки с более интенсивным воздухообменом невыгодны, поэтому лучше увеличить объем помещений. В высотных зданиях с герметичными окнами нормы подачи свежего воздуха следует почти удвоить. При температуре наружного воздуха ниже 0° и выше $+26^\circ\text{C}$ нормы снижают во избежание чрезмерного увеличения числа нагревательных или охлаждающих приборов; при этом следует считаться с ухудшением качества воздушной среды.

Вентиляция или кондиционирование воздуха имеют своей целью удаление из общественных помещений запахов и табачного дыма, а также тепла и влаги, выделяемых людьми. Летом, кроме того, требуется охлаждение и осушение воздуха.

Значения температуры и влажности воздуха по DIN 1946

Температура наружного воздуха, °C	Воздух в помещениях		
	Температура, °C	Относительная влажность, %	
		нижний предел	верхний предел
Ниже 20	22	35	65
20	22	35	65
25	23	35	65
30	25	35	60
32	26	35	55

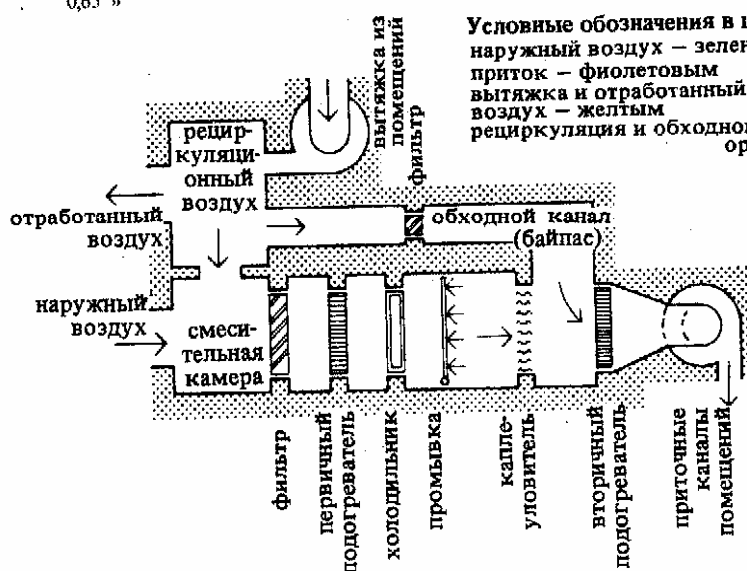
Условные обозначения в цвете:

наружный воздух — зеленым

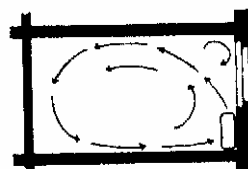
приток – фиолетовым

вытяжка и отработанный

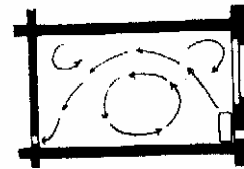
рециркуляция и обходной канал —
оранжевым



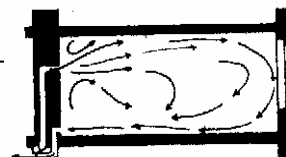
4. Схема кондиционирования



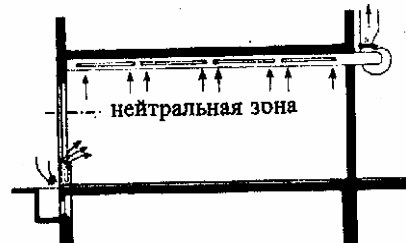
5. Схема движения воздуха в помещении без притока извне



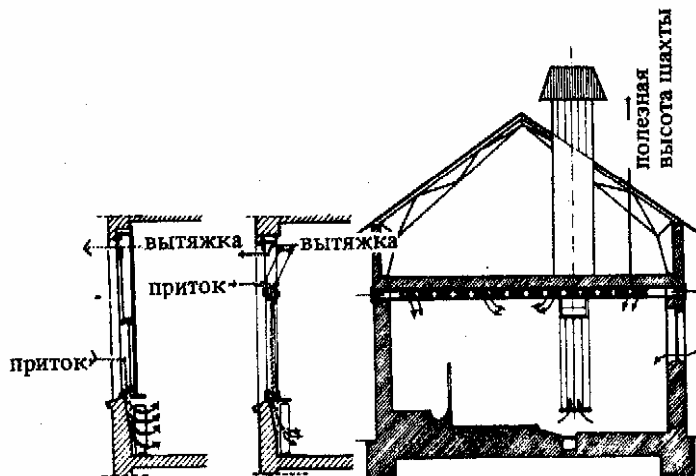
6. Помещение с подогревом приточного воздуха



7. Движение воздуха в помещении с избыточным притоком и недостаточной вытяжной



8. Улучшенная система искусственной вентиляции через щелевидные вытяжные отверстия, расположенные по всей ширине помещения



1. Вертикально-раздвижное окно с раздельным притоком и вытяжкой воздуха

2. Двойные окна особой конструкции с раздельным притоком и вытяжкой

3. Вентиляция хлева (конюшни) через шахту с естественной тягой. Приток через щелевидные отверстия в потолочных каналах и трубы, заложённые в оконной коробке (см. с. 297, (система «Кордо-Пархис»).

В вентиляционных установках и системах кондиционирования осуществляются следующие операции:

1. Фильтрация

Для очистки воздуха от крупных пылевых частиц (размером от 5 до 50 мкр) применяют:

а) металлические пластинчатые фильтры, смоченные маслом, или автоматические циркуляционные фильтры, главным образом в промышленных зданиях. Их недостаток: воздух увлекает за собой пары масла;

б) сухие многослойные фильтры из тканей или стекловолокна в металлических рамках (невосстанавливаемые), а также ленточные фильтры с автоматической очисткой.

Для окончательной очистки воздуха и для очистки газов применяют:

в) электрические фильтры. Пыль ионизируется и осаждается на металлических пластинках с отрицательным зарядом. Такие фильтры обладают весьма малым сопротивлением воздушному потоку. Недостатком является необходимость в камерах больших размеров; для промывки используют теплую воду;

г) фильтры с бумажной, асбестовой массой или со стекловолокном. Их достоинство: низкая стоимость, отсутствие коррозии в агрессивной воздушной среде, высокая надежность в эксплуатации; недостаток: большое сопротивление (по сравнению с электрофильтрами), увеличивающееся по мере их загрязнения, что нарушает воздушный режим в здании;

д) промывку воздуха, при которой воздух очищается от пыли, аэрозолей и паров кислот, но не очищается от сажи. Поэтому промывку не применяют в районах с большим числом топок на жидком топливе.

2. Подогрев воздуха

Для подогрева воздуха применяют:

а) печи на твердом или жидком топливе с воздушными камерами при обычном воздушном отоплении; такие печи плохо регулируются;

б) нагревательные приборы, отапливаемые естественным или искусственным газом и хорошо регулируемые;

в) паровое отопление низкого давления и водяное отопление с регистрами из оцинкованных стальных ребристых труб или из медных труб с ребрами из меди или алюминиевого сплава. Их регулировка надежна и проста. Не требуется устройство дымовых труб.

3. Охлаждение воздуха

В основном применяют в промышленных зданиях, где круглогодично требуется постоянный температурно-влажностный режим, а летом также в торговых и конторских зданиях, театрах и кинотеатрах. Для охлаждения воздуха используют:

а) воду из водопроводной сети или колодцев, если ее температура $\leq 13^{\circ}\text{C}$. Воду из колодцев следует по возможности возвращать в грунт во избежание понижения уровня грунтовых вод. Использование воды из водопровода в большинстве городов запрещено и невыгодно из-за высокой стоимости;

б) компрессорно-холодильные установки на неядовитых хладагентах (фреон 12 или 22). При их смежном расположении с центральным кондиционером можно использовать испарение хладагента непосредственно в охлаждающих батареях кондиционера;

в) в более крупных установках используют насосную циркуляционную систему охлаждения воды или растворов с замкнутым циклом. Преимущества этой системы: сосредоточение всей системы охлаждения в одном месте, локализация шумов и вибраций, надежность в эксплуатации.

Неядовитые хладагенты следует применять в герметических поршневых компрессорах, так как в ротационных компрессорах с сальниками дорогой хладагент постепенно улетучивается.

В крупных центральных холодильных установках применяют:

г) герметичные турбокомпрессоры для сжатия хладагента (в едином агрегате собраны двигатели с компрессором, аппарат водоохлаждения и конденсатор); агрегаты бесшумные и слабо вибрирующие;

д) абсорбционные холодильные машины, работающие на бинарном водном растворе бромистого лития. У охлаждаемой воды путем ее испарения отбирается тепло, водяные пары абсорбируются раствором бромистого лития и в процессе цикла работы снова испаряются и конденсируются, возвращаясь к начальному процессу испарения. Весьма компактная, бесшумная установка, лишенная вибрации;

е) пароструйные холодильные машины, где струя пара, направленная с большой скоростью, создает разрежение в камере. Циркулирующая вода распыляется, испаряется и при этом охла-

ждается. Холодная вода подается в камеры охлаждения воздуха системы кондиционирования.

Во всех холодильных машинах тепло от конденсации должно быть воспринято и отведено водой из водопроводной сети, колодца или циркулирующей водой. В последнем случае требуется устройство башенного охладителя (градири), где циркуляционная вода, стекая тонкими струями по насадкам, через которые продувается воздух, охлаждается испарением. Башенный охладитель располагают в стороне или лучше на крыше здания для уменьшения шума и потери воды.

4. Промывка, увлажнение и охлаждение воздуха посредством испарения воды

Одновременно с промывкой воздуха происходит его увлажнение до постоянной влажности и очистка. При насыщении, т.е. при повышении абсолютной влажности воздуха, промывка приводит к охлаждению воздуха посредством испарения (в установках кондиционирования воздуха на промышленных предприятиях в местностях с сухим воздухом этот способ является самым дешевым способом охлаждения).

Вода подается насосами к камере промывки и распыляется форсунками. Камеры делают из оцинкованной листовой стали, кирпичными или бетонными. Для предотвращения попадания нераспыленной воды в камеру кондиционирования на пути воздушного потока устраивают перегородки из листовой стали, задерживающие водяные капли. Применяют и другие приборы увлажнения, в том числе:

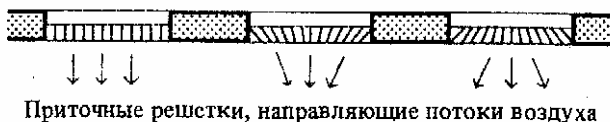
а) испарители на нагревательных приборах или распылители;

б) централизованные испарители, подогреваемые паром или электричеством; их недостаток: образование накипи, низкая производительность;

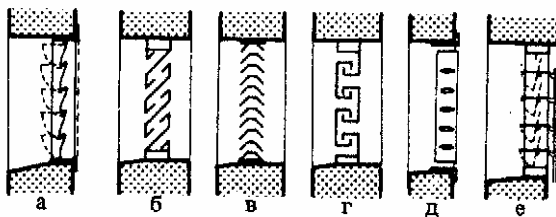
в) циркуляционные распылители, пригодные только при малом расходе воздуха.

5. Вентиляторы

Центробежные и осевые; КПД хороших вентиляторов в зависимости от назначения 80–90%. При напоре до 40 мм водяного столба вентиляторы обоих типов шумят одинаково; при большом напоре осевые вентиляторы более шумны; их применяют главным образом в промышленных зданиях. Для виброизоляции вентиляторы устанавливают на специальных фундаментах с амортизаторами.

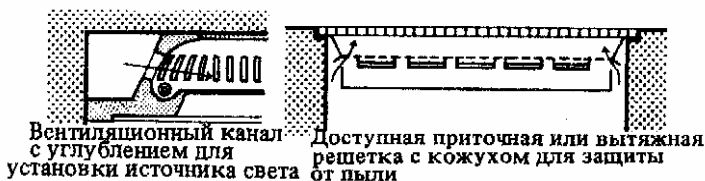


Приточные решетки, направляющие потоки воздуха



Вентиляционные решетки:

а – с автоматическим управлением; б, в, г, д – неподвижные; г – для темных комнат; е – с ручным управлением



1. Приточные и вытяжные вентиляционные решетки

6. Звукопоглотители

Звукопоглотители, установленные в воздуховодах, препятствуют распространению шумов из центрального кондиционера в помещение, вентилируемое кондиционированным воздухом. Их размер по длине канала 1,5–3 м в зависимости от коэффициента звукопоглощения. Выполняются в виде облицовки перфорированными жесткими древесноволокнистыми плитами или жестко с заполнением минеральной ватой (несгораемая конструкция).

7. Воздуховоды, приточные и вытяжные устройства

Изготавливаются из оцинкованной листовой стали, асбестоцемента. Наиболее выгодны квадратные или круглые сечения; допускаются прямоугольного сечения с отношением сторон 1:3. Угловые участки скругляют. Горизонтальные напольные и вертикальные каналы большого сечения, выполненные из кирпича или бетона, экономичнее стальных. Кирпичные каналы лучше поглощают шум, чем бетонные. Изнутри по гладкой штукатурке производят водостойкую окраску. В приточных каналах выполняют звукоизоляцию из легких материалов (стиропор в алюминиевой фольге); следует избегать теплоемких материалов. Сечение каналов должно быть достаточно большим для облегчения их очистки (засорение каналов ухудшает воздушную среду). Поэтому в напольных вытяжных каналах промышленных зданий необходимо предусмотреть плотно заданные водоспуски и достаточное число прочистных отверстий.

Асбестоцементные воздуховоды, особенно пригодны для влажного не содержащего кислот воздуха; при агрессивной среде применяют пластмассы.

По DIN 1946 запрещено устанавливать приточные и вытяжные решетки в полу, за исключением промышленных зданий (см. с. 77, рис. 1). Устройство приточных решеток имеет решающее значение для распределения воздуха в помещении; направление воздушной струи может быть как вертикальным, так и горизонтальным (см. с. 77, рис. 1). Наиболее рационально устройство приточных и вытяжных отверстий в потолке; при этом необходимо обеспечить доступ для их очистки. Для решеток лучше всего применять горячелакированную жель (см. с. 77, рис. 1).

Приток в конторских помещениях устраивают по возможности у окон (в месте наибольшего охлаждения или перегрева); вытяжку со стороны коридора (см. с. 76, рис. 6). В театрах, кино и аудиториях приток под креслами, а вытяжка в потолке. Направление воздушных потоков зависит от формы и назначения помещения.

8. Помещения для установки кондиционеров

Строительные правила и требования техники безопасности изложены в DIN 1946. Устройство системы вентиляции и кондиционирования воздуха должно быть учтено уже в эскизном проекте, поскольку это влияет на планировку и конструктивное решение здания.

Помещения, где установлены кондиционеры, должны быть по возможности приближены к помещениям с кондиционируемым воздухом, если позволяют звукоизоляция, легко доступны и имеют каменные оштукатуренные стены с моющейся окраской, еще лучше с облицовкой плитками. Во всех отсеках должны быть трапы в полу с сифонными затворами и съемными решетками. В камерах, расположенных над другими помещениями, пол должен быть водонепроницаемым. Для предотвращения образования конденсата в наружных стенах обязательна тепло- и пароизоляция. При повышенных требованиях к звуко- и виброизоляции кондиционеры размещают во встроенных помещениях, изолированных от остальных конструкций здания. Нагрузка от оборудования 750–1500 кг/м² и дополнительно от массы стенок воздушных камер.

Площадь помещений для кондиционера зависит от требований к очистке воздуха и звукоизоляции. В узких вытянутых помещениях камеры можно располагать последовательно одну за другой. Длина помещения для установки простого промышленного кондиционера около 12 м, для высококачественной системы — около 16–22 м и для центральной вытяжной вентиляционной камеры — около 4–6 м.

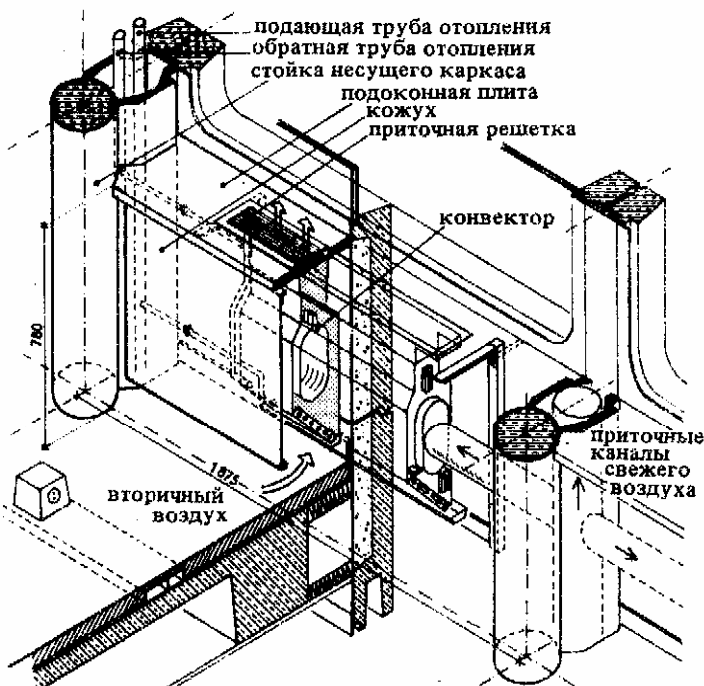
Ширина и высота (в чистоте) установок, применяемых для кондиционирования в промышленных и гражданских зданиях:

Производительность, м ³ /ч	Ширина, м	Высота, м
До 20000	3	3
20000–40000	4	3,5
40000–70000	4,75	4

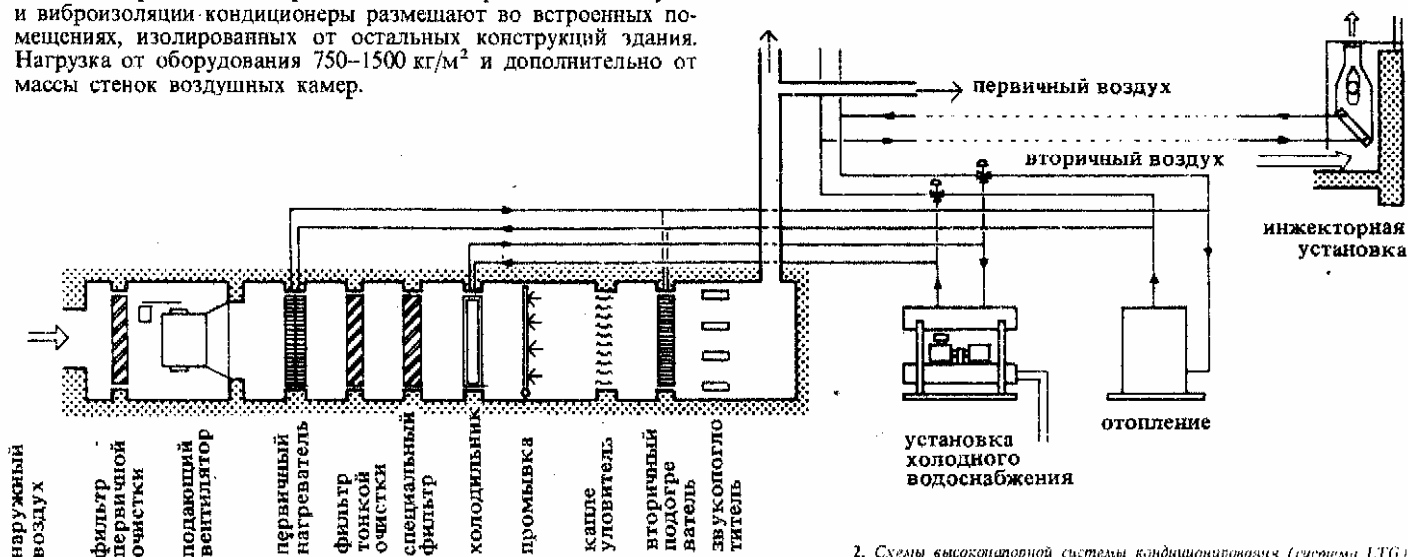
Дополнительно для прохода при монтаже и ремонте добавляют 1,5–2 м. В крупных установках для обслуживания кондиционера и теплового пункта используют общий проход, совмещенный с помещением пульта управления.

Кондиционеры для крупных конторских помещений

Для кондиционирования воздуха в залах контор целесообразно использовать несколько установок: отдельно кондиционирование в зоне, прилегающей к фасаду здания, — высокоскоростные установки и отдельно во внутренней зоне — установки низкого давления или высокоскоростные установки.



1. Пример высокотемпературной системы кондиционирования воздуха (система LTG) — административное здание фирмы «Дитерсф цемент». Архит. Э. Нойферт, 1961 г. (см. с. 250)



2. Схемы высокотемпературной системы кондиционирования (система LTG)

Высоконапорные системы кондиционирования

В системах с низким напором для подачи воздуха только на нужды отопления зимой или охлаждения летом, без учета вентиляции, требуются воздуховоды большого сечения. Системы кондиционирования с высоким напором расходуют свежий воздух лишь в размере $\frac{1}{3}$ общего расхода воздуха в обычных системах вентиляции. Для нужд отопления или охлаждения устраивают сеть трубопроводов, как при центральном отоплении, поскольку 1 м³ воды может подать примерно в 3450 раз больше тепла, чем 1 м³ воздуха.

Под каждым окном устанавливают кондиционер-конвектор (инжекторного типа) со специальными соплами и теплообменником, в которые из центрального кондиционера подаются кондиционированный воздух и подогретая или охлажденная вода. Регулируется только теплообменник. Снижение количества подаваемого воздуха позволяет уменьшить размеры центрального кондиционера и обеспечить требуемое качество приготовления воздуха. Наружный воздух подвергается двухступенчатой фильтрации. В здании поддерживают избыточное давление, что практически устраняет влияние неплотностей в ограждениях.

Кондиционеры-конвекторы. Общие требования

1. Шум не более 30–33 фон.
2. Наличие фильтра для очистки циркуляционного воздуха.
3. Теплообменник должен нагревать помещение до требуемой температуры и при выключенной системе подачи воздуха.
4. Поддержание температуры охлажденной воды летом не ниже 15–16°C во избежание увеличения расходов на охлаждение и образование конденсата на оконных приборах.

Высоконапорные воздуховоды делают по возможности круглого сечения (минимальное сопротивление воздушному потоку) с исключением вибрации. При расстоянии между окнами (в осях) 1,5–2 м предусматривают вертикальные распределительные воздуховоды; у несущих колонн размещают попеременно короба для вертикальных воздуховодов и для стояков сети трубопроводов. Диаметр вертикальных воздуховодов

в 7-этажных зданиях 175–225 мм; в высотных зданиях – через каждые 7–10 этажей устраивают технические этажи для размещения систем отопления и кондиционирования; например, в 14-этажном здании нужны центральные установки в подвале и на чердаке или только в техническом этаже, расположенном на половине высоты здания.

Более дорогими являются системы с общей вертикальной шахтой и горизонтальной разводкой по коридорам каждого этажа с поперечными приточными каналами или с разводкой у наружных стен над окнами, с подачей воздуха в вышележащий этаж, требующей устройства отверстий в перекрытиях.

Максимальная глубина конторских помещений при системе кондиционирования с высоким напором около 6 м, иначе в средней зоне здания потребуется дополнительная система для охлаждения воздуха. Максимальная ширина корпуса (без дополнительной системы охлаждения) 2 × 6 = 12 м плюс ширина коридора.

Вытяжки устраивают над шкафами-перегородками, в коридоре с вытяжным каналом у потолка и в санитарных узлах. В системах с высоким напором рециркуляции воздуха не требуется, поскольку расход воздуха снижен до величины, необходимой для обеспечения качества воздушной среды. Для экономичной эксплуатации системы снижают количество свежего воздуха, поступающего в центральный кондиционер.

В больших кухнях (см. с. 234) высота помещения 3–5 м. Верхние части стен и потолок штукатурят пористым раствором (без масляной окраски). Для таких помещений требуется 15–30-кратный воздухообмен. С этой целью предусматривают подпор воздуха, поступающего из смежных помещений, в которых должна быть соответственно увеличена поверхность отопительных приборов. Варочные котлы и кухонные плиты надо группировать в одном месте, размещая над ними вытяжку с жироловительем. Вытяжные каналы следует ежегодно прочищать; приточный воздух требует очистки, а зимой – подогрева. Рециркуляция воздуха недопустима. Необходимо установить местные нагревательные приборы и предусмотреть двойное остекление окон.

Т а б л и ц а. Звуконизолирующая способность от воздушного и ударного шумов и термическое сопротивление перекрытий различной конструкции с чистым полом

Конструкция перекрытия	Из пустотных вкладышей по балкам (рис. 1)						Сплошная плита (рис. 2)						Рёбристая плита с подшивкой (рис. 3)					
	Среднее значение звукоизолирующей способности от воздушного шума																	
	42—45 дБ						48 дБ						50—58 дБ					
	толщина чистого пола, см		звукоизоляция от воздушного шума, дБ	звукоизоляция от ударного шума*, фон	термическое сопротивление, м ² ·°C/ккал		толщина чистого пола, см		звукоизоляция от воздушного шума, дБ	звукоизоляция от ударного шума*, фон	термическое сопротивление, м ² ·°C/ккал		толщина чистого пола, см		звукоизоляция от воздушного шума, дБ	звукоизоляция от ударного шума*, фон	термическое сопротивление, м ² ·°C/ккал	
	по-стойно	общая			обычный штукатурный слой	подшивной потолок из ДСП	по-стойно	общая			обычный штукатурный слой	подшивной потолок из ДСП	по-стойно	общая			обычный штукатурный слой	подшивной потолок из ДСП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Чистый пол уложен по относительно жесткой подготовке

1. Ксилолитовый двухслойный пол по песчаной подсыпке	2 4,5	6,5	43	93	0,6	—	2 4,5	6,5	48**	88	0,40	0,7	2 4,5	6,5	>50**	88	0,55	0,85**
2. Дощатый пол по лагам с прокладками толя в два слоя	2,5 3 0,1	5,6	44	87	0,75**	—	2,5 3 0,1	5,6	49**	84**	0,55	0,85**	2,5 3 0,1	5,6	>50**	83**	0,7	1**
3. Паркет по асфальту, уложенному по пробковым плиткам на бетонной подготовке	2,5 1,5 2	6	43	96	1**	—	2,5 1,5 2	6	48**	92	0,8	1,1**	2,5 1,5 2	6,0	>50**	90	0,95**	1,25
4. Пол из пробковых плиток по деревобетонной стяжке	0,6 2	2,6	43	90	0,75**	—	0,6 2	2,6	48**	85**	0,5	0,8**	0,6 2	2,6	>50**	85**	0,65	0,95**
5. Линолеум по слою войлочного картона на бетонной стяжке	0,2 0,2 2	2,4	43	92	0,45	—	0,2 0,2 2	2,4	48**	88	0,25	0,55	0,2 0,2 2,0	2,4	>50**	88	0,4	0,7

Чистый пол уложен по бесшовной плавающей стяжке

1. Ксилолитовый пол по матам из волокистых материалов (2 кг/м ²)	3,5	4,5	>50**	81**	0,75**	—	3,5	4,5	>50**	77**	0,55	0,85**	3,5	4,5	>50**	77**	0,7	1**			
2. Дощатый пол по лагам на прокладках из волокистых матов (2 кг/м ²)	2,5	3	6,5	48**	80**	1,1**	—	2,5	3	6,5	>50**	76**	0,9**	—**	2,5	3	6,5	>50**	78**	1,05**	—**
3. Паркет по асфальту на деревобетонной стяжке по матам из волокистых материалов (2 кг/м ²)	2,5	3	5,5	>50**	80**	0,85**	—	2,5	3	5,5	>50**	77**	0,65	0,93**	2,5	3	5,5	>50**	77**	0,8**	1,1**
4. Пол из пробковых плит на деревобетонной стяжке по матам из волокистых материалов (2 кг/м ²)	0,6	3,5	5,1	>50**	78**	0,8**	—	0,6	3,5	5,1	>50**	76**	0,6	0,9**	0,6	3,5	5,1	>50**	76**	0,75**	1,05**
5. Линолеум на деревобетонной стяжке по матам из волокистых материалов (2 кг/м ²)	0,2	3,5	4,7	>50**	80**	0,7	—	0,2	3,5	4,7	>50**	77**	0,5	0,8**	0,2	3,5	4,7	>50**	77**	0,65	0,95**

* Нормативный уровень громкости.

** Данные по перекрытиям, отвечающим требованиям DIN 4109.