



ФАУ «РОСКАПСТРОЙ»  
МИНСТРОЙ РОССИИ

Курс повышения квалификации

# «Безопасность строительства и качество устройства инженерных систем, сетей, электрических сетей и линий связи»

## ЛЕКЦИЯ 2

*«Инновации в технологии устройства  
инженерных систем и сетей,  
электрических сетей и линий связи»*



БС-400-ИСОТ-1105



ФАУ «РОСКАПСТРОЙ»  
МИНСТРОЙ РОССИИ



ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖКХ  
ПРИ МИНСТРОЕ РОССИИ



МОНИТОРИНГ  
информационно-аналитических систем

# Содержание

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Лекция 2. Инновации в технологии устройства инженерных систем и сетей, устройства электрических сетей и линий связи</b> | <b>4</b>  |
| <b><i>Глава 1. Устройство внутренних инженерных систем и оборудования зданий и сооружений</i></b>                          | <b>4</b>  |
| Устройство системы внутреннего водопровода (холодного)   | 4         |
| Устройство системы внутреннего водопровода (горячего)  | 7         |
| Устройство системы внутренней канализации  | 8         |
| Устройство системы вентиляции и кондиционирования  | 16        |
| Классификация систем вентиляции  | 19        |
| Классификация систем кондиционирования воздуха   | 22        |
| Устройство системы отопления   | 25        |
| Устройство внутренних сетей газоснабжения  | 29        |
| <b><i>Глава 2. Устройство наружных сетей водопровода</i></b>   | <b>34</b> |
| <b><i>Глава 3. Устройство наружных сетей канализации</i></b>   | <b>37</b> |
| <b><i>Глава 4. Устройство наружных сетей теплоснабжения</i></b>  | <b>39</b> |
| <b><i>Глава 5. Устройство наружных сетей газоснабжения, кроме магистральных</i></b>  | <b>46</b> |
| <b><i>Глава 6. Устройство внутренних электрических сетей</i></b>   | <b>50</b> |
| <b><i>Глава 7. Устройство электрических и иных сетей управления жизнеобеспечения зданий и сооружений</i></b>               | <b>59</b> |
| Электрическое отопление и горячее водоснабжение  | 59        |
| Учет электроэнергии, измерительные приборы   | 61        |
| <b><i>Глава 8. Устройство наружных электрических сетей</i></b>   | <b>65</b> |
| Опоры воздушных линий электропередачи  | 65        |
| Монтаж воздушных линий электропередач  | 69        |
| Изоляторы воздушных линий электропередач   | 74        |
| Монтаж трансформаторных подстанций и распределительных устройств   | 75        |
| Монтаж проводов и грозозащитных тросов   | 80        |
| <b><i>Глава 9. Устройство наружных линий связи, в том числе телефонных, радио, телевидения</i></b>                         | <b>89</b> |
| Телефонизация объектов капитально строительства  | 89        |
| Радиофикация   | 92        |
| Оптоволоконные технологии  | 94        |
| Сети 4-го поколения (4G)   | 97        |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Словарь</b>                         | 107 |
| <b>Вопросы для самопроверки</b>        | 109 |
| <b>Справочник</b>                      | 110 |
| Дополнительные материалы               | 110 |
| Видео-файлы                            | 110 |
| <b>Список рекомендуемой литературы</b> | 113 |



## Лекция 2. Инновации в технологии устройства инженерных систем и сетей, устройства электрических сетей и линий связи

### Глава 1. Устройство внутренних инженерных систем и оборудования зданий и сооружений

#### Устройство системы внутреннего водопровода (холодного)

Системы ([СНиП 2.04.01-85\\*](#) «Внутренний водопровод и канализация зданий») внутреннего водопровода (хозяйственно-питьевого, производственного, противопожарного) включают: вводы в здания, водомерные узлы, разводящую сеть, стояки, подводы к санитарным приборам и технологическим установкам, водоразборную, смесительную, запорную и регулируемую арматуру. В зависимости от местных условий и технологии производства в систему внутреннего водопровода надлежит включать насосные установки и запасные и регулирующие емкости, присоединенные к системе внутреннего водопровода.

Системы внутреннего водопровода монтируют по проекту, в состав которого входят следующие чертежи:

- план подвала и этажей в масштабе 1 : 100 или 1 : 200. На планах нанесены водопроводный трубопровод с указанием его диаметров, водоразборные и пожарные краны, санитарно-технические приборы. Поэтажные планы делают только для этажей с различной планировкой;
- схема внутренней сети водопровода в условном изображении — аксонометрии в масштабе 1 : 100 или 1 : 200. На схеме показывают трубопровод здания, указаны диаметры труб, расположение насосных установок, вводов водоразборных и пожарных кранов, вентилях, переходов, уклонов. Схема позволяет представить, как увязаны между собой магистрали, стояки и подводы к приборам;
- Рабочие чертежи насосных установок, водомерных узлов и др. в масштабе 1:10 или 1 : 50.

К проекту прилагается расчетно-пояснительная записка, в которой дается описание системы, приводятся расчеты и нормы водопотребления, характеристика оборудования.

Внутренняя сеть трубопроводов разделяется на магистральные трубопроводы, стояки и подводы. Магистральные трубопроводы внутреннего водопровода, проложенные внизу

или вверху здания, служат, разводящими линиями для подачи воды к нужным участкам трубопровода или стоякам. Стояки — вертикальные участки разводящего трубопровода, по которым вода подается в подводки к санитарным приборам.

Магистральные трубопроводы прокладывают с уклоном. Уклон необходим для выпуска воздуха при заполнении труб водой и спуска воды при опорожнении линий. Уклон трубопроводов размечают с помощью рейки, уровня и шнура.

Внутренний водопровод на объекте строительства монтируют в определенной последовательности: в первую очередь укладывают магистральные трубопроводы, затем устанавливают стояки и прокладывают подводки к водоразборным точкам. Трубы должны быть укреплены прочно, проложены прямолинейно, не иметь переломов и опираться на все крепления. Прямолинейность труб проверяют по натянутому шнуру.

Водопроводные стояки и подводки к приборам в жилых зданиях прокладывают открыто по стенам или в бороздах, устроенных в стенах (скрытая проводка). В канализационных, дымовых и вентиляционных каналах прокладка водопроводных труб не допускается.

Расстояние от поверхности стен до неизолированных водопроводных стояков при открытой их прокладке должно быть равно 35 мм при диаметре труб до 32 мм и 50 мм при диаметре труб до 50 мм. Допускаются отклонения в ту или другую сторону на 5 мм.

Прокладывать стояки горячего и холодного водоснабжения рядом с канализационным стояком следует в соответствии с монтажным положением канализационных и водопроводных стояков.

Расстояние между центрами горячих и холодных стояков принимается 80 мм. Горячий стояк монтируют справа от стояка холодного водоснабжения.

Во избежание течи трубопроводов и повреждения конструкций здания, а также для удобства разборки трубопроводов нельзя располагать стыки трубопроводов в местах, где они проходят через перекрытия, стены и перегородки.

В местах прохождения через перекрытия, стены и перегородки водопроводные стояки нужно заключать в гильзы из обрезков труб, кровельной стали или рубероида. Края гильз должны быть расположены заподлицо с поверхностью потолка и выступать выше отметки покрытия пола на 20—30 мм. Отверстия в перекрытиях после окончания монтажа трубопровода следует тщательно заделать. Если стояки проложены в бороздах, то при заделке борозд необходимо оставлять люки в местах расположения сгонов и арматуры.

Подводки к водоразборным точкам прокладывают с уклоном 0,002—0,005 в сторону стояков для опорожнения системы при ремонте. Подводки укрепляют крючками, лапки которых должны быть обращены кверху. Крючки располагают у водоразборных точек, а при длине

подводки более 1,5 м — на середине ее, при большей длине подводки крючки ставят на расстоянии не менее 2,5 мм один от другого.

Счетчики (рис. 1) расхода воды монтируют на высоте 300— 1000 мм от уровня пола.

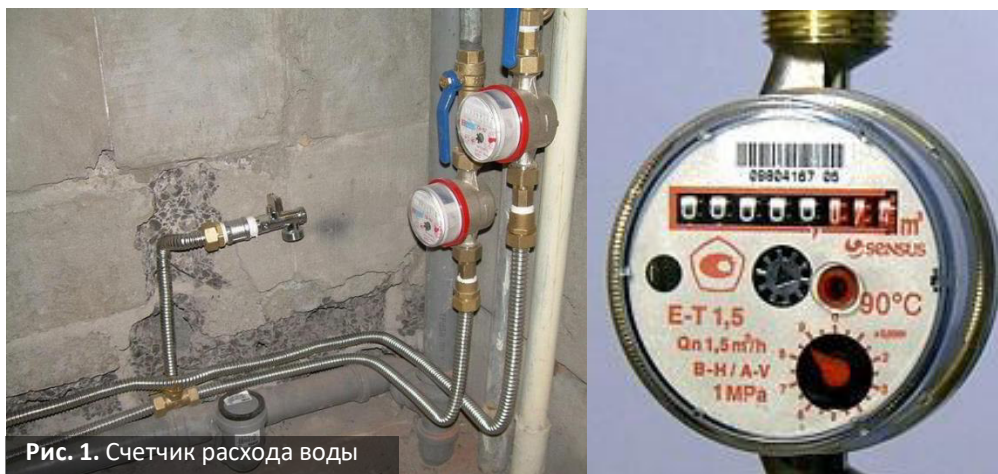


Рис. 1. Счетчик расхода воды

Водоразборные краны и смесители устанавливают на 250 мм выше бортов раковин и на 200 мм выше бортов моек, считая от борта до горизонтальной оси крана или смесителя; туалетные краны и смесители — на 200 мм выше бортов умывальников; водоразборные краны в банях — на 800 мм от пола. Общие смесители для ванн и умывальников монтируют на высоте 1100 мм, а смесители для ванн и душевых поддонов — на высоте 800 мм от пола до горизонтальной оси смесителей. Душевые сетки устанавливают на высоте 2100—2250 мм от пола до низа сетки, а смесительную арматуру для душей — на высоте 1200 мм от пола.

После окончания сборки магистральных трубопроводов, стояков и подводок систему испытывают на герметичность. При гидравлическом испытании водопровод не должен давать течи. Сети хозяйственно-питьевой, противопожарной и производственной систем водопровода испытывают на рабочее давление (показание манометра на вводе или у насоса хозяйственного водопровода) плюс 0,5 МПа, но не выше 1 МПа. Перед испытанием из высших точек систем удаляют воздух. Результат испытания считается удовлетворительным, если в течение 10 мин давление упадет не более чем на 0,05 МПа. На время испытаний вместо водоразборной арматуры ставят пробки.

Магистральные трубопроводы должны быть проложены с уклонами, указанными на чертежах, и хорошо укреплены, а стояки установлены вертикально. Крепление стояков должно обеспечить прямолинейность и прочность трубопровода.

Всю запорную и водоразборную арматуру необходимо ставить в местах, указанных на чертежах. Шпиндели вентиляй надо располагать правильно и в одном направлении. До монтажа надо проверить качество труб, трубных заготовок, арматуры и другого оборудования. По внешнему виду трубы должны быть прямыми с гладкой наружной и внутренней поверхно-

стями, без трещин, плени т.п. Раковины, свищи и повреждения в арматуре не допускаются, запорные детали арматуры должны быть исправны.

Качество холодной и горячей воды, подаваемой на хозяйственно-питьевые нужды, должно соответствовать [ГОСТ Р 51232-98](#) «Вода питьевая», подаваемой на производственные нужды, определяется технологическими требованиями.

## Устройство системы внутреннего водопровода (горячего)

Трубопроводы горячего водоснабжения собирают из узлов и деталей, заготовленных на монтажных заводах.

Магистральные трубопроводы, разводящие участки сети и подводки к приборам, чтобы можно было спустить воду из них, прокладывают с уклоном от 0,002 до 0,005. Уклон разводящих участков должен быть в сторону стояков или водоразборных точек. В низших токах сети устанавливают спускные устройства.

Трубы систем горячего водоснабжения располагают справа от стояков холодного водоснабжения. Горизонтальную разводку трубопровода от стояков к приборам прокладывают у пола над трубопроводами холодной воды.

Запорную арматуру в системах горячего водоснабжения монтируют: на ответвлениях трубопровода к секционным узлам водоразборных стояков и к отдельным зданиям и сооружениям; на ответвлениях трубопровода в каждую квартиру или помещение, в котором установлена водоразборная арматура; Обратные клапаны в системах горячего водоснабжения устанавливают: на участках трубопроводов, подающих воду к групповым смесителям; на циркуляционном трубопроводе перед присоединением его к водонагревателям; на ответвлениях от обратного трубопровода тепловой сети к терморегулятору и на циркуляционном трубопроводе перед присоединением его к обратному трубопроводу тепловой сети с непосредственным водоразбором.

В системах горячего водоснабжения устраивают тепловую изоляцию подающих и циркуляционных трубопроводов, включая и стояки, кроме подводов к водоразборным приборам. Допускается не делать изоляцию для стояков, прокладываемых открыто в отапливаемых помещениях.

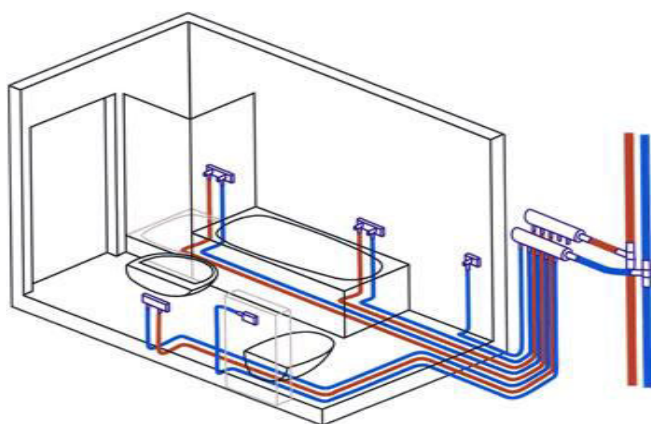
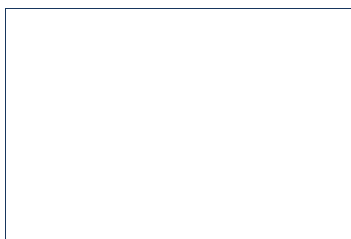


Рис. 2. Система водоснабжения санитарного узла

По окончании монтажа производят гидравлическое и тепловое испытание системы горячего водоснабжения. Сеть испытывают на гидравлическое давление выше рабочего на 0,5 МПа, но не более 1 МПа. Перед испытанием из системы удаляют воздух. Испытание продолжается 10 мин, в течение которых давление не должно упасть более чем на 0,05 МПа.



Монтаж системы внутреннего водоснабжения зданий  
FLV, 12,4 МБ

## Устройство системы внутренней канализации

Внутренняя домовая сеть канализации ([СНиП 2.04.01-85\\*](#) «Внутренний водопровод и канализация зданий») служит для отвода сточных вод от санитарных приборов в наружную сеть. Она состоит из отводных трубопроводов, стояков и выпусков ([рис 3](#)).

К внутренней канализации зданий относятся также местные насосные установки, применяемые для перекачки сточной жидкости из группы зданий в тех случаях, если сточные воды из-за разности отметок не могут поступать самотеком в канализационный коллектор; местные установки для обработки сточных вод, используемые в тех случаях, когда они содержат большое количество песка, масел, жиров, бензина и других веществ, и ливневая канализация.

Внутреннюю домовую сеть канализации устраивают из чугунных канализационных рас-  
трубных труб и фасонных частей, из пластмассовых и безнапорных асбестоцементных труб.



Отводные линии от одиночных и групповых умывальников, писсуаров, раковин, моек и ванн монтируют из труб диаметром 50 мм, а от унитазов— 100 мм. Отводные линии прокладывают над полом, в перекрытии или под потолком. Вид прокладки зависит от типа санитарного прибора, места его установки и возможности сохранения требуемого уклона.

Длина отводных линий, прокладываемых в междуэтажных перекрытиях, не должна превышать 10 м. Для труб подвесных и прокладываемых открыто над полом допускается большая длина при условии сохранения заданного уклона и возможности их прочистки. Прокладывать подвесные линии под потолком не следует.

Отводные трубопроводы должны быть таких же диаметров, как и отводные линии у санитарных приборов. Если отводная линия вначале имеет диаметр 50 мм, а затем по пути принимает сток от унитаза, то от этой точки диаметр ее должен быть 100 мм. Отводные линии присоединяют к стоякам с помощью косых тройников и крестовин под углом 45 и 60°, а также прямых тройников и крестовин под углом 90° с плавными отводами.

Повороты на отводных линиях допускаются под углом не менее 90°. Для устройства плавных поворотов с большим радиусом закругления ставят один за другим два отвода по 135°.

Стояки на всем протяжении должны иметь одинаковый диаметр (50 или 100 мм). Диаметр вытяжной части канализационного стояка равен сточной части стояка. Вытяжную часть нескольких стояков можно объединять, при этом диаметр сборного вентиляционного трубопровода составляет, не менее: 100 мм — при числе установленных санитарных приборов не более 120; 125 мм — при числе приборов не более 300; 150 мм — при числе приборов не более 1200; 200 мм—при числе приборов более 1200.

Сеть бытовой и производственной канализации вентилируются через стояки, вытяжная часть которых выводится через кровлю или сборную вентиляционную шахту здания на высоту, м: от неэксплуатируемой кровли — 0,5; от эксплуатируемой кровли — 3; от обреза сборной вентиляционной шахты — 0,1.



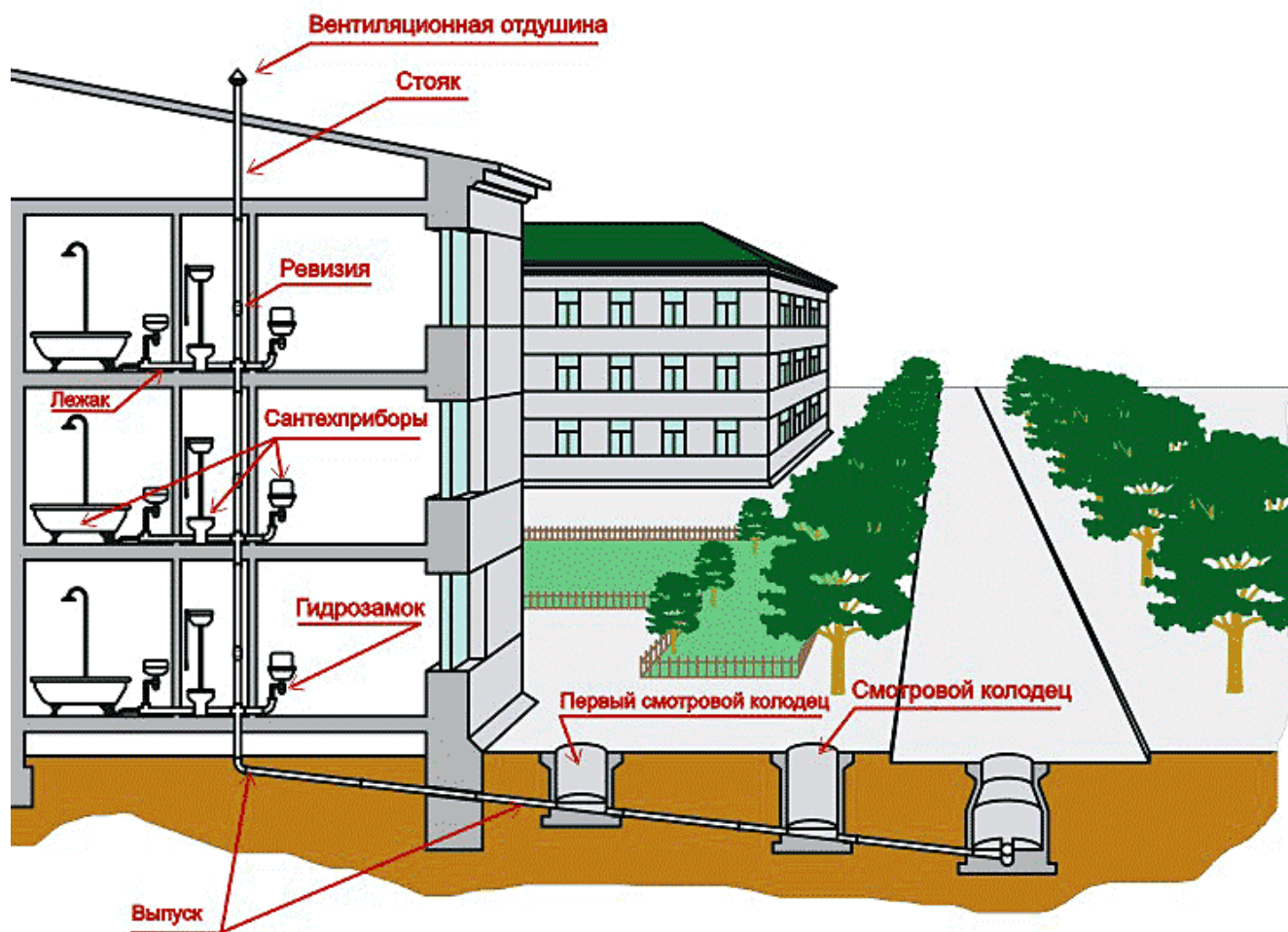


Рис. 3. Схема внутренней канализации

Выпуски из здания делают из чугунных труб и фасонных частей. Диаметр выпуска должен быть не менее диаметра наибольшего стояка, присоединяемого к данному выпуску. Наименьшая длина выпуска от наружной стены до колодца — 3 м, а наибольшая — 8 м.

Направление труб при проходе через стену изменяют с помощью пологого колена в  $90^\circ$  или двух отводов по  $135^\circ$ . Для прокладки выпуска в фундаменте здания или стене подвала устраивают проем высотой не менее 400 мм. При этом расстояние от верха трубы до верха проема должно быть не менее 150 мм. Пространство между выпуском и футляром заделывают жирной мятой глиной, смешанной с паклей. С наружной сетью выпуск соединяют лотком в смотровом колодце. Если часть выпуска или стояка проходит по неотапливаемому помещению, то ее утепляют.

Для прочистки выпуска в нижнем этаже на стояке устанавливают ревизию.



На концах отводных линий ставят прочистки, представляющие собой чугунный отвод 90°, в раструб которого заделывают прямую муфту из стали или из ковкого чугуна, закрываемую сверху пробкой на резьбе. Муфту заделывают в раструбе сначала смоленной прядью, а затем легкоплавкой мастикой или сурико-меловой замазкой. Прочистки ставят на концах длинных отводных линий, а также в местах присоединения к отводной линии трех и более унитазов.

Для прочистки горизонтальных участков трубопровода, уложенного в землю или под полом, на нем устанавливают ревизию в ревизионном колодце, закрываемом сверху съемным люком. Размер колодца прямоугольного сечения обычно принимают 700x700 мм, круглого — диаметром 700 мм. Крышка ревизии должна быть на уровне дна колодца.

Прочистки и ревизии на горизонтальных участках устанавливают на каждом повороте при угле более 30° и в местах соединений нескольких трубопроводов.

Дно колодца должно иметь уклон к крышке ревизии не менее 0,05. Для головок болтов, укрепляющих крышку ревизии, должны быть сделаны углубления в дне колодца. После установки болтов их головки заливают цементным раствором.

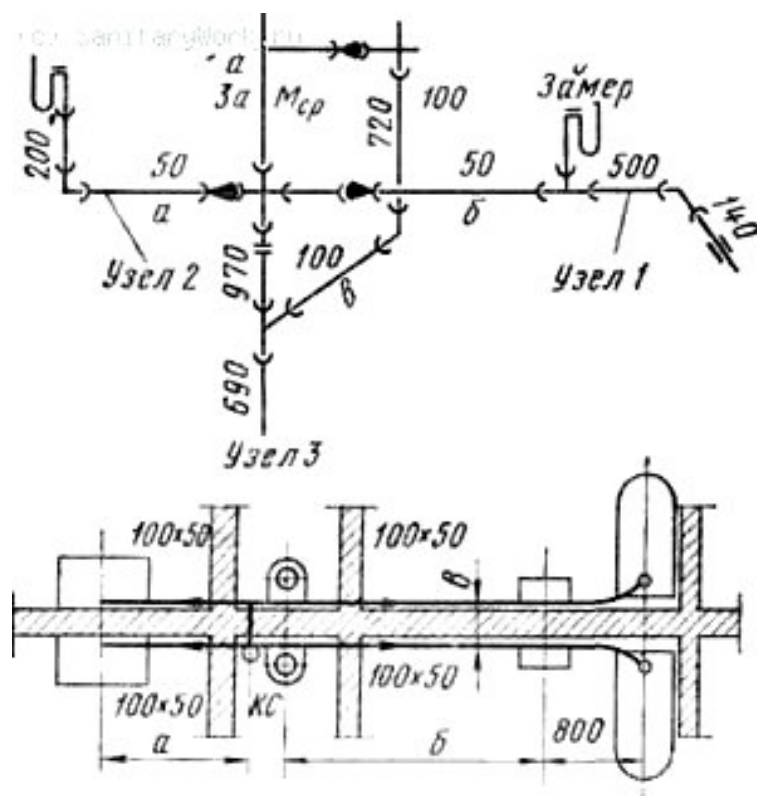


Рис. 4. Схема и план типовой замерно-монтажной карты канализации

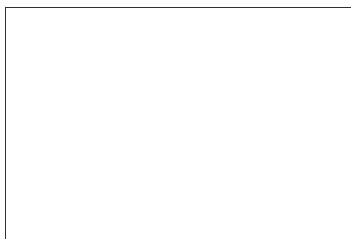
Вентиляция канализационной сети осуществляется за счет гравитационного давления, возникающего в канализационных и вентиляционных стояках внутренней системы. Загрязненный в системе канализации воздух под действием гравитационного давления вытесняется через стояки в атмосферу. Чистый незагрязненный воздух поступает в сеть через неплотности в смотровых колодцах.

Для обеспечения высокого качества заготовительных и монтажных работ при производстве замеров надо выдерживать следующие допуски: на один выпуск и магистральное ответвление  $\pm 200$  мм, на один стояк от магистрали до верха  $+15$  мм, на одну отводную линию  $\pm 15$  мм.

Заготовленные детали и узлы трубопровода маркируют условными обозначениями. Например, С1-1 означает стояк первый и узел первый, С1-2 — стояк первый и узел второй.

На [рис. 4](#) показана типовая замерномонтажная карта канализационной гребенки на две смежные квартиры. Для изготовления канализационных гребенок необходимо сделать лишь три замера: расстояния а — между осями мойки и стояка, расстояния б — между осями унитаза и умывальника и толщины стены в, разделяющей санузлы двух смежных квартир.

Внутреннюю сеть канализации монтируют в такой последовательности: сначала устанавливают канализационные стояки, затем прокладывают выпуски и отводные трубы и устанавливают санитарные приборы.



Монтаж системы канализации  
FLV, 11,8 Мб

*Монтаж стояков.* Место прокладки стояков должно соответствовать проекту. Стояки прокладывают вдоль оштукатуренной поверхности стен или в штрабах строго по отвесу. Открыто прокладываемые стояки располагают в углах санитарных узлов, а скрыто прокладываемые — за унитазом по его оси. Чтобы можно было заделывать раструбы на месте, стояки надо устанавливать от стены на расстоянии 20 мм. Для этого ось стояка диаметром 100 мм должна отстоять от поверхности стены на 75 мм, а ось стояка диаметром 50 мм — на 45 мм.

Канализационные стояки прокладывают вертикально без переломов в раструбах. Отклонение от вертикали допускается до 2 мм на 2 м длины стояка. Отступы и перекидки стояка допускаются как исключение.

Сборку стояка ведут снизу вверх, начиная с подвала или первого этажа, если нет подвала. Собранные узлы устанавливают и укрепляют на месте, соединяют их с прямыми участками трубопроводов и заделывают раструбы. При сборке стояка раструбы располагают кверху. Для прочистки на стояках устанавливают ревизии на высоте 1000 мм от пола до центра ревизии, но не менее чем на 150 мм выше борта присоединенного прибора, чтобы при засоре можно было прочистить стояк.

Стояки крепят к стенам крючками, расположенными как правило, под раструбами. При высоте этажа до 4 м допускается одно крепление стояка на этаже.

Канализационный стояк должен иметь по всей высоте одинаковый диаметр, определенный в зависимости от расчетного расхода сточной жидкости и угла присоединения к нему поэтажных отводных трубопроводов.

Если в нижних этажах многоэтажных зданий устанавливают одиночные унитазы, то в местах выше присоединения отводной трубы от унитаза допускаются стояки диаметром 50 мм.

При прокладке водопроводного и канализационного стояков в одном месте канализационный стояк всегда располагают в углу, а водопроводный — рядом с ним. Для удобства монтажа сначала прокладывают канализационный стояк.

Выпуск укладывают от смотрового колодца по направлению к стояку. Первую чугунную трубу гладким концом вводят в отверстие стенки колодца так, чтобы край трубы был заподлицо с внутренней поверхностью колодца. Затем последовательно укладывают трубы до стояка без заделки стыков, проверяя прямолинейность и уклон труб рейкой, уровнем и шнуром. Раструбы труб должны быть направлены против движения воды.

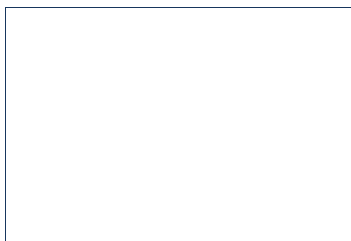
Выпуск присоединяют к наружной сети, как правило, без перепада «шелыга в шелыгу», под углом не менее  $90^\circ$ , по движению сточных вод. Диаметр выпуска должен быть не менее диаметра стояка. Проверив правильность укладки труб, заделывают раструбы и засыпают траншеи землей. Стояки с выпуском соединяют с помощью двух отводов  $135^\circ$ . Если к выпуску надо присоединить другой стояк, то это делают с использованием косоугольного тройника под углом  $45^\circ$  и одного отвода  $135^\circ$ .

При установке канализационного стояка в производственном помещении места, где возможно механическое повреждение труб, ограждают.

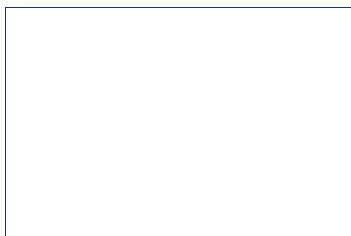
На сети внутренней бытовой и производственной канализации для устранения засоров устанавливают ревизии или прочистки. На стояках зданий высотой до 5 этажей, если на них нет отступов, ревизии устанавливают в нижнем и верхнем этажах, а если имеются отступы — также в этажах над отступами. В зданиях высотой более 5 этажей ревизии на стояках устанавливают не реже чем через 3 этажа. Отводные линии сетей канализации должны быть надежно закреплены; расстояние между креплениями при прокладке сети из чугунных канализационных труб необходимо устанавливать не более чем через 2 м.

*Монтаж санитарно-технических приборов.* Керамические приборы следует устанавливать после монтажа трубопроводов и полной готовности всех строительных и подготовительно-отделочных работ, т.е. перед последней окраской помещения. Все санитарно-технические приборы устанавливают строго по уровню.

Санитарно-технические приборы крепят к каменным или бетонным стенам и перегородкам, как правило, с помощью дюбелей, а к деревянным конструкциям — непосредственно шурупами. Допускаемое отклонение в размерах для всех отдельно стоящих приборов 20 мм, для низкораспологаемых смывных бачков 10 мм. При групповой установке однотипных приборов допускаемое отклонение 5 мм.



Установка раковины  
FLV, 44,4 Мб



Установка подвесных унитазов  
FLV, 10,6 Мб

*Монтаж внутренних водостоков.* Максимальное расстояние между водосточными воронками на каждой продольной разбивочной оси не должно превышать: для скатных кровель 48 м; для плоских кровель — 60 м. В поперечном направлении здания на плоских и скатных кровлях водосточные воронки следует располагать на каждой продольной разбивочной оси здания не менее двух воронок. На плоских кровлях жилых зданий водосточные воронки устанавливают, как правило, по одной на каждую секцию.

В системах внутренних водостоков применяют колпаковые и плоские воронки. Колпаковая воронка состоит из трех частей: чугунного корпуса, устанавливаемого в конструкции перекрытия; приемной чугунной решетки в форме цилиндра с ребрами и отверстиями; съемной чугунной крышки с отверстиями. При установке воронок необходимо тщательно выполнить сопряжение корпуса воронки с кровлей, в противном случае могут образоваться неплотности, через которые вода будет поступать на потолок верхнего этажа здания.

Водосточные стояки прокладывают строго вертикально, располагая их у стен и колонн здания. Ревизии для прочистки стояков устанавливают на высоте 1 м от покрытия пола, а на прямых линиях на расстоянии 15 м одна от другой. При скрытой прокладке в местах установки ревизий должны быть оставлены люки. Водосточные воронки присоединяют к стоякам с помощью компенсационных раструбов с эластичной заделкой. В зависимости от высоты и назначения здания водосточные стояки выполняют из чугунных канализационных, стальных, чугунных водопроводных и асбестоцементных труб.

Отводные трубы от водосточных воронок к стояку прокладывают с уклоном 0,005. Подвесные трубы прокладывают по конструкциям перекрытий, балкам, фермам и крепят к ним хомутами и подвесками. Отводные трубы выполняют из чугунных канализационных или стальных труб.

В настоящее время для внутренних водостоков применяют пластмассовые трубы, которые монтируют «снизу вверх», соединяя на резиновых уплотнительных кольцах или с помощью

клея. При монтаже эти трубы следует предохранять от рисков и царапин; отверстия в междуэтажных перекрытиях должны быть обложены толем или рубероидом.

В водостоках с открытыми выпусками устраивают гидравлические затворы высотой 100 мм, которые не дают возможности возникнуть сквозной вентиляции водостоков и тем самым предупреждают переохладение труб в зимних условиях. Гидравлические затворы устанавливают в теплой части здания. Кроме того, для нормальной работы водосточных воронок в период таяния снега гидравлический затвор соединяют стальной трубой диаметром 15 мм с системой канализации.

Подпольную водосточную сеть в производственных зданиях можно собирать из керамических, железобетонных, бетонных или асбестоцементных труб в соответствии с указаниями проекта. В жилых и общественных зданиях ее устраивают из чугунных труб.

Подвесную водосточную сеть следует выполнять из чугунных канализационных труб. Расстыки труб нужно заделывать асбестоцементом. Диаметры водосточных воронок и стояков должны быть не менее 100 мм.

Стальные трубы, соединяемые на сварке, применяют для устройства подвесных линий, проложенных над оборудованием; в местах, где трубы могут быть случайно повреждены, и для стояков высотой 30 м и более.

Отводные трубы диаметром 100 мм прокладывают с наименьшим уклоном 0,008, а подвесные — 0,005. Подвесные трубы прокладывают по конструкциям перекрытия, балкам, фермам и укрепляют к ним с помощью хомутов, подвесок или крючков. Стояки прокладывают строго вертикально по стенам и колоннам.

Для прочистки внутренних водосточных труб ставят ревизии. Ревизии устанавливают на стояках на высоте 1 м от уровня пола, а на прямых линиях на расстоянии 15 м одна от другой.

*Испытания сети.* После окончания монтажа внутренней сети канализации и установки санитарных приборов канализационную сеть проверяют и испытывают. Стыки канализационных труб при испытании не должны давать течи. Испытывая сеть, ее заполняют водой из возможно большего числа санитарных приборов.

Герметичность канализационного трубопровода, прокладываемого в междуэтажных перекрытиях, в бороздах стен и под полами, проверяют поэтажно, заполняя трубопровод водой, когда трубы еще не скрыты в конструкциях. Давление при испытании трубопровода не должно быть больше 0,08 МПа.

При испытании в ревизиях ставят временные заглушки.

Водосточные сети из чугунных и стальных труб испытывают, наполняя их водой до уровня самых высоких водосточных воронок, расположенных на водосточной сети. При этом не допускается утечки воды.

Гидравлические испытания систем внутренних водостоков выполняют путем заполнения их холодной водой на всю высоту стояков. Система водостоков считается выдержавшей испытание, если по истечении 20 мин после ее наполнения при наружном осмотре трубопроводов не обнаружено течи или других дефектов, а уровень воды в стояках не понизился.

Все отводные трубы необходимо прокладывать с требуемым уклоном, без переломов, устанавливая крепления в соответствующих местах. Правильность прокладки труб проверяют по рейке и уровню.

Стояки должны быть проложены вертикально и укреплены. Правильность их прокладки проверяют по отвесу.

Все санитарные приборы необходимо устанавливать в местах, указанных в проекте; монтажные размеры должны соответствовать техническим условиям. Качество санитарных приборов до установки их на место проверяют по внешнему виду. Приборы не должны иметь искривлений, прогибов, выпуклостей, трещин и отколов. Поверхности их должны быть ровными, гладкими и чистыми.

## Устройство системы вентиляции и кондиционирования

### *Подготовительные работы*

Требования к строительной готовности зданий и сооружений изложены в [СНиП 3.05.01-85](#). Причем строительная готовность должна не просто обеспечивать возможность выполнения монтажных работ, а позволять вести их промышленными методами из узлов трубопроводов, воздухопроводов, оборудования, поставляемых комплектно, укрупненными блоками.

*Монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха может производиться при строительной готовности объекта (захватки) в объеме:*

- для промышленных зданий — все здание при объеме до 5000 м<sup>3</sup> и часть здания при объеме свыше 5000 м<sup>3</sup>, включающая по признаку расположения отдельное производственное помещение, цех, пролет и т. д. или комплекс устройств (система вентиляции, венткамера и т. п.);
- для жилых и общественных зданий до пяти этажей — отдельное здание, одна или несколько секций, свыше пяти этажей — 5 этажей одной или нескольких секций; в по-



следнем случае монтаж допускается, если выше пятого этажа установлено не менее двух перекрытий.

*При подготовке объекта под монтаж генподрядчиком должны быть выполнены следующие работы:*

- монтаж междуэтажных перекрытий, стен и перегородок, на которых будет устанавливаться оборудование и производиться прокладка воздуховодов;
- возведение строительных конструкций вентиляционных камер приточных и вытяжных систем;
- устройство фундаментов или площадок для установки вентиляторов, калориферов, кондиционеров и другого оборудования;
- устройство гидроизоляции в местах установки кондиционеров, приточных вентиляционных камер и мокрых фильтров;
- устройство полов (или соответствующей подготовки) в местах установки вентиляторов, монтируемых на пружинных виброизоляторах а также «плавающих» оснований для установки вентиляционного оборудования;
- устройство опор для установки крышных вентиляторов, выхлопных шахт и дефлекторов на покрытиях зданий;
- подготовка отверстий в стенах, перегородках, перекрытиях и покрытиях, необходимых для прокладки воздуховодов;
- нанесение на внутренних и наружных стенах всех помещений вспомогательных отметок, равных проектным отметкам чистого пола плюс 500 мм;
- оштукатуривание или облицовка поверхности стен и ниш в местах установки вентиляционного оборудования и прокладки воздуховодов;
- подготовка монтажных проемов в стенах и перекрытиях для подачи крупногабаритного оборудования и воздуховодов;
- установка в соответствии с рабочей документацией закладных деталей в строительных конструкциях для крепления оборудования и воздуховодов;
- обеспечение искусственного освещения, возможности включения переносных ламп, электроинструментов и электросварочного оборудования на расстоянии не более 50 м один от другого;
- остекление оконных проемов в наружных ограждениях, утепление входов и отверстий.

Перечисленные работы не полностью отражают все обстоятельства, связанные с подготовкой к сдаче объекта под монтаж.

Во-первых, при сдаче объекта под монтаж должны быть выполнены требования, обычно указываемые в проектах производства работ, по обеспечению:

- мест складирования материалов, изделий и оборудования вентиляционных систем в зоне действия грузоподъемных механизмов;

- проездов к зданиям и местам подъема (монтажа) оборудования, изделий и материалов;
- площадок для установки механизмов субподрядчика (автокранов, автовышек и т. п.), используемых им при производстве монтажных работ;
- выносных площадок на этажах зданий для приема поднимаемых материалов, заготовок и оборудования;
- лесов или подмостей для монтажа санитарно-технических систем на отметке выше 4 м;
- бытовых и служебных помещений.

Во-вторых, при сдаче объекта под монтаж должны быть не только оставлены предусмотренные проектом отверстия для прохода воздухопроводов, но и пробиты все необходимые отверстия для прохода коммуникаций, даже если отверстия не предусмотрены в строительных рабочих чертежах. Для прокладки воздухопроводов размеры отверстий должны на 150 мм превышать диаметр круглого и линейный размер каждой из сторон поперечного сечения прямоугольного воздухопровода.

Качество пробивки отверстий и состояние строительных конструкций следует проверять с помощью шнура, уровня и отвеса. Отклонения линейных размеров, в мм, не должны превышать по:

*высоте этажа — 10-15*

*расстоянию от чистого пола до низа подоконной доски — 10-15*

*расстоянию между осями смежных оконных проемов — 10-20*

*вертикальности стен и перегородок на 1 м высоты — 3*

*осям отверстий — 10*

При приемке фундаментов под оборудование следует проверять их размеры в плане, привязку к другим строительным конструкциям, отметку верха фундаментов и точность устройств для крепления оборудования допускаемые отклонения, в мм, составляют по:

*осям фундамента — 20*

*размерам в плане — 30*

*отметкам верха фундамента — (- 30)*

*осям отверстий для анкерных болтов — 10*

*осям фундаментных болтов — 5*

В сооружениях из монолитного железобетона особое внимание должно быть обращено на наличие, качество выполнения и точность установки закладных деталей и пробок, а также на соответствие монтажных проемов проектным размерам.

Готовность зданий, сооружений или их частей под монтаж оформляется актом, который подписывается генподрядчиком, заказчиком и представителем монтажной организации. На устройство фундаментов составляются отдельные акты. Все акты оформляются в трех экзем-

плярах (один — заказчику, второй — генподрядчику, третий — субподрядчику). В последующем акты приемки под монтаж предъявляются рабочей комиссии при сдаче объекта в эксплуатацию.

Леса и подмости принимаются по отдельному акту при условии, что предварительно они были освидетельствованы и приняты для производства работ рабочей комиссией генподрядчика.

## Классификация систем вентиляции

Классификация типов вентиляционных систем производится на основе следующих основных признаков:

- По способу перемещения воздуха: естественная или искусственная система вентиляции
- По назначению: приточная или вытяжная система вентиляции
- По зоне обслуживания: местная или общеобменная система вентиляции
- По конструкции: наборная или моноблочная система вентиляции

### *Естественная и искусственная система вентиляции*

Естественная вентиляция создается без применения электрооборудования (вентиляторов, электродвигателей) и происходит вследствие естественных факторов — разности температур воздуха, изменения давления в зависимости от высоты, ветрового давления. Достоинствами естественных системы вентиляции являются дешевизна, простота монтажа и надежность, вызванная отсутствием электрооборудования и движущихся частей. Благодаря этому, такие системы широко применяется при строительстве типового жилья и представляют собой вентиляционные короба, расположенные на кухне и санузлах.

Обратной стороной дешевизны естественных систем вентиляции является сильная зависимость их эффективности от внешних факторов — температуры воздуха, направления и скорости ветра и т.д. Кроме этого, такие системы в принципе нерегулируемы и с их помощью не удается решить многие задачи в области вентиляции.

Искусственная или механическая вентиляция применяется там, где недостаточно естественной. В механических системах используются оборудования и приборы (вентиляторы, фильтры, воздухонагреватели и т.д.), позволяющие перемещать, очищать и нагревать воздух. Такие системы могут удалять или подавать воздух в вентилируемые помещения не зависимо от условий окружающей среды. На практике, в квартирах и офисах необходимо использовать именно искусственную систему вентиляции, поскольку только она может гарантировать создание комфортных условий.

### *Приточная и вытяжная система вентиляции*

Приточная система вентиляции служит для подачи свежего воздуха в помещения. При необходимости, подаваемый воздух нагревается и очищается от пыли.

Вытяжная вентиляция, напротив, удаляет из помещения загрязненный или нагретый воздух. Обычно в помещении устанавливается как приточная, так и вытяжная вентиляция. При этом их производительность должна быть сбалансирована, иначе в помещении будет образовываться недостаточное или избыточное давление, что приведет к неприятному эффекту «хлопающих дверей».

### *Местная и общеобменная система вентиляции*

Местная вентиляция предназначена для подачи свежего воздуха на определенные места (местная приточная вентиляция) или для удаления загрязненного воздуха от мест образования вредных выделений (местная вытяжная вентиляция). Местную вытяжную вентиляцию применяют, когда места выделения вредностей локализованы и можно не допустить их распространения по всему помещению. В этих случаях местная вентиляция достаточно эффективна и сравнительно недорога. Местная вентиляция используется, преимущественно, на производстве. В бытовых же условиях применяется общеобменная вентиляция. Исключением являются кухонные вытяжки, которые представляют собой местную вытяжную вентиляцию.

Общеобменная вентиляция, в отличие от местной, предназначена для осуществления вентиляции во всем помещении. Общеобменная вентиляция так же может быть приточной и вытяжной. Приточную общеобменную вентиляцию, как правило, необходимо выполнять с подогревом и фильтрацией приточного воздуха. Поэтому такая вентиляция должна быть механической (искусственной). Общеобменная вытяжная вентиляция может быть приточной и выполняться в виде вентилятора, установленного в окне или отверстие в стене, поскольку удаляемый воздух не требуется обрабатывать. При небольших объемах вентилируемого воздуха устанавливают естественную вытяжную вентиляцию, которая заметно дешевле механической.

### *Наборная и моноблочная система вентиляции*

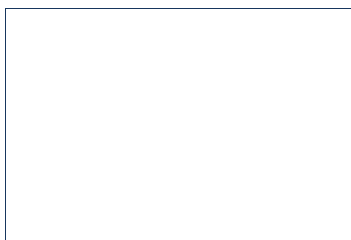
Наборная система вентиляции собирается из отдельных компонентов — вентилятора, глушителя, фильтра, системы автоматики и т.д. Такая система обычно размещается в отдельном помещении — венткамере или за подвесным потолком (при небольшой производительности). Достоинством наборных систем является возможность вентиляции любых помещений — от небольших квартир и офисов до торговых залов супермаркетов и целых зданий. Недостатком — необходимость профессионального расчета и проектирования, а также большие габариты. В разделе состав систем вентиляции рассказывается о том, из каких компонентов собирается типовая наборная система.

В моноблочной системе вентиляции все компоненты размещаются в едином шумоизолированном корпусе. Моноблочные системы бывают приточные и приточно-вытяжные. При-

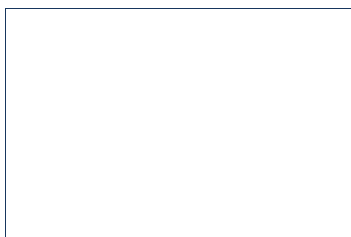
точно-вытяжные моноблочные установки могут иметь встроенный рекуператор для экономии электроэнергии. Моноблочные системы вентиляции имеют ряд преимуществ перед наборными системами:

- Поскольку все компоненты расположены в шумоизолированном корпусе, уровень шума моноблочных приточных установок заметно ниже, чем в наборных системах. Благодаря этому моноблочные системы небольшой производительности можно размещать в жилых помещениях, в то время, как наборные системы, как правило, требуется устанавливать в подсобных помещениях или в специально обустроенных вентиляционных камерах.
- Функциональная законченность и сбалансированность. Все элементы приточной установки подбираются, тестируются и отлаживаются для совместной работы на этапе производства, поэтому моноблочные системы обладают максимально возможной эффективностью.
- Небольшие габариты. Например, моноблочная приточная вентиляционная система производительностью до 500 м<sup>3</sup> в час выполняется в прямоугольном корпусе высотой всего 22 см.
- Простой и недорогой монтаж. Установка моноблочной приточной системы занимает несколько часов и требует минимального количества расходных материалов.

Рукавно-кассетный фильтр масляного тумана предназначен для очистки воздуха от мелко-среднедисперсных частиц различных видов пыли, паров смазочно-охлаждающей жидкости СОЖ, частиц масляного тумана / аэрозоля, эмульсионного тумана и т.п. маслосодержащих выделений, выделяющихся во время металлообработки и прочих процессов, сопровождаемых выделением взвешенных вредных частиц размером до 0,1 микрона.



Рукавно-кассетный фильтр масляного тумана  
FLV, 8,0 Мб



Монтаж элементов систем вентиляции  
FLV, 38,8 Мб



## Классификация систем кондиционирования воздуха

Весь комплекс ее технических устройств СКВ можно представить в виде двух взаимосвязанных контуров. Главный контур I, в котором обрабатывается и перемещается кондиционируемый воздух, состоит из трех основных элементов установки кондиционирования (тепловлажностной обработки воздуха; системы воздухопроводов и устройств для забора, распределения, удаления и рециркуляции воздуха; помещения, как объекта регулирования. Дополнительный контур II (система тепло- и холодоснабжения) в свою очередь состоит также из трех основных элементов той же установки тепловлажностной обработки; распределительной системы тепло- и холодоснабжения; источников тепла и холода (теплообменники, холодильная установка).

Установка тепловлажностной обработки воздуха является одновременно элементом и главного и дополнительного контуров.

Рассмотрим классификацию СКВ прежде всего по признакам особенностей и взаимосвязи основных элементов главного и дополнительного контуров.

По расположению основных элементов в главном контуре СКВ подразделяются на центральные и местные.

В центральных системах воздух обрабатывается в центральном кондиционере и распределяется по отдельным помещениям здания. Местные кондиционеры включают все три основных элемента и располагаются в отдельных помещениях, которые они обслуживают. По расположению основных элементов в дополнительном контуре СКВ разделяют на автономные и неавтономные. В автономных СКВ каждый кондиционер имеет свою систему тепло- и холодоснабжения. Неавтономные СКВ имеют централизованные генераторы тепла и холода, от которых тепло- и холодоноситель разветвленной сетью подводится к отдельным кондиционерам.

Центральные СКВ, получившие в нашей стране наибольшее распространение, имеют неавтономные кондиционеры, снабжаемые теплом и холодом. Местные СКВ имеют обычно автономные кондиционеры, которые снабжаются извне только электроэнергией. Центральные однозональные СКВ обслуживают одно крупное помещение (например, зрительный зал, цех и т. п.) или несколько небольших, но характеризуемых близкими тепло-влажностными условиями.

В крупных промышленных и общественных зданиях применяются центрально-местные СКВ. Первичная обработка наружного воздуха в этих системах централизована, а окончательная его доводка для получения требуемых параметров приточного воздуха осуществляется в местных неавтономных кондиционерах- доводчиках, расположенных в отдельных зонах или помещениях здания. В отличие от однозональных центральных такие СКВ называют

также центральными многозональными СКВ. Весьма существенным для классификации СКВ является построение и режим работы системы воздуховодов основного контура.

По использованию наружного воздуха СКВ делятся на прямоточные, где используется для кондиционирования только наружный воздух, и на рециркуляционные (приточно-рециркуляционные — с частичной одной или двумя рециркуляциями внутреннего воздуха и с полной рециркуляцией, где для специальных помещений и режимов используется для кондиционирования только воздух помещения). По давлению, развиваемому вентиляторами, СКВ условно подразделяются на системы низкого (до 1 кПа), среднего А—3 кПа) и высокого давления (свыше 3 кПа).

По числу воздуховодов для подачи кондиционированного воздуха к помещениям СКВ делятся на одноканальные и двухканальные.

По скорости воздуха в приточных воздуховодах: на низкоскоростные (до 8 м/с) и высокоскоростные (более 8 м/с) СКВ.

Рассмотрим существенные признаки по основным элементам дополнительного контура для классификации СКВ.

Для центрально-местных СКВ наиболее существенным показателем является число труб подводимых к доводчикам от источников теплохолодоснабжения. В зависимости от их числа системы тепло- и холодоснабжения подразделяются на двух-, трех- и четырехтрубные.

По способу холодоснабжения воздухоохладителя кондиционера от источника холода СКВ подразделяются на системы с непосредственным испарением хладагента и с промежуточным холодоносителем.

Независимо от схемы и устройства отдельных элементов СКВ подразделяют также по их основному назначению, связанному с созданием в помещениях необходимых климатических условий, на комфортные, технологические и комфортно-технологические

Для поддержания в помещениях жилых, общественных и промышленных зданий необходимых санитарно-гигиенических условий для находящихся в них людей применяют системы комфортного кондиционирования воздуха.

Если назначение системы состоит только в обеспечении требуемых условий протекания производственных процессов, то она называется системой технологического кондиционирования. Системы технологического кондиционирования, в свою очередь, дополнительно подразделяют по видам технологических процессов, которые они обслуживают (например, СКВ для регулирования скорости химической реакции, скорости кристаллизации, создания условий хранения продукции и т. д.). Особо следует выделить системы прецизионного кондиционирования воздуха для помещений точной доводки оптики, инструментов и т. д.

При комфортно-технологическом кондиционировании параметры воздушной среды, оптимальные для технологического процесса, совпадают или незначительно отличаются от комфортных для человека. При несовпадении этих требований применяют комбинированные СКВ — локальные технологические для зоны протекания технологического процесса и комфортные для обслуживаемой, рабочей зоны помещения.

По сезонности обеспечения условий в помещении СКВ могут быть круглогодичными и сезонными (для работы только летом или зимой) СКВ подразделяются также по обеспеченности расчетных внутренних условий. СКВ, обеспечивающие строгое поддержание заданных оптимальных условий в течение всего года, обычно относят к системам полной обеспеченности.

Принципиальная схема устройства системы кондиционирования воздуха аналогична системе приточной механической вентиляции.

В соответствии с назначением СКВ должна подавать в помещение предварительно подготовленный приточный воздух, на который возлагается функция регулирующего воздействия на тепловлажностное состояние помещения. Это состояние подвергается изменяющимся возмущающим воздействиям. Изменяется также температура и влажность наружного воздуха, поэтому воздуху, прежде чем подать его в помещение, необходимо придать определенное состояние (заданные кондиции). Его необходимо очистить, охладить и осушить летом, нагреть и увлажнить зимой. Тепловлажностная обработка воздуха является основным процессом.

Наружный воздух забирают через воздухозаборные устройства. В кондиционере он очищается в фильтрах, смешивается, если это целесообразно, с рециркуляционным воздухом, проходит регулирующую тепловлажностную обработку в специальных устройствах. По пути он может проходить дополнительную обработку в доводчиках. Воздух поступает в помещение через воздухораспределительные устройства, обеспечивающие его требуемую подвижность в обслуживаемой или рабочей зоне помещения. Приточный кондиционированный воздух выполняет в помещении свои регулирующие функции и замещает отработанный воздух. Воздух через вытяжные устройства может удаляться из помещения вытяжным вентилятором наружу, а частично направляться на рециркуляцию в кондиционер. Возмущающие воздействия изменяются в течение года, сезона, суток, поэтому на всех этапах изменяются условия обработки воздуха и соответственно меняется режим работы, регулирования и управления СКВ.

Основными элементами схемы СКВ являются воздухозаборное устройство, установка кондиционирования воздуха, система подачи и распределения воздуха в помещении и система удаления и рециркуляции воздуха. Обслуживающие и дополнительные системы и устройства — это системы теплоснабжения, холодоснабжения, водоснабжения (водоподготовки и дренажа), электроснабжения. Отличительной особенностью СКВ является то, что она имеет



автоматизированную систему, обеспечивающую режим ее работы и регулирование. В современных условиях СКВ, как правило, включает систему утилизации тепла, холода, использования нетрадиционных источников энергии. Вся эта сложная совокупность устройств для поддержания режима работы с заданной обеспеченностью при минимальном расходе энергии должна иметь систему автоматизированного управления.

## Устройство системы отопления

Теплоснабжение зданий различного назначения осуществляется по тепловым сетям от единого теплоэнергетического центра: квартальной или районной котельной или теплоэлектроцентрали (ТЭЦ).

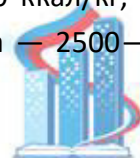
Теплоносителями в системах теплоснабжения могут быть горячая вода и пар. Для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения в качестве теплоносителя применяется высокотемпературная вода.

Системы отопления должны возмещать расход тепла:

- через ограждающие конструкции (стены, окна, двери, перекрытия верхних этажей, полы нижних этажей) зданий и сооружений;
- на нагревание воздуха, поступающего через открываемые ворота, двери и другие проемы и неплотности в ограждающих конструкциях;
- на нагревание поступающих извне материалов, оборудования и транспорта и на нагревание поступающего воздуха, температура которого ниже расчетной температуры воздуха помещения.

Потеря тепла зданием зависит от ряда причин. Чем больше разница между температурами наружного воздуха и воздуха помещения и чем больше площадь ограждающих конструкций, тем больше тепла теряет здание. Потеря тепла зданием зависит также от материала, из которого выполнена ограждающая конструкция, и ее размеров. Например, через тонкие стены тепла теряется больше, чем через толстые. Деревянные и кирпичные стены одинаковой толщины различно проводят тепло: здание с деревянными стенами охлаждается медленнее, чем с кирпичными. Это объясняется тем, что одни материалы (кирпич, металлы) лучше пропускают тепло, а другие (дерево) — хуже.

При сжигании 1 кг топлива получается разное количество тепла. Количество тепла, выделяющееся при полном сгорании 1 кг твердого топлива или 1 м<sup>3</sup> газа, называется теплотворной способностью топлива и выражается соответственно в ккал/кг или ккал/м<sup>3</sup>. Например, теплотворная способность каменного угля равна 5600—7000 ккал/кг, бурого угля—2200—3200 ккал/кг, дров —2700—3200 ккал/кг, искусственного газа — 2500—4000 ккал/м<sup>3</sup>, природного газа —8400 ккал/м<sup>3</sup>.



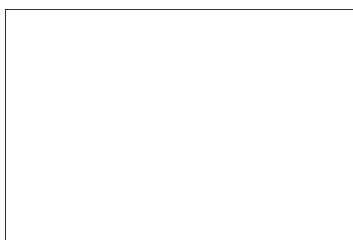
Системы отопления зданий и сооружений должны обеспечивать: равномерный прогрев воздуха помещений, возможность их регулирования, увязку с системами вентиляции; удобство эксплуатации и ремонта.

В системах отопления в качестве теплоносителя используют воду температурой не более 150° С, водяной пар температурой не более 130° С или воздух, нагретый до 60° С; соответствующие системы называют водяными, паровыми или воздушными.

Нагревательные приборы и трубопроводы систем отопления размещают таким образом, чтобы бесполезные потери тепла через наружные ограждающие конструкции, а также и потери трубопроводами, проходящими в неотапливаемых помещениях, не превышали 10% расходов тепла на отопление.

Трубопроводы систем отопления, проходящие внутри зданий, делают открытыми, за исключением трубопроводов систем водяного отопления со встроенными в конструкции зданий нагревательными элементами и стояками.

В централизованных системах тепло вырабатывается в едином центре и по трубопроводам транспортируется к потребителям. Таким центром могут быть местные, квартальные, районные котельные или теплоэлектроцентрали (ТЭЦ).



Монтаж системы отопления  
FLV, 10,7 Мб

По способу циркуляции воды системы центрального водяного отопления делятся на системы с естественной и насосной циркуляцией воды. В зависимости от конструкции стояков и схемы присоединения к ним нагревательных приборов системы отопления могут быть однотрубные и двухтрубные. По месторасположению разводящих магистралей системы отопления подразделяют на системы с верхней и нижней разводками, с вертикальной и горизонтальной разводками внутри здания.

По направлению движения теплоносителя в магистральных трубопроводах водяные системы отопления могут быть тупиковыми и с попутным движением воды. Однотрубные системы водяного отопления, как правило, устраивают с тупиковой разводкой трубопроводов. Системы отопления с попутным движением теплоносителя имеют большую протяженность трубопроводов, чем системы с тупиковой разводкой.



В двухтрубных системах с верхней разводкой каждый нагревательный прибор обслуживается подающим и обратным трубопроводами. Если не учитывать охлаждение воды в трубах, то можно считать, что во все нагревательные приборы вода поступает с одинаковой температурой.

В двухтрубных системах отопления с нижней разводкой подающую и обратную магистрали прокладывают в подвальной части здания или в специальных каналах, сделанных в полу первого этажа. В этих системах теплоноситель поступает в нагревательные приборы не сверху вниз, как в системах с верхней разводкой подающей магистрали, а снизу вверх. В остальном система работает по тому же принципу, что и при верхней разводке подающей магистрали.

Воздух из системы с нижней разводкой подающей магистрали удаляется посредством воздушной линии, присоединяемой к стоякам и отводящей воздух к воздухооборудованию или через воздушные краны.

Для регулирования теплоотдачи приборов в двухтрубных системах на подводках к нагревательным приборам устанавливают краны двойной регулировки, а на подающих и обратных стояках в местах присоединения их к магистральным линиям устанавливают пробковые сальниковые краны для отключения стояков на случай ремонта. Расширительный сосуд, так же как и в системе с верхней разводкой, присоединяют к обратной магистрали перед насосом.

Двухтрубные системы отопления с нижней разводкой в сравнении с системами с верхней разводкой имеют следующие преимущества: сокращается количество трубопроводов, проходящих в неотапливаемых помещениях, а следовательно, уменьшаются непроизводительные потери тепла; монтаж системы и пуск тепла можно производить поэтажно по мере возведения здания; в процессе обслуживания системы отключение отдельных стояков на случай аварии более удобно, так как краны на подающем и обратном стояках расположены в одном месте.

В однотрубных системах в отличие от двухтрубных горячая вода, поступающая к нагревательным приборам, и охлажденная в приборах вода перемещается по одному и тому же стояку. Таким образом, циркулирующая вода последовательно проходит через все нагревательные приборы, начиная с верхних. Проходя через нагревательные приборы всех этажей, вода постепенно остывает и в каждый нижерасположенный прибор приходит менее горячей.

Однотрубные вертикальные проточные системы отопления со смещенными замыкающими участками и трехходовыми кранами для регулирования теплоотдачи нагревательных приборов в настоящее время широко распространены. Принцип действия этой системы заключается в следующем. Горячая вода из котла по главному стояку и подающей магистрали поступает в стояки. В местах присоединения нагревательных приборов к стояку поток воды

распределяется: часть воды проходит транзитом по стояку через перемычку, а часть затекает в нагревательный прибор.

Вода, охладившись в нагревательном приборе верхнего этажа, выходит из него и смешивается с более горячей водой, проходящей через перемычку. Смешанная вода поступает по стояку к нагревательному прибору нижележащего этажа, где поток воды вновь распределяется, т. е. часть воды поступает в прибор, а часть проходит через перемычку. Такое движение воды повторяется на каждом этаже по ходу движения теплоносителя.

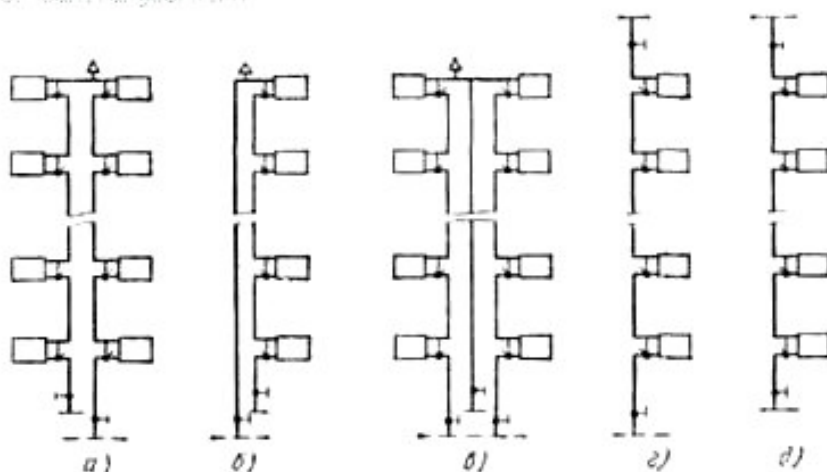
Таким образом, и при этой схеме отопления в каждый нижерасположенный прибор по ходу теплоносителя вода поступает с более низкой температурой.

Теплоотдачу нагревательных приборов в таких системах регулируют поворотом пробки трехходового крана в пределах  $90^\circ$ . Таким образом, может быть отключена перемычка (вся вода проходит через прибор) или прибор (вся вода проходит через перемычку). При промежуточном положении пробки крана часть воды пойдет через прибор, а часть — через перемычку.

Если на подводках к приборам устанавливают краны двойной регулировки, то диаметр замыкающего участка должен быть на один размер меньше диаметра стояка.

Смещение замыкающего участка от оси стояка обеспечивает лучшее в сравнении с осевым замыкающим участком поступление воды из стояка в нагревательные приборы и компенсирование линейных удлинений стояка отводами на подводках к приборам, что важно для устройства систем отопления в зданиях повышенной этажности.

© SamTaryMorik.ru



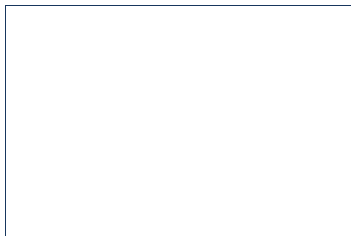
**Рис. 5.** Схемы стояков однотрубных систем отопления с трехходовыми кранами: а — П-образная, б — П-образная с транзитным стояком, в — Т-образная, г — с верхним подающим трубопроводом, д — опрокинутая

На рисунке 5 приведены схемы стояков однотрубных систем отопления с трехходовыми кранами. П-образную схему (рис 5, а) применяют в зданиях высотой не более 9 этажей. В зданиях высотой более 9 этажей используют П-образную схему с одним нагруженным и од-

ним транзитным стояками (рис 5, б) или Т-образную схему (рис 5,в). Транзитные участки стояков в системах следует оборудовать компенсирующими устройствами. В многоэтажных зданиях (более 12 этажей) применяют систему отопления с верхним подающим трубопроводом (рис 5, г) или с прокладкой обратного трубопровода в техническом этаже здания — опрокинутая схема (рис 5, д). В указанных выше схемах вместо трехходовых кранов могут быть установлены краны двойной регулировки.

В системах отопления с верхней разводкой горячей воды и с опрокинутой циркуляцией воздух из системы удаляют с помощью воздухоборников, устанавливаемых в верхней части системы; в системах отопления с нижней разводкой воздух удаляют посредством воздуховыпускных кранов.

Однотрубные системы отопления в сравнении с двухтрубными имеют следующие преимущества: меньшую металлоемкость системы; более простые узлы трубных обвязок, что упрощает их заготовку и монтаж систем, лучшую тепловую и гидравлическую устойчивость.



Технология монтажа подпольного водяного отопления  
FLV, 12,6 МБ

## Устройство внутренних сетей газоснабжения

Преимущества газа в сравнении с другими видами топлива: полное сгорание без дыма, зола и копоти; возможность транспортирования по трубам на большие расстояния; низкая стоимость; несложный уход за газовыми приборами. Газ бывает искусственный и природный (естественный).

Искусственный газ получается при переработке на заводах каменного угля, торфа, кокса, горючих сланцев и нефти, в зависимости от вида и способов переработки сырья получают газ: генераторный, коксовый, сланцевый и нефтегазы. Выработанный на заводах газ очищают от вредных примесей (нафталина, сероводорода) и удаляют из него влагу. Неудаленная влага конденсируется в воду и в зимнее время замерзает, образуя в газопроводах ледяные пробки. Очищенный и осушенный газ поступает в городские хранилища газа — газгольдеры.

Жидкий (сжиженный) газ-продукт переработки газа, в жидком состоянии он находится при повышенном давлении в закрытых сосудах; при обычных условиях газ переходит в газооб-

разное состояние. Теплотворная способность сжиженных газов 22000-28000 ккал/нм<sup>3</sup> при номинальном давлении 300 мм вод. ст.

По теплотворной способности газ делится на низкокалорийный — до 2500 ккал/нм<sup>3</sup>, среднекалорийный — от 2500 до 5000 ккал/нм<sup>3</sup> и высококалорийный — выше 5000 ккал/нм<sup>3</sup>. Отрицательные свойства газа — ядовитость и взрывоопасность. Природный газ, например саратовский, не имеет запаха, но он взрывоопасен. Для того чтобы потребитель мог обнаружить утечку газа, его насыщают пахучими веществами, называемыми «одорантами».

Для систем газоснабжения городов и других населенных пунктов установлены следующие категории давления газа в газопроводах в МПа: низкое — не более 0,005; среднее — более 0,005 до 0,3; высокое — более 0,3 до 0,6; очень высокое — от 0,6 до 1,2.

В зависимости от максимального рабочего давления газа внутренние газопроводы подразделяются на газопроводы низкого, среднего и высокого давления.

Газопроводы низкого и среднего давления прокладывают внутри зданий из водопроводных труб ([ГОСТ 3262—75](#)), газопроводы высокого давления до 0,6 МПа из электросварных труб ([ГОСТ 10704—91](#)); газопроводы высокого давления до 1,2 МПа — из электросварных прямошовных труб ([ГОСТ 10704—91](#) и [ГОСТ 10706—76](#)) и бесшовных горячекатаных труб ([ГОСТ 8731—74](#) и [ГОСТ 8733—74](#)). Для защиты от коррозии внутренние газопроводы после их испытания на прочность и плотность окрашивают снаружи масляной краской за два раза.

Внутренние газопроводы, как правило, должны прокладываться открыто с уклоном 0,003 в сторону пинии.

Для отключения газопроводов и оборудования устанавливают отключающие устройства в следующих местах: на каждом стояке, если от одного ввода предусматривается устройство двух и более стояков, каждый из которых обслуживает более двух этажей; перед счетчиками; перед каждым газовым прибором, печью или другим агрегатом, переводимым на газовое топливо; на ответвлениях к отопительным печам или приборам.

Вводы газопроводов в жилые и общественные здания устраивают в нежилых, доступных для осмотра газопроводов, помещениях (лестничных клетках, кухнях, коридорах). При прокладке газопровода с другими коммуникациями его необходимо располагать ниже других трубопроводов или на одном уровне с ними, причем взаимное расположение должно быть таким, чтобы их удобно было осматривать и ремонтировать.

Прокладка стояков и внутренней сети газопровода в жилых комнатах не допускается.

Газовые стояки монтируют из стальных неоцинкованных водопроводных труб на резьбе или на сварке. При проходе через перекрытия стояки прокладывают в гильзах из обрезков труб большего диаметра, которые устанавливают нижним концом в уровень с потолком,

Выше пола гильзы должны выступать на 50 мм, чтобы при мытье полов в гильзу не затекала вода, а из плоскости потолка выходить на 5 мм. Пространство между гильзой и трубой частично заделывают смоляной прядью, а незаделанное пространство шириной 10 мм заливают битумом. В футляре не должно быть резьбовых или сварных соединений.

В зависимости от расположения квартир газовые стояки обслуживают одну или несколько квартир в каждом этаже. На каждом ответвлении в квартиру устанавливают пробковый кран, а за краном — сгон.

Газопроводы в зданиях рекомендуется прокладывать открыто. Скрытая прокладка газопроводов допускается в бороздах стен, закрытых легкоъемными щитами. Каналы должны иметь вентиляцию. Газопроводы не должны пересекать оконные и дверные проемы. В местах прохода людей газопроводы следует располагать на высоте не менее 2 м от пола. Не допускается прокладка газопроводов через вентиляционные каналы, шахты и дымоходы. Опоры необходимо устанавливать на поворотах, ответвлениях и у арматуры.

Взаимное расположение газопроводов и электропроводов или кабелей внутри помещений должно удовлетворять следующим условиям: при параллельной прокладке расстояние от открыто расположенного электропровода или кабеля до стенки газопровода должно быть не менее 250 мм; при скрытой прокладке электропровода или прокладке его в трубе это расстояние может быть уменьшено до 50 мм, считая от края заделанной борозды или от стенки трубы; в местах пересечения газопровода с электропроводом или кабелем расстояние между ними должно быть не менее 100 мм.

Для жилых и общественных зданий допускается пересечение газопровода с ответвлением электропроводов без зазора при условии заключения электропровода в резиновую или эбонитовую трубу, выступающую на 100 мм с каждой стороны газопровода. Внутри помещений расстояние между газопроводом и токоведущими частями открытых (голых) токопроводов напряжением до 1000 В должно быть не менее 1000 мм.

Расстояние газопровода от стенки распределительного или коммутационного электрощита или шкафа должно быть не менее 300 мм.

При пересечении газопровода с водопроводом, канализацией и другими трубопроводами расстояние между трубами в свету предусматривается не менее 20 мм.

Газопроводы, по которым транспортируется осушенный газ, можно прокладывать внутри здания без уклона.

При необходимости на распределительных газопроводах, прокладываемых в цехах промышленных предприятий, должны предусматриваться конденсатосборники или штуцера для спуска конденсата.

Для выключения отдельных участков сети и газовых приборов на линии газопровода устанавливают бронзовые газовые пробковые краны с конусными пробками. Чугунные краны разрешается ставить на вводе, на ответвлениях в квартиры от стояков, расположенных в лестничных клетках.

В верхней части корпуса пробкового крана имеется вырез для шпильки, ввернутой в верхнюю часть конуса пробки и служащей ограничителем. При таком устройстве поворачивать пробку можно только на 90°. На торце квадратной головки пробки расположена риска. При положении риски, совпадающем с направлением оси трубы, кран открыт; при положении риски, перпендикулярном оси трубы, кран закрыт.

Проект газопровода жилого дома состоит из следующих основных элементов:

- плана участка в масштабе 1:200 или 1 : 500, на котором показаны расположение зданий, границы участка, расположение городской и дворовой газовой сети и вводы в здания;
- плана первого этажа в масштабе 1:100 или 1 :200, на котором указаны место и диаметр ввода в здание, расположение и диаметры внутренней сети и места установки газовых приборов и счетчиков;
- плана верхнего этажа в том же масштабе, что и план первого этажа, на котором показано расположение внутренней сети, приборов и счетчиков;
- схемы газопровода, в том же масштабе, на которых показаны трубопроводы и их диаметры.

Газопроводы монтируют из стальных неоцинкованных труб на сварке и резьбе в местах установки арматуры и при подсоединении к оборудованию. При проходе через перекрытие на стояках устанавливают гильзы из обрезков труб.

Соединения труб и арматуры должны быть расположены так, чтобы их можно было осмотреть, поэтому в междуэтажных перекрытиях, стенах и перегородках располагать соединения не разрешается. Сгоны необходимо устанавливать у основания стояков на каждом этаже или через этаж, а также на каждом ответвлении от магистрали.

Краны и задвижки устанавливают на горизонтальных линиях шпинделями, направленными вертикально, а на вертикальных линиях — под углом 45° к стене или параллельно стене.

Перед монтажом необходимо проверить герметичность кранов и задвижек, разобрать их, протереть и смазать минеральным маслом или тавотом.

Задвижки газопроводов низкого давления испытывают на прочность водой или воздухом давлением 0,1 МПа, а на плотность затвора — заливкой керосином с покрытием затвора с противоположной стороны мелом. Если в течение 10 мин не будет обнаружен пропуск керосина, задвижки пригодны для установки на линиях газопровода.



Краны, устанавливаемые на газопроводах низкого давления, испытывают на прочность водой или воздухом давлением 0,1 МПа и на плотность корпуса, затвора и других элементов воздухом давлением 2000 мм вод. ст. На плотность краны испытывают при насухо притертых уплотнительных поверхностях — в течение 5 мин падение давления не должно превышать 10 мм вод. ст.; при нормально смазанных уплотнительных поверхностях падение давления не допускается. При установке газовых приборов необходимо выполнять следующие основные условия: расстояние между задней стенкой корпуса плиты и несгораемой стеной помещения, у которой устанавливается плита, должно быть не менее 50 мм. В кухнях с деревянными оштукатуренными стенами это расстояние должно составлять 100 мм. В случае обивки стены за плитой кровельным железом по асбесту указанное расстояние может быть сокращено. В кухнях с деревянными неоштукатуренными стенами в местах установки плит стены необходимо изолировать штукатуркой или кровельной сталью по листу асбеста толщиной 3 мм. Изоляция стены при установке газовой плиты должна быть расположена от пола и выступать за габариты плиты на 100 мм с каждой стороны и не менее чем на 800 мм сверху.

Газовые проточные водонагреватели устанавливают на стенах из несгораемых материалов. Для притока воздуха в помещение, где размещаются водонагреватели, в нижней части двери или стене следует предусматривать установку решетки или зазор между дверью и полом. Приточное отверстие должно быть не менее 0,02 м<sup>2</sup>.

Смонтированный газопровод должен отвечать следующим требованиям: стояки проложены вертикально, а горизонтальные участки — с требуемым уклоном; трубопровод прочно укреплен крючками, хомутиками и т. п.; резьбовые соединения выполнены тщательно и не имеют выступающих волокон льна; смонтированная сеть и установленные приборы иметь красивый внешний вид.

При монтаже газопровода выполняют те же правила техники безопасности, что и при других работах по монтажу санитарно-технических систем.

## Глава 2. Устройство наружных сетей водопровода

Выбор источника водоснабжения должен производиться с учетом его санитарной надежности и возможности получения питьевой воды, соответствующей [ГОСТ Р 51232-98](#).

Пригодность источника для хозяйственно-питьевого водоснабжения устанавливается на основе:

- санитарной оценки условий формирования и залегания вод подземного источника водоснабжения;
- санитарной оценки поверхностного источника водоснабжения, а также прилегающей территории выше и ниже водозабора по течению воды;
- оценки качества и количества воды источника водоснабжения;
- санитарной оценки места размещения водозаборных сооружений;
- прогноза санитарного состояния источников.

Дворовую сеть водопровода прокладывают в грунте. Глубина прокладки труб зависит от глубины промерзания почвы в данном районе и должна быть такой же, как и глубина прокладки наружной городской сети. Разводящую сеть прокладывают на 40 см ниже (от верха трубы) глубины промерзания грунта. В южных районах глубина прокладки труб должна быть такой, чтобы вода в жаркие дни не нагревалась.

Среднюю глубину прокладки труб от поверхности земли до верха трубы принимают: для северных районов от 2,6 до 3,5 м; для центральных районов от 2,2 до 2,7, для южных районов от 1 до 1,5 м. Если трубы укладывают неглубоко, необходимо учитывать внешние нагрузки от проезжающего транспорта и принимать меры для предупреждения механического повреждения труб.

Ширину дна траншей принимают: для трубопроводов диаметром 700 мм и более — 1,5; для трубопроводов диаметром менее 700 мм — 300 мм, где  $D$  — диаметр условного прохода трубопровода. Дно траншеи должно быть ровным, чтобы трубы плотно прилегали к нему. Трубы укладывают на естественный грунт, если проектом не предусматривается подготовка или устройство искусственного основания. Если траншеи выбраны на излишнюю глубину, нужно подсыпать песок или щебень до требуемого уровня и хорошо уплотнить.

Трубы укладывают с уклоном не менее 3 мм и на 1 м в сторону колодца и с подъемом к зданию для выпуска воздуха из городской и дворовой сети. Для спуска воды в колодец из дворовой линии. Из городской и дворовой сети воздух выпускают через водоразборные точки домовой сети. Под стыками труб выкапывают приямки для того, чтобы можно было заделывать раструбы.

Каждую чугунную трубу и фасонную часть перед опусканием в траншею необходимо осмотреть и проверить, легко ударяя молотком, а также очистить от грязи и посторонних предметов. Во время перерывов в работе конец трубы надо закрывать деревянной пробкой.

При укладке трубопроводов, присоединяемых к магистральным линиям, раструбы должны быть направлены вперед по ходу укладки; укладку надо начинать с пониженных точек.

При пересечении водопроводных труб с канализационными водопроводные линии необходимо укладывать выше канализационных не менее чем на 0,4 м. Это условие, можно не соблюдать, если в месте пересечения труб водопроводная линия заключена в металлический кожух. При укладке водопроводного и канализационного трубопроводов на одном уровне расстояние между стенками трубопроводов должно быть не менее 1,5 м при диаметре их до 200 мм и не менее 3 м для труб больших диаметров. Трубы должны быть проложены по прямой без переломов и перегибов. Расстояние по горизонтали между вводами водопровода и выпусками канализации должно быть не менее 2 м.

После укладки трубы необходимо подбить под нее мягкий грунт на высоту диаметра для закрепления положения трубы.

После укладки трубопроводы дворовой сети водопровода подвергают гидравлическому испытанию на герметичность. Трубопровод наполняют водой и одновременно из него выпускают воздух. Водопроводные магистрали, раструбы которых заделаны цементом, испытывают через 12—24 ч после заполнения водой, а заделанные свинцом — сразу после заполнения их водой. Рабочее и испытательное гидравлическое давление напорных трубопроводов устанавливается проектом. Системы испытывают с помощью приводных и ручных гидропрессов.

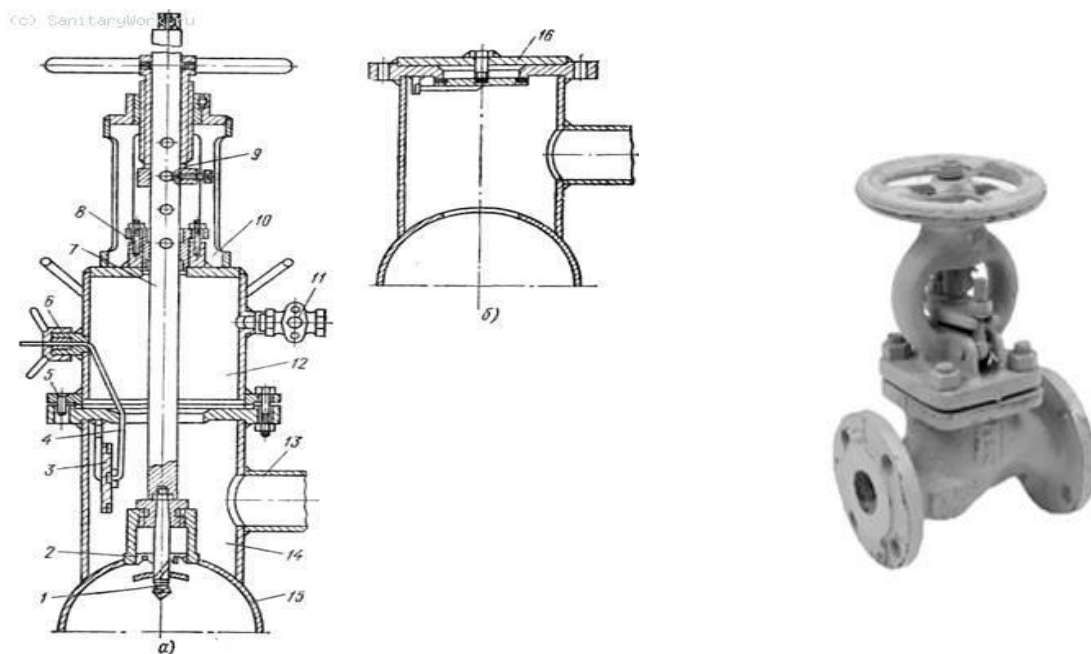
Испытание считается законченным, а результаты — удовлетворительными, если в течение 10 мин давление по манометру упадет не более чем на 0,05 МПа.

Перед засыпкой траншеи трубу с обеих сторон подбивают грунтом, засыпают и утрамбовывают приямки. Траншеи засыпают слоями 0,2—0,3 м и утрамбовывают их. Водомеры устанавливают на расстоянии 1 м от места прохода трубы через наружную стену. Если водопроводный ввод прокладывают через фундамент здания, то между трубой и фундаментом должен быть оставлен промежуток не менее 10 см, заполненный мятый глиной.

В том случае, если к действующей водопроводной сети требуется присоединить дворовую сеть, то приходится выключать городскую сеть для врезки в нее фасонных частей ответвления, тем самым нарушается нормальная эксплуатация сети.

В настоящее время дворовую сеть водопровода врезают в действующую сеть с помощью приспособления без снижения давления и нарушения нормальной работы потребителей.

Приспособление для врезки (рис.6 а) состоит из собственно прибора для врезки и переходного патрубка 14 с клапаном 3.



**Рис. 6.** Приспособление для присоединения ответвления к действующему стальному трубопроводу: а — в момент вырезки отверстия, б — после окончания работы; 1 — сверло, 2 — чашечная фреза, 3 — клапан, 4 — канат клапана, 5 — фиксирующий штифт, 6 — сальник каната, 7 — вал, 8 — сальник вала, 9 — подающее устройство, 10 — корпус, 11 — кран, 12 — камера, 13 — подключаемый трубопровод, 14 — переходный патрубок, 15 — действующий трубопровод, 16 — заглушка с болтом

Переходный патрубок — это отрезок трубы с приваренным к нему фланцем для закрепления прибора на время производства врезки. В патрубке имеется ответвление диаметром до 350 мм для присоединения подключаемого трубопровода 13.

Врезку водопровода производят в такой последовательности. Вначале приваривают переходный патрубок действующему трубопроводу 15 в месте врезки испытывают на прочность приваренный патрубок. Затем на патрубок устанавливают прибор для врезки и закрепляют его болтами к фланцу патрубка. При вращении маховика прибора вал 7 получает поступательное движение, в результате чего сверло 1, закрепленное на валу, просверливает отверстие в трубопроводе, а затем фреза 2 вырезает участок трубы необходимого диаметра. После того как отверстие будет вырезано, сверло с фрезой поднимется в камеру 12 прибора, клапан 3 закроется и давлением в сети плотно прижмется к отверстию в патрубке. Далее прибор для врезки снимают и на патрубок устанавливают заглушку 16 (рис 6, б).

### Глава 3. Устройство наружных сетей канализации

Из внутренней канализационной сети сточные воды поступают в наружную дворовую сеть канализации.

Дворовая сеть канализации служит для отвода сточных вод из здания в уличную (городскую) сеть и состоит из трубопровода, уложенного в земле, и колодцев, расположенных на линии трубопроводов. Дворовую сеть канализации прокладывают на расстоянии не менее 3 м от стен здания, чтобы предохранить фундамент и стены от осадки и трещин при рытье траншей для трубопроводов. Более точно это расстояние может быть определено, если известны глубина заложения труб и фундамента здания.

Смотровые колодцы располагают таким образом, чтобы длина выпуска от стены здания до колодца не превышала 8. Если длина выпуска более 8 и, то предусматривают дополнительный смотровой колодец. Последний колодец перед городской канализационной сетью называется контрольным (на чертеже обозначается КК). Его обычно располагают не далее 1—1,5 м от границы участка (красной линии).

Масштабы вертикальных и горизонтальных расстояний на профиле даны для наглядности разные; вертикальные расстояния в большем масштабе, горизонтальные — в меньшем.

В проект домовой сети канализации включаются следующие документы:

- план участка в масштабе 1:500 или 1 : 1000, на котором показаны здания с устройством канализации, дворовая сеть канализации с колодцами, выпуски из зданий;
- профиль дворовой сети;
- план подвала или первого этажа, на котором указано расположение санитарных приборов и канализационных стояков, отводные линии от приборов и выпуски в канализационные колодцы;
- поэтажные планы с нанесенными на них санитарными приборами и трубопроводами;
- чертежи разрезов зданий по канализационным стоякам с выпусками и отводными линиями. На разрезах показаны санитарные приборы, места присоединения их к отводным линиям, диаметры, длины, уклоны отводных линий и выпусков, смотровые колодцы;
- условные обозначения; на планах и разрезах цифрами указаны номера санитарно-технических приборов, а приборы имеют одинаковую нумерацию;
- пояснительная записка, в которой описана запроектированная система канализации; дана техническая характеристика оборудования, принятые расчетные нормы.



Дворовую сеть канализации прокладывают из керамических труб по спланированному дну траншеи. Для рытья траншеи разбивают трассу сети, т. е. размечают ось на местности, по которой намечено проложить трубопровод. Разбивку трассы начинают с разметки центров смотровых колодцев, которые фиксируют забивкой деревянных колышков. Разбивочные оси и углы поворотов трассы должны быть закреплены и привязаны на местности к существующим постройкам (зданиям, сооружениям, опорам линий электропередач и связи) или к установленным для этой цели столбикам.

Шнур, натянутый между колышками двух соседних колодцев, дает направление оси канализационного трубопровода. Для закрепления разметки трассы трубопровода, а также определения необходимой глубины траншеи и правильной укладки труб с двух сторон котлована, вырытого для колодца, в землю зарывают два столба на глубину 0,6—0,8 м и высотой над землей 0,7—1 м. К столбам прибивают доску, называемую обноской, так, чтобы она проходила горизонтально через центр колодца. Длину обноски принимают не более 3,5 м. К середине обноски пришивают по уровню брусочек, называемый полочкой. Обноску с полочкой устанавливают и над соседним котлованом для колодца.

В верхние ребра доски обносок по оси колодцев забивают по гвоздю и по ним натягивают мягкую проволоку (причалку). Эта причалка служит для точного определения оси трубопровода при укладке его по отвесу, прикрепленному к причалке. Отметки верхнего ребра полочек берут по нивелиру — инструменту, с помощью которого измеряют превышение одной точки на местности над другой.

Для того чтобы можно было проверять правильность ведения земляных работ и укладки труб, к каждой обноске между двумя колодцами по нивелиру устанавливают постоянные визирки, верхние кромки которых должны находиться на линии, параллельной проектной линии дна трубопровода, прокладываемого с соответствующим уклоном.



## Глава 4. Устройство наружных сетей теплоснабжения

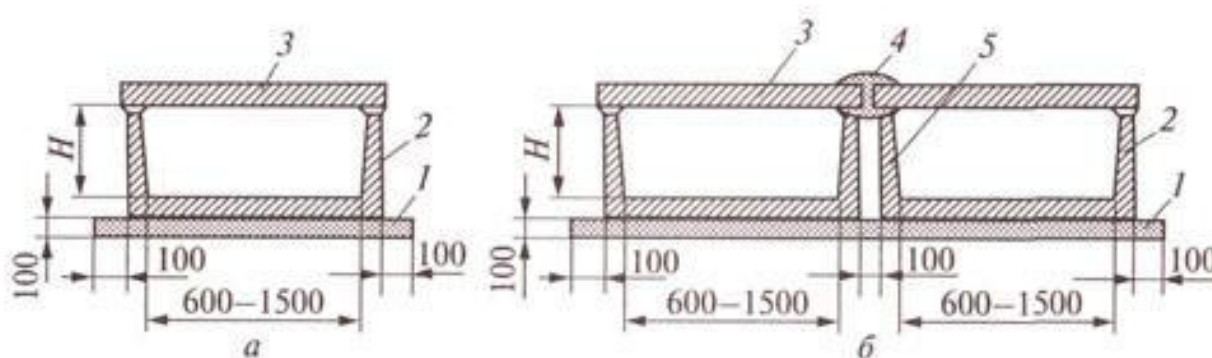
Нагретая вода из ТЭЦ или районной котельной насосами подается потребителям по наружным тепловым сетям для централизованного снабжения теплом промышленных предприятий, жилых домов и зданий общественного назначения.

Трассу тепловых сетей в городах и других населенных пунктах прокладывают в отведенных для инженерных сетей технических полосах параллельно красным линиям улиц, дорог и проездов. Трасса тепловых сетей проходит между проезжей частью и полосой зеленых насаждений, Внутри микрорайонов и кварталов трасса тепловых сетей должна также проходить вне проезжей части дорог.

Для тепловых сетей в городах и других населенных пунктах предусматривается подземная прокладка: в непроходных и проходных каналах; в городских и внутриквартальных коллекторах совместно с другими инженерными сетями и без устройства каналов (тепловые сети диаметром до 500 мм).

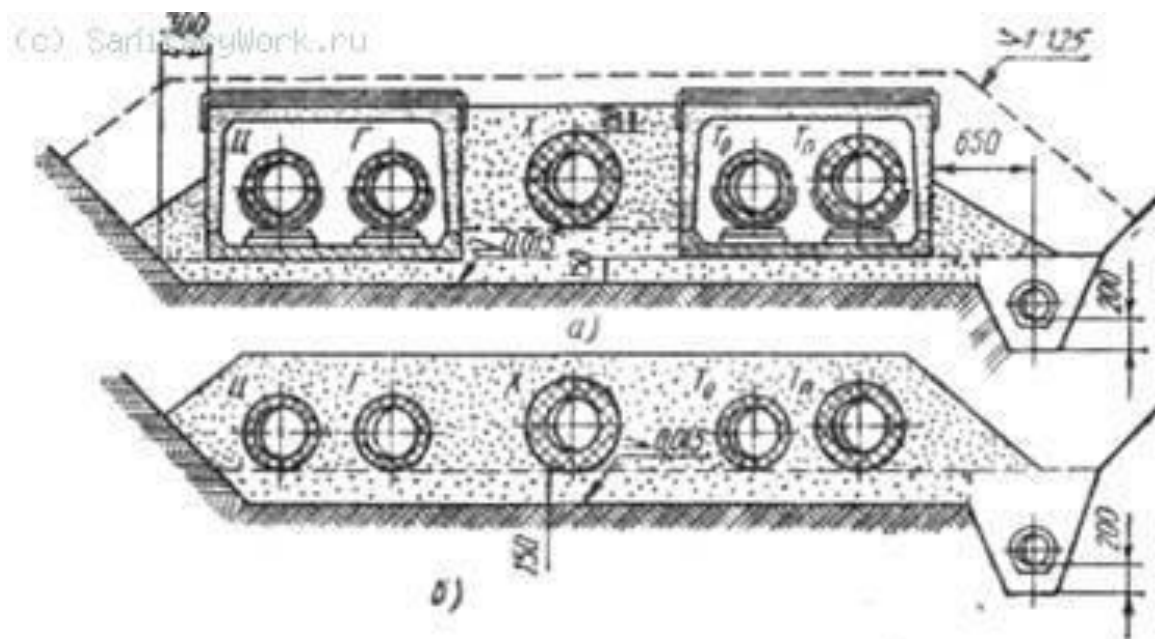
На территориях промышленных предприятий тепловые сети прокладывают на отдельно стоящих низких и высоких опорах или эстакадах. Допускается совместная надземная прокладка тепловых сетей с технологическими трубопроводами, независимо от параметров теплоносителя и параметров среды в технологических трубопроводах.

Наиболее часто тепловые сети прокладывают в непроходных каналах из сборного железобетона (рис. 7), которые бывают одноячейковые, двухъячейковые и многоячейковые.



**Рис. 7. Непроходные каналы КЛ:** а — одноячейковые, б — двухъячейковые; 1 — лотковый элемент, 2 — песчаная подготовка, 3 — плита перекрытия, 4 — цементная шпонка, 5 — песок





**Рис. 8. Прокладка тепловых сетей:** а — в непроходном канале с битумперлитовой изоляцией, б — бесканальная, Ц — циркуляционный трубопровод, Г — трубопровод горячей воды, Х — трубопровод холодной воды, Т — обратный трубопровод системы отопления, Гп — ведущий трубопровод системы отопления

На [рис. 8, а](#) показан один из вариантов внутриквартирной прокладки тепловых сетей в непроходных каналах. В одном канале прокладываются трубопроводы системы отопления, в другом — трубопроводы системы горячего водоснабжения, между каналами непосредственно в грунте проходят трубопроводы холодного водопровода.

При прокладке тепловых сетей в зоне грунтовых вод наружные поверхности стен и перекрытий тепловых каналов следует покрывать битумной изоляцией, а также устраивать дренажи для понижения уровня грунтовых вод по трассе.

Тепловую изоляцию устраивают для трубопроводов тепловых сетей, арматуры, фланцевых соединений, компенсаторов и опор труб независимо от температуры теплоносителя и способов прокладки. Температура на поверхности теплоизоляционной конструкции трубопровода в технических подпольях и подвалах жилых и общественных зданий должна быть не более  $45^{\circ}\text{C}$ , а в тоннелях, коллекторах, камерах и других местах, доступных обслуживанию, не более  $60^{\circ}\text{C}$ .

В настоящее время промышленность выпускает индустриальную битумперлитовую тепловую изоляцию теплопроводов, которую наносят на трубы методом прессования на заводе. Такую изоляцию изготавливают двух типов: для прокладки теплопроводов и водопроводных сетей бесканальным способом непосредственно в грунте и в непроходных каналах ([рис. 8, а](#)); для прокладки теплопроводов и водопроводных сетей в технических подпольях зданий, проходных каналах, а также внутри помещений.





Битумоперлитовая изоляция представляет собой смесь вспученного перлитового песка, нефтяного битума и пассивирующей добавки, которая надежно защищает трубопроводы от коррозии. Сверху битумоперлитовой изоляции наносят покровный слой из двух слоев стеклоткани, наклеенной на битумной мастике или латексе СКС-65.

Для сварки теплопроводов на трассе концы труб по 200 мм с каждой стороны должны быть не изолированы.

Бесканальная совмещенная прокладка трубопроводов тепловых сетей, горячего и холодного водоснабжения с битумоперлитной изоляцией допускается во всех грунтах, кроме просадочных. При бесканальной прокладке трубопроводов в сухих грунтах с коэффициентом фильтрации  $K_f$ , равным 5 м/сут и более, дренаж не требуется. Во всех остальных случаях необходимо устраивать попутный дренаж. Бесканальную прокладку трубопроводов тепловых сетей и горячего водоснабжения используют на трассы. В местах поворотов и установки компенсаторов следует предусматривать камеры или каналы.

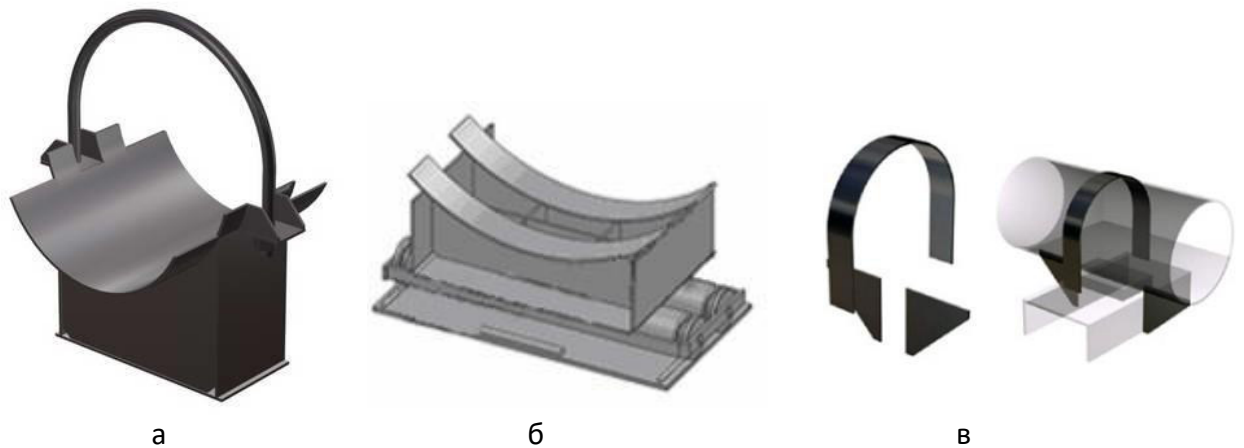
Глубина заложения трубопроводов с битумоперлитовой изоляцией на участках бесканальной прокладки должна быть не менее 0,8 м от спланированной поверхности земли до верха изоляции из условий прочности и защиты холодного водопровода от промерзания.

Такие каналы имеют большие поперечные сечения, что позволяет обслуживающему персоналу контролировать и ремонтировать трубопроводы. Проходные каналы устраивают главным образом на территориях больших промышленных предприятий и на выводах теплопроводов от мощных ТЭЦ. Стенки проходных каналов делают из железобетона, бетона или кирпича; перекрытие проходных каналов, как правило, — из сборного железобетона.

В проходных каналах необходимо устраивать лоток для стока воды. Уклон дна канала в сторону места отвода воды должен быть не менее 0,002. Опорные конструкции для труб, расположенных в проходных каналах, изготавливают из стальных балок, консольно заделанных прямолинейных участках в стены или укрепленных на стойках. Высота проходного канала должна быть около 2000 мм, ширина канала — не менее 1800 мм. Трубопроводы в каналах укладывают на подвижные или неподвижные опоры.

Подвижные опоры служат для передачи веса теплопроводов на несущие конструкции. Кроме того, они обеспечивают Перемещение труб, происходящее вследствие изменения их длины при изменениях температуры теплоносителя. Подвижные опоры бывают скользящие и катковые.





**Рис. 9. Опоры:** а - подвижные скользящие, б - подвижные катковые, в - неподвижные

Скользящие опоры (рис. 9, а) используют в тех случаях, когда основание под опоры может быть сделано достаточно прочным для восприятия больших горизонтальных нагрузок. В противном случае прибегают к Катковым опорам (рис. 9, б), создающим меньшие горизонтальные нагрузки. Поэтому при прокладке труб больших диаметров в тоннелях на каркасах или на мачтах следует ставить катковые опоры.

Неподвижные опоры (рис. 9, в) служат для распределения удлинений трубопровода между компенсаторами и для обеспечения равномерной работы последних. В камерах подземных каналов и при надземных прокладках неподвижные опоры выполняют в виде металлических конструкций, сваренных или соединенных на болтах с трубами. Эти конструкции заделывают в фундаменты, стены и перекрытия каналов.

Для восприятия температурных удлинений и разгрузки труб от температурных напряжений на теплосети устанавливают гнутые и сальниковые компенсаторы.

Гнутые компенсаторы П- и S-образные изготовляют из труб и отводов (гнутых, крутоизогнутых и сварных) для трубопроводов диаметром от 50 до 1000 мм. Эти компенсаторы устанавливают в непроходных каналах, когда невозможен осмотр проложенных трубопроводов, а также в зданиях при бесканальной прокладке. Допустимый радиус изгиба труб при изготовлении компенсаторов составляет 3,5—4,5 наружного диаметра трубы.

Гнутые П-образные компенсаторы располагают в нишах. Размеры ниши по высоте совпадают с размерами канала, а в плане определяются размерами компенсатора и зазорами, необходимыми для свободного перемещения компенсатора при температурной деформации. Ниши, где установлены компенсаторы, перекрывают железобетонными плитами.

Сальниковые компенсаторы изготавливают односторонние и двусторонние на давление до 1,6 МПа для труб диаметром от 100 до 1000 мм. Сальниковые компенсаторы имеют небольшие размеры, большую компенсирующую способность и оказывают незначительное сопротивление протекающей жидкости.



Чтобы сальниковый компенсатор не пропускал теплоноситель между кольцами, в промежутке между корпусом и стаканом укладывают сальниковую набивку. Сальниковую набивку сжимают фланцевым вкладышем с помощью шпилек, ввинчиваемых в корпус компенсатора. Компенсаторы крепят к неподвижным опорам.

При подземных прокладках теплосетей для обслуживания запорной арматуры устраивают подземные камеры прямоугольной формы. В камерах прокладывают ответвления сети к потребителям. Горячая вода подается в здание по трубопроводу, укладываемому с правой стороны канала. Подающий и обратный трубопроводы устанавливают на опоры и покрывают изоляцией.

Стены камер выкладывают из кирпича, блоков или панелей, перекрытия — сборные из железобетона в виде ребристых или плоских плит, дно камеры — из бетона. Вход в камеры — через чугунные люки. Для спуска в камеру под люками в стене заделывают скобы. Высота камеры должна быть не менее 1800 мм. Ширину выбирают с таким расчетом, чтобы проходы между стенами и трубами были не менее 500 мм.

Для тепловых сетей в зависимости от параметров теплоносителя (температуры, давления) применяют электросварные и бесшовные трубы.

Для трубопроводов тепловых сетей при рабочем давлении пара 0,07 МПа и меньше и температуре воды 115° С и ниже следует применять электросварные трубы и арматуру из ковкого чугуна.

Запорную арматуру на тепловых сетях устанавливают:

- на выводах от источника тепла, независимо от параметров теплоносителя и диаметров трубопроводов;
- на трубопроводах водяных сетей при диаметре более 100 мм на расстоянии 1000 м одна от другой;
- устройством переключки между подающими и обратными трубопроводами диаметром, равным 0,3 диаметра трубопровода;
- в водяных и паровых сетях на ответвлениях диаметром более 100 мм, а также на ответвлениях к отдельным зданиям независимо от диаметра труб.

В остальных случаях необходимость установки запорной арматуры определяется проектом.

Уклоны тепловых сетей в сторону спускных устройств 1 должны быть; при подземной прокладке и отсутствии грунтовых вод и надземной прокладке — 0,002, а при прокладке в зоне грунтовых вод — 0,003.

Трубопроводы тепловых сетей подвергают гидравлическому испытанию давлением, равным рабочему с коэффициентом 1,25, но не менее 1,6 МПа для подающих и 1 МПа для обратных трубопроводов. Гидравлическое испытание производят, соблюдая требования: задвижки на испытываемом участке должны быть полностью открыты, а сальники уплотнены; для отключения испытываемого участка трубопровода от действующих сетей должны быть установлены гладкие фланцы или заглушки.

Гидравлическое испытание производят в такой очередности: после заполнения линии водой в трубопроводах устанавливают давление, равное рабочему, и выдерживают в течение 10 мин. Если при рабочем давлении не будут обнаружены какие-либо дефекты или утечки, его доводят до испытательного и выдерживают в течение того времени, которое необходимо для осмотра трассы, но не менее 10 мин.

Результаты испытания трубопроводов считают удовлетворительными, если во время их проведения не произошло падения давления, а в сварных швах труб и корпусах арматуры не обнаружено признаков разрыва, течи или запотевания.

При присоединении систем отопления к тепловым сетям необходимо, чтобы давление в обратном трубопроводе сети было бы больше статического давления в системе отопления. В этом случае воздух в систему подсасываться не будет. Кроме того, к системам отопления предъявляются повышенные требования в отношении их гидравлической и тепловой устойчивости и прочности отдельных элементов систем. В зависимости от местных условий системы отопления присоединяются к тепловым сетям через водонагреватель — независимое подключение или путем подмешивания части остывшей в системе отопления воды к сетевой воде, поступающей из тепловых сетей — зависимое подключение.

При независимом подключении теплоноситель из наружных тепловых сетей поступает в водоподогреватель и, нагрев в нем воду, возвращается обратно в тепловую сеть. Нагретая в водоподогревателе вода до температуры 105—95 или 85° С поступает в систему отопления. При этой схеме циркуляция воды в местной системе отопления осуществляется через водоподогреватель. По независимой схеме можно подключать двухтрубные и однотрубные системы отопления с естественной и насосной циркуляцией воды.

При зависимом подключении системы отопления к тепловым сетям, транспортирующим теплоноситель с повышенными параметрами, на вводе в здание монтируется элеваторный узел (рис. 11), к которому подключается местная система.

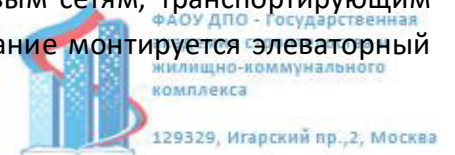




Рис. 11. Элеваторный узел

Вода поступает в водоструйный элеватор, где смешивается с частью обратной воды из местной системы. Требуемая температура смешанной воды регулируется задвижками. Обратная вода из системы через водомер поступает в тепловую сеть.

Водомер соединен с тепломером штуцерами. Температуру воды контролируют термометрами, установленными до и после элеватора и на обратной

линии. Давление контролируют манометрами, которые должны быть установлены на одном уровне. Ввод оборудован регулятором, автоматически поддерживающим постоянный расход воды. В отдельных случаях устанавливают регулятор подпора. Грязь, попадающая в сеть, улавливается грязевиками и (или одним на обратной линии). Расход воды после регулятора регулируют дроссельной шайбой.

Зависимое подключение системы отопления к тепловой сети с подмешиванием воды из обратного трубопровода элеватором может быть осуществлено, если перед узлом управления системы напор не менее 15 м вод. ст., а давление в обратном трубопроводе не выше 0,5 МПа.



## Глава 5. Устройство наружных сетей газоснабжения, кроме магистральных

Городская сеть газопроводов бывает тупиковая, когда потребители снабжаются газом с одной стороны, и кольцевая, когда потребители снабжаются газом с двух сторон по замкнутому кольцу. Недостаток тупиковой сети: при капитальном ремонте какой-либо части газопровода приходится отключать большие участки сети, в результате снабжение газом потребителей прекращается. Этот недостаток отсутствует в кольцевой сети, когда выключается какой-либо участок между двумя задвижками, так как остальные потребители снабжаются газом с двух сторон. В кольцевой сети легче поддерживать постоянное давление газа, чем при тупиковой, в которой давление газа в конце участка падает ввиду того, что газ разбирают по пути.

Подземные газопроводы, транспортирующие влажный газ, укладывают ниже глубины промерзания грунта, для Москвы, например, на глубине не менее 1,7 м от поверхности земли до верха трубы. Газопроводы, транспортирующие осушенный газ, можно укладывать на глубине 0,8 м от поверхности земли до верха трубы. Распределительные трубопроводы с влажным газом укладывают с уклоном 0,0015, а ответвления и вводы — с уклоном 0,003 в сторону распределительного газопровода. Надземная прокладка газопроводов допускается в местах прохода через водные протоки, овраги и другие естественные и искусственные преграды, а также на территории промышленных и коммунально-бытовых предприятий.

Отключающие устройства на линиях газопровода необходимо устанавливать в следующих местах: на ответвлениях от распределительных газопроводов высокого и среднего давления; на газопроводах всех давлений для отключения отдельных микрорайонов; при пересечении газопроводами водных преград, железнодорожных путей и магистральных автомобильных дорог; на вводах и выходах из газорегуляторных пунктов и хранилищ газа; на вводах в отдельные здания и промышленные предприятия.

Для сбора конденсата в пониженных участках газопровода или в местах соединения труб с противоположными уклонами устанавливают сборники конденсата — сифоны, состоящие из конденсационного горшка и ковера (чугунного колпака).

Для снижения давления газ перед подачей из городских магистралей потребителям поступает в газораспределительную станцию (ГРС), где его давление снижается на одну ступень. Из ГРС газ непосредственно может подаваться отдельным потребителям, а для снижения на низкое давление газ поступает в газораспределительный пункт (ГРП). ГРП располагают в отдельно стоящих зданиях, в которых необходимо устраивать вентиляцию.

Газораспределительный пункт (рис. 12) устроен следующим образом. Газ из сети высокого или среднего давления поступает в фильтр, где происходит его очистка от механических примесей. После этого он попадает в регулятор давления, который снижает давление до заданной величины. Перед регулятором давления установлен предохранительный клапан, назначение которого — автоматически прекращать поступление газа в сеть низкого или среднего давления при повышении давления сверх заданного.



Рис. 12. Газораспределительный пункт

Предохранительный клапан, назначение которого — автоматически прекращать поступление газа в сеть низкого или среднего давления при повышении давления сверх заданного.

Предохранительные клапаны должны действовать при падении давления газа за регулятором ниже минимально допустимого, при котором обеспечивается нормальная работа газогорелочных устройств; при повышении давления газа за регулятором выше максимально допустимого, при котором обеспечивается нормальная работа газогорелочных устройств и на которое рассчитан данный газопровод.

Для измерения давления в газопроводе до ГРП и после него устанавливают технические или самопишущие манометры. Технические манометры, кроме того, помещают до и после фильтра, чтобы по разности показаний можно было бы судить о степени их загрязненности.

Регуляторы давления с присоединенным к ним оборудованием снабжаются обводной линией на случай замены или ремонта оборудования.

Из газораспределительных пунктов газ через вводы поступает в здания. Для жилых зданий газопроводы проектируют с цокольными вводами в лестничные клетки или кухни. Цокольный ввод монтируют из стальных бесшовных горячекатаных труб с минимальной толщиной стенки 3,5 мм.

Для газоснабжения жилых и общественных зданий, детских и лечебных учреждений, учебных заведений и предприятий общественного питания применяют газ низкого давления. Для газоснабжения промышленных предприятий используют газ давлением до 0,6 МПа и только при технико-экономическом обосновании может быть использован газ давлением до 1,2 МПа.

При прокладке наружного газопровода в земле задвижку устанавливают на высоте не более 1500 мм от уровня земли с устройством металлического навесного шкафа. При устройстве цокольного ввода с прокладкой труб по наружным стенам здания задвижку монтируют на той же высоте без металлического шкафа. Головку шпинделя задвижки выводят в одно-

уровне с покрытием двора и помещают в металлическом колпаке. Чтобы предохранить шпindel от повреждений, на него надевают футляр из трубы. Диаметры вводов определяют в зависимости от того, какое количество газа потребляется. Наименьший диаметр 50 мм. Трубы укладывают с уклоном не менее 0,003 в сторону наружной магистрали.

Расстояние между трубами газовой сети и магистрали водопровода, теплосети, канализации по вертикали должно быть не менее 150 мм, а между газопроводами и электрическими и телефонными кабелями — не менее 500 мм.

Газопроводы из стальных труб, укладываемые в грунт, нужно предварительно покрыть изоляцией, чтобы предохранить их от коррозии.

Отдельные участки трубопровода соединяют между собой сваркой. После опрессовки газопровода места сварных стыков изолируют непосредственно в траншее.

Испытание газопроводов на плотность в жилых домах, отопительных и производственных котельных, коммунальных и промышленных предприятиях производится монтажной организацией в присутствии представителей службы газового хозяйства города или заказчика.

При проведении испытаний применяют приборы, обеспечивающие точность измерений: при давлении в газопроводе до 0,1 МПа — U-образные манометры, заполненные водой, керосином или ртутью; при давлении выше 0,1 МПа — пружинные манометры класса не ниже 1,5.

Газопроводы низкого давления в жилых и общественных зданиях и коммунально-бытовых объектах испытывают на прочность воздухом давлением 0,1 МПа без установки счетчиков и газовых приборов и на плотность — давлением 400 мм вод. ст. с установленными счетчиками и подключенными газовыми приборами. Если счетчики отсутствуют, то испытание на плотность производят воздухом давлением 500 мм вод. ст.

Газопровод считается выдержавшим испытание на плотность, если падение давления в нем в течение 5 мин не превышает 20 мм. вод. Газопроводы и оборудование ГРП и ГРУ низкого давления до 0,05 МПа проверяют на прочность давлением 0,3 МПа в течение 1 ч, при этом видимое падение давления по манометру не допускается, и на плотность давлением 0,1 МПа в течение 12 ч, при этом падение давления не должно превышать 1% от начального давления.

Газопроводы среднего давления от 0,005 МПа до 0,3 МПа испытывают на прочность давлением 0,4 МПа в течение 4,5 ч, при этом падение давления не допускается, и на плотность давлением 0,3 МПа в течение 12 ч, при этом падение давления не должно превышать 1 и/о от начального давления.





Приборы автоматики испытывают только на плотность совместно с газопроводом рабочим давлением, но не ниже 50 мм вод. ст.

Газопроводы среднего давления на коммунальных, промышленных предприятиях, в отопительных и производственных котельных испытывают на прочность и плотность воздухом, а высокого давления от 0,3 до 1,2 МПа на прочность водой и на плотность воздухом.

Вводы газопроводов испытывают отдельно от внутренней сети газопровода.

Дворовый газопровод низкого давления испытывают на прочность сжатым воздухом давлением 0,3 МПа до засыпки его землей. Соединения на плотность проверяют, смачивая их мыльной водой. После засыпки траншей землей газопровод вторично в течение часа испытывают на плотность при давлении 0,1 МПа. Давление не должно упасть сверх допустимого.

Заполнение сети газом и отсутствие в трубах воздуха проверяют газоанализатором, а если его нет, то в раствор мыльной воды опускают конец шланга, другой конец присоединяют к рампе плиты или подводке газового водонагревателя. Газопроводы внутри зданий и сооружений следует прокладывать открыто. Резьбовые соединения газопроводов должны быть доступны для осмотра и ремонта. Газопроводы не должны пересекать оконные и дверные проемы, а также нельзя прокладывать их в местах возможного воздействия агрессивных жидкостей и газов. Газопроводы не следует прокладывать в местах, где они могут омываться горячими продуктами сгорания или соприкасаться с нагретым металлом. При проектировании и монтаже газопроводов необходимо учитывать их продольные деформации.

Для защиты от коррозии внутренние газопроводы после их испытания на прочность и плотность окрашивают снаружи масляными красками за два раза.



## Глава 6. Устройство внутренних электрических сетей



[Программа «Электрик 6.7» для электриков и проектировщиков \(zip-архив, 8 Мб\)](#)

[Подробнее>>](#)

Кабельные вводы в здания следует выполнять в трубах на глубине не менее 0,5 м и не более 2 м от поверхности земли. При этом в одну трубу следует затягивать один силовой кабель.

Прокладку труб следует выполнять с уклоном в сторону улицы. Концы труб, а также сами трубы при прокладке через стену должны иметь тщательную заделку для исключения возможности проникания в помещения влаги и газа.

По подвалу и техническому подполью здания допускается прокладка силовых кабелей напряжением до 1 кВ, питающих электроэнергией другие секции здания.

Внутренние электрические сети должны быть не распространяющими горение и выполняться кабелями и проводами с медными жилами.

Допускается применение в питающих и распределительных сетях кабелей и проводов с алюминиевыми жилами сечением не менее 16 мм<sup>2</sup>. Питание отдельных электроприемников, относящихся к инженерному оборудованию зданий (насосы, вентиляторы, калориферы, установки кондиционирования воздуха и т.п.), кроме оборудования противопожарных установок, допускается выполнять проводами и кабелями с алюминиевыми жилами сечением не менее 2,5 мм<sup>2</sup>.

Провода электрических сетей силовых электроприемников постирочных цехов и помещений для приготовления растворов в прачечных должны быть с медной жилой в пластмассовой изоляции и прокладываться в полу замоноличенными в пластмассовых трубах. Выводы труб выше уровня пола и на участке до 1 м в подготовке пола должны выполняться в стальных трубах, защищенных от коррозии и проникания в них влаги.

В зданиях со строительными конструкциями, выполненными из негорючих и слабогорючих материалов (группа Г1), допускается несменяемая замоноличенная прокладка групповых сетей в бороздах стен, перегородок, перекрытий, под штукатуркой, в слое подготовки пола или в пустотах строительных конструкций, выполняемая кабелем или проводами в защитной оболочке. Применение несменяемой замоноличенной прокладки проводов и кабелей в панелях стен, перегородок и перекрытий, выполненной при их изготовлении или выполненной в монтажных стыках при монтаже зданий, не допускается.

В зданиях со строительными конструкциями, выполненными из горючих материалов групп Г2 и (или) Г3, допускается: открытая прокладка одиночных кабелей и проводов в защитной оболочке с медными жилами сечением не более 6 мм<sup>2</sup> в ПВХ изоляции в исполнении НГ или LS без подкладки; скрытая прокладка под штукатуркой кабелей и проводов в защитной оболочке с медными жилами сечением не более 6 мм<sup>2</sup> в исполнении НГ или LS по намету штукатурки.

В неотапливаемых подвалах, технических подпольях и коридорах, на чердаках, в сырых и особо сырых помещениях, насосных, тепловых пунктах, а также в зданиях, сооружаемых из деревянных конструкций, электропроводки разрешается выполнять открыто.

В помещениях, в которых возможно перемещение технологического оборудования в связи с изменением производственного цикла (торговые, выставочные, демонстрационные и читальные залы, цехи предприятий бытового обслуживания, лаборатории и т.п.), и в помещениях с гибкой планировкой для возможности переустройства электропроводок в процессе эксплуатации рекомендуется предусматривать в полу трубы или каналы с подпольными герметизированными закрывающимися коробками (модульные проводки).

Размещение светильников, а также аппаратов управления освещением в помещениях с гибкой планировкой должно допускать возможность изменения планировки этих помещений.

Групповые сети в помещениях следует выполнять сменяемыми: скрыто - в специальных каналах строительных конструкций, замоноличенных трубах; открыто - в электротехнических плинтусах, коробах и т.п.

Распределительные сети следует выполнять сменяемыми:

- открыто – проводами в пластмассовых трубах и коробах, а также кабелями. В технических подпольях и этажах, помещениях инженерных служб, технических коридорах, подвалах и подпольях допускается прокладка на лотках в соответствии с требованиями [ГОСТ Р 50571.15](#);
- скрыто – в специальных каналах и пустотах строительных конструкций, в бороздах, штрабах, в слое подготовки пола кабелем или изолированными проводами в защитной оболочке.

Горизонтальные участки распределительных линий при отсутствии подвала или технического подполья разрешается прокладывать в полу, выполненном из негорючих материалов вышележащего этажа.

Стояки питающих линий квартир, групповых линий лестничного освещения в жилых зданиях должны, как правило, прокладываться скрыто, в каналах строительных конструкций (элек-

треблоков), а также в устройствах этажных распределительных прислонного типа. В этих же конструкциях рекомендуется размещать совмещенные этажные электрошкафы (щитки) и ящики для соединений и разветвлений проводников. Разрешается для выполнения стояков применять шинопроводы (комплектные токопроводы) и трубы. Прокладка стояков в квартирах, а также через помещения других собственников не допускается.

В лестничных клетках открытая прокладка кабелей и проводов не допускается. Разрешается прокладка линий питания освещения лестничных клеток и коридоров, а также линий питания квартир в зданиях высотой до 5 этажей в стальных трубах и коробах. Сети освещения шахт лифтов в пределах шахт должны прокладываться скрыто, в вертикальных каналах. Допускается их открытая прокладка.

Совместная прокладка взаиморезервируемых питающих и распределительных линий электроприемников противопожарных устройств, охранной сигнализации и других сетей в одном канале или трубе не допускается. Допускается их совместная прокладка в одном коробе или лотке при наличии разделительной в противопожарном отношении перегородки с огнестойкостью EI 45.

Выводы электропроводки из подготовки пола к технологическому оборудованию, устанавливаемому в удалении от стен помещения (например, в производственных цехах пищеблоков), рекомендуется выполнять в стальных трубах.

Электропроводки в полостях над непроходными подвесными потолками и внутри сборных перегородок рассматриваются как скрытые, и их следует выполнять:

- за подвесными потолками и в пустотах перегородок, выполненных из негорючих материалов НГ и группы горючести Г1, электропроводки выполнять проводами и/или кабелями в удовлетворяющих требованиям пожарной безопасности неметаллических трубах и неметаллических коробах, а также кабелями с индексом нг-LS (не распространяющие горение, с низким дымо- и газовыделением);
- за подвесными потолками и в пустотах перегородок, выполненных с использованием материалов группы горючести Г2, электропроводки выполнять проводами и/или кабелями в металлических трубах и металлических коробах со степенью защиты не ниже IP4X;
- за подвесными потолками и в пустотах перегородок, выполненных с использованием материалов группы горючести Г3, электропроводки выполнять кабелем в металлических трубах и металлических коробах со степенью защиты не ниже IP4X;
- за подвесными потолками и в пустотах перегородок, выполненных с использованием материалов группы горючести Г4, электропроводки выполнять проводами и/или кабелями в обладающих локализационной способностью металлических трубах, а также в обладающих локализационной способностью металлических глухих коробах;
- электропроводка должна быть сменяемой.



Локализационная способность - это способность стальной трубы выдерживать короткое замыкание в электропроводке, проложенной в ней, без прогорания ее стенок.

Сумма площадей поперечных сечений (с изоляцией и оболочкой) проводов и кабелей, прокладываемых в одном коробе, не должна превышать 40% внутреннего поперечного сечения короба. Свободные торцы коробов должны быть закрыты торцевыми заглушками, а торцы коробов с выходящими из них кабелями и проводами должны быть заделаны легко удаляемым негорючим составом. В вентиляционных каналах и шахтах прокладка проводов и кабелей не допускается.

Допускается пересечение каналов и шахт одиночными линиями, выполненными проводами и кабелями, заключенными в трубы.

В одной трубе, одном рукаве, коробе, канале многоканального короба, пучке, замкнутом канале строительной конструкции здания, на одном лотке допускаются следующие варианты совместной прокладки:

- линий питания и управления электроприемников противопожарных устройств;
- линий питания вентиляторов дымоудаления и подпора воздуха;
- всех цепей одного агрегата (например, агрегата по обработке картофеля в пищеблоке);
- силовых и контрольных цепей нескольких машин, панелей, щитов, пультов, обеспечивающих единый технологический процесс;
- цепей, питающих сложный светильник;
- осветительных сетей напряжением до 50 В с цепями напряжением до 380 В при условии заключения проводов цепей до 50 В в отдельную изоляционную трубку;
- цепей нескольких групп одного вида освещения с общим числом проводов не более 12 (без учета контрольных цепей);
- распределительных линий квартир и рабочего освещения лестниц, коридоров, вестибюлей жилых домов.

Прокладка проводов и кабелей групповых линий рабочего освещения с групповыми линиями аварийного освещения на одном лотке, монтажном профиле, в одном канале многоканального короба, в корпусах и штангах многоламповых светильников не рекомендуется; при необходимости их совместной прокладки должны быть приняты специальные меры, исключающие возможность повреждения огнем проводов аварийного освещения (устройство перегородок, покрытие огнезащитными составами и т.п.).

Не разрешается прокладка в одном канале, рукаве, коробе и других конструкциях групповых линий, питающих разные квартиры, и взаиморезервируемых цепей.

Незащищенные изолированные провода наружной электропроводки должны быть расположены или ограждены таким образом, чтобы они были недоступны с мест, где возможно частое пребывание людей, например, с балкона или крыльца.

Соединительные и ответвительные коробки, протяжные ящики и другие ответвительные устройства должны быть изготовлены из негорючих материалов. Металлические элементы электропроводок (конструкции, коробка, лотки, трубы, рукава, коробки, скобы) должны быть защищены от коррозии.

В кухнях квартир жилых домов рекомендуется применять те же виды электропроводок, что в жилых комнатах и прихожих.

В ванных комнатах и уборных должна применяться, как правило, скрытая электропроводка. Не допускаются применение защищенных проводов в металлической оболочке, а также прокладка проводов в стальных трубах.

Открытая прокладка незащищенных изолированных проводов на изоляторах должна выполняться на высоте не менее 2 м.

Высота открытой прокладки защищенных проводов и кабелей и проводов, прокладываемых в трубах и коробах, плинтусах и наличниках с каналами для электропроводок, а также спусков к выключателям, розеткам, пусковым аппаратам, щиткам и светильникам, устанавливаемым на стенах, не нормируется.

Места прохода проводов в защитной оболочке и кабелей через стены, перегородки, междуэтажные перекрытия должны иметь уплотнения в соответствии с требованиями [ГОСТ Р 50571.15](#). Для обеспечения возможности смены электропроводки проход кабелей и проводов в защитной оболочке должен быть выполнен в трубах или коробах; огнестойкость прохода должна быть не менее огнестойкости строительной конструкции, в которой он выполнен. Зазоры между проводами, кабелями и трубой или коробом следует заделывать легкоудаляемой массой из негорючего материала. Допускается прокладывать кабели и провода в защитной оболочке через строительные конструкции в специально выполненных отверстиях.

При скрытой прокладке проводов, как правило, следует применять выключатели и розетки в утопленном исполнении.

Не разрешается скрытая установка по одной оси розеток и выключателей в стенах между разными квартирами.

В жилых комнатах квартир и общежитий должно быть установлено не менее одной розетки на ток 10 (16) А на каждые полные и неполные 4 м периметра комнаты, в коридорах квартир - не менее одной розетки на каждые полные и неполные 10 м<sup>2</sup> площади коридоров. До 2006 г. допускается в панельных домах устанавливать не менее одной розетки на ток 10(16) А на каждые 6 м<sup>2</sup> площади комнаты.

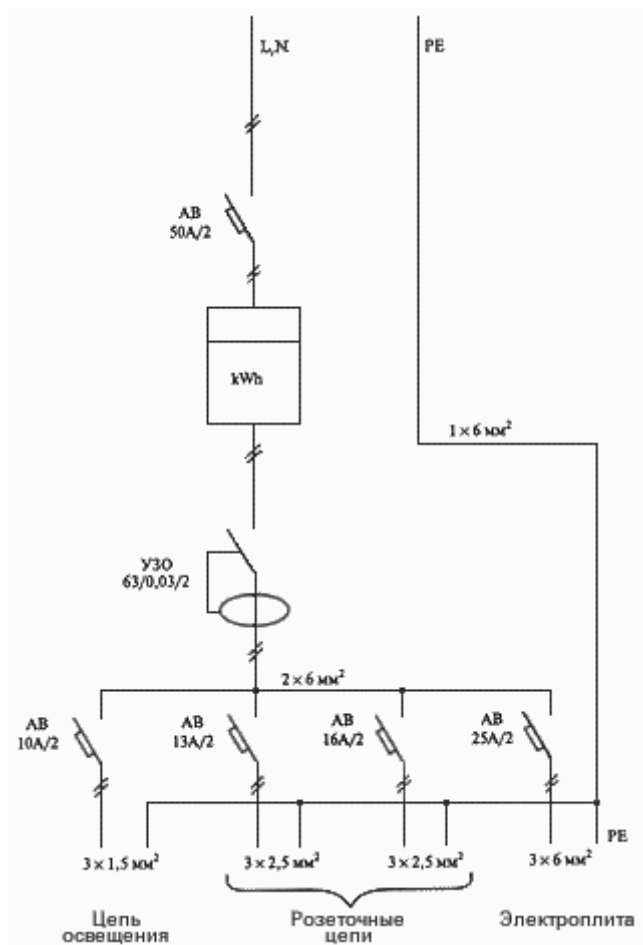
В кухнях квартир следует предусматривать не менее четырех розеток на ток 10(16) А. В кухнях квартир с электроплитами последние следует подключать непосредственно к питающей линии. Допускается подключение через поляризованный штепсельный соединитель.

В жилых комнатах допускается установка сдвоенных розеток на ток 10(16) А. В кухнях допускается установка сдвоенных розеток на ток 16 А. Сдвоенная розетка, установленная в жилой комнате, считается одной розеткой. Сдвоенная розетка, установленная в кухне, считается двумя розетками.

В многоквартирных домах и домах на участках садоводческих товариществ количество розеток определяется заказчиком (заданием на проектирование).

Не нормируется расстояние от розеток, предназначенных для присоединения стационарных кухонных электроплит и кондиционеров, до корпусов этих приборов. При этом не допускается размещать розетки под и над мойками.

Расстояние от корпуса стационарной кухонной электроплиты до заземленных частей сантехнического оборудования, стальных труб отопления, горячего и холодного водоснабжения, моек и радиаторов не нормируется.



**Рис. 13.** Схема электроснабжения квартиры с электроплитой с рекомендуемыми сечениями медных проводников



В прихожей квартиры должен быть установлен электрический звонок, а у входа в квартиру - звонковая кнопка.

Звонковая кнопка и подводка к кнопке должны удовлетворять всем требованиям безопасности. Подводку к звонку и кнопке следует выполнять медным проводом.

Установка электродвигателей на чердаках допускается при условии размещения их над нежилыми помещениями и при соблюдении противопожарных и санитарных норм.

Пусковые аппараты и щиты открытого или защищенного исполнения должны быть установлены в отдельных помещениях со стенами, перекрытиями и полом из негорючих материалов или в шкафах, выполненных из негорючих материалов и удаленных от горючих элементов здания на расстояние не менее 0,5 м. Вблизи электродвигателей должен быть установлен отключающий аппарат для обеспечения возможности их безопасного ремонта.

Электродвигатели насосов, вентиляторов, лифтов, а также защитные и пусковые аппараты для них должны быть доступны только для обслуживающего персонала. Исключением являются кнопки управления пожарными насосами и вентиляторами, которые могут быть установлены в местах, необходимых по условиям эксплуатации. Эти кнопки должны быть снабжены соответствующими надписями.

Выключатели в квартирах и общежитиях рекомендуется устанавливать со стороны дверной ручки на высоте до 1 м. Разрешается установка выключателей под потолком, управляемых с помощью шнура.

Выключатели общего освещения в помещениях общественных зданий рекомендуется устанавливать на высоте до 1,5 м от пола.

В жилых комнатах квартир и общежитий, а также в помещениях для пребывания детей рекомендуется устанавливать розетки, снабженные защитным устройством, закрывающим гнезда при вынутой вилке.

В школах и детских дошкольных учреждениях в помещениях для пребывания детей выключатели и розетки должны устанавливаться на высоте 1,8 м от пола.

В силовой сети предприятий общественного питания и торговли розетки следует, как правило, устанавливать на высоте 1,3 м, а пусковые аппараты - на высоте 1,2 - 1,6 м от пола.

Высота установки осветительных и силовых розеток в других общественных зданиях и помещениях выбирается удобной для присоединения к ним электрических приборов в зависимости от назначения помещений и оформления интерьеров, но, как правило, не выше чем на 1 м от пола.



В кабинетах и лабораториях школ розетки на столах учеников, а также лабораторные щитки должны быть подключены через аппарат управления, установленный на столе преподавателя. Линии питания розеток следует подключать через разделительный трансформатор или защищать устройством защитного отключения на ток до 30 мА.

В классных помещениях, учебных комнатах, кабинетах и лабораториях для подключения проекционных аппаратов следует устанавливать три розетки: одну у классной доски, другую на противоположной от доски стене помещения и третью на стене, противоположной оконным проемам.

Розетки для подключения уборочных механизмов должны устанавливаться в торговых залах магазинов, обеденных залах, актовых и спортивных залах, конференц-залах, вестибюлях, холлах, коридорах и других помещениях, в которых необходима механизированная уборка.

Розетки следует устанавливать на расстоянии, обеспечивающем возможность использования уборочных механизмов с питающим проводником длиной до 15 м.

Розетки для подключения электроприборов в магазинах следует устанавливать в гладильных мастерских, расфасовочных, а также в торговых залах для проверки электро- и радиотоваров.

В мастерских ремонта бытовых электроприборов, теле- и радиоаппаратуры следует предусматривать устройства для подключения указанных электроприемников к однофазной сети напряжением 220, 127 В.

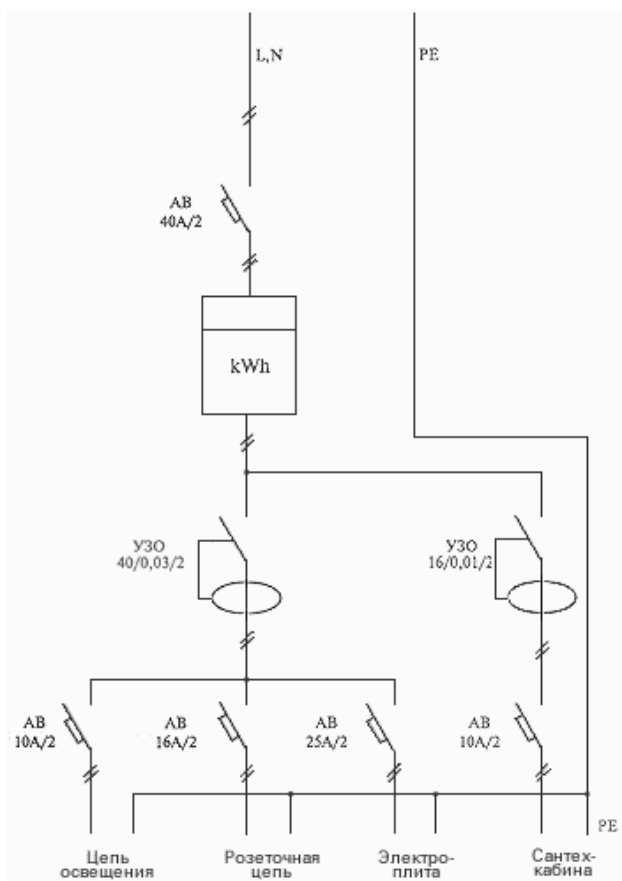


Рис. 14. Схема электроснабжения квартиры

Установка розеток в кладовых не допускается, за исключением кладовых и помещений для подготовки товаров к продаже (кроме помещений с токопроводящими полами), в которых допускается установка на несгораемых основаниях трехполюсных силовых розеток с защитными контактами для питания электроэнергией средств механизации. Розетки в сети аварийного освещения устанавливать не допускается.

В ванных комнатах квартир, в умывальных, душевых, ванных комнатах и преддушевых общежитий и гостиниц допускается установка штепсельных розеток в зоне 3 по [ГОСТ Р 50571.11](#), присоединенных к сети через разделяющий трансформатор или защищенных УЗО на ток до 30 мА.

Розетки для присоединения переносных светильников следует предусматривать в помещениях, имеющих технологическое оборудование, для ремонта которого недостаточно общего освещения.

Напряжение до 50 В для переносного освещения должно применяться в помещениях светоточивых, мастерских по обработке металла и древесины, на стоянках электрокаров с зарядкой и ремонтом аккумуляторов, в механических сушильно-гладильных отделениях, холодильных станциях, электрощитовых, тепловых пунктах, бойлерных, насосных, машинных отделениях лифтов, технических этажах, в помещениях для оборудования вентиляции и кондиционирования воздуха.

Напряжение 12 В для переносного освещения должно применяться в отделениях механической стирки и приготовления раствора и других помещениях с мокрыми технологическими процессами.

В мастерских металлообработки и других помещениях, в которых возможны замена и перестановка станков, силовую распределительную сеть разрешается выполнять с помощью распределительных шинпроводов.

Для сетей освещения экспозиций в выставочных и демонстрационных залах, а также сетей акцентированного освещения в торговых залах разрешается использование осветительных шинпроводов, в которых обеспечивается разрыв цепи отсоединения до момента извлечения штепсельного устройства из оболочки шинпровода.

Длина проводов ответвлений от групповых линий к электроустановочным изделиям и к светильникам должна приниматься равной:

- для закладных коробок под розетки и к выключателям - 50 мм плюс глубина коробки;
- для светильников с лампами накаливания - 100 мм от потолка;
- для светильников с люминесцентными лампами - 150 мм от потолка (независимо от наличия закладной коробки);
- для электроустановочных изделий открытого монтажа - 150 мм.



## Глава 7. Устройство электрических и иных сетей управления жизнеобеспечения зданий и сооружений

### Электрическое отопление и горячее водоснабжение

Применение электротеплоснабжения (электрического отопления и горячего водоснабжения) в жилых и общественных зданиях должно быть согласовано в установленном порядке.

Для систем стационарного электротеплоснабжения зданий разрешается применение следующих видов нагревательных приборов: низкотемпературных сухих и масляных радиаторов, устройств распределенного обогрева, электротепловентиляторов, аккумуляционных электропечей, греющих кабелей, конструктивных элементов зданий со встроенными низкотемпературными нагревательными элементами и электроводонагревателей. Нагревательные приборы должны иметь сертификат соответствия и пожарной безопасности.

Электроотопительные приборы должны иметь сертификат соответствия и пожарной безопасности.

Нагревательные приборы, предназначенные для стационарных систем электротеплоснабжения, должны иметь встроенный терморегулятор или термовыключатель. Приборы с принудительной конвекцией должны иметь блокировку от отсутствия обдува нагревательных элементов.

Водонагревательные приборы должны иметь блокировку от включения при отсутствии воды или понижении уровня и термовыключатель.

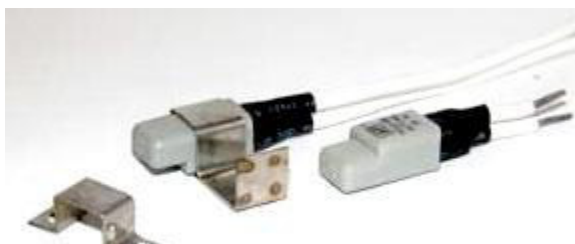


Рис. 15 . Термовыключатель

Расстояние между электронагревательными приборами и строительными конструкциями должно составлять не менее 60 мм.

Использование нагревательных приборов с непосредственным преобразованием электрической энергии в тепловую в складских помещениях с горючими материалами запрещается. Допускается использование таких нагревателей в помещениях для обслуживающего персонала складов, отделенных от складских помещений стенами.

Нагревательные приборы должны располагаться на негорючих строительных конструкциях. Допускается расположение нагревателей на горючих строительных конструкциях при условии установки между нагревателем и конструкцией слоя из негорючего теплоизолирующего

материала. Отопительные нагревательные приборы следует располагать преимущественно под оконными проемами.

Нагревательные приборы, используемые в системах электроотопления с температурой более 75 °С, должны быть огорожены решетками из негорючих материалов или должны быть применены другие конструктивные меры, исключающие касание или попадание предметов обихода непосредственно на прибор.

В проектах систем электротеплоснабжения должны быть указаны размеры нагревательных приборов, способы их установки и крепления.

Температура наружной поверхности элементов системы электротеплоснабжения в наиболее нагретом месте в нормальном режиме работы не должна превышать, °С:

*прибор нагревательный отопительный ..... 85*  
*изоляция провода ..... 65*  
*водонагревательный прибор ..... 90.*

В помещениях общественных зданий, оборудованных автоматическими системами пожаротушения, необходимо предусматривать автоматическое отключение электротеплоснабжения при срабатывании систем тушения пожара.

Расстояние от приборов электроотопления до горючих материалов Г2 - Г4 должно быть не менее 0,3 м.

Питание приборов электротеплоснабжения в жилых домах должно осуществляться по независимым от других электроприемников линиям, начиная от квартирных щитков или вводов в здание.

В общественных зданиях питание приборов электротеплоснабжения должно, как правило, быть независимым от других электроприемников, начиная от ВРУ.

Соединение приборов с линиями питания должно быть неразъемным.

При групповом включении нагревательных приборов сечение проводников ответвлений должно составлять не менее половины сечения жилы питающего провода (кабеля). В местах подключения проводников к приборам должен быть запас по длине, обеспечивающий повторное присоединение.

Регулирующие устройства, используемые в системах электротеплоснабжения, должны быть преимущественно бесконтактного типа (тиристорные и т.п.). Допускается использование магнитных пускателей, размещенных в металлических оболочках со степенью защиты не ниже IP44.

В соответствии с [ГОСТ 16617](#) электроприборы, за исключением электрокаминов и инфракрасных обогревателей, следует оснащать сигнализацией включенного состояния электроприбора в сеть, при наличии двухполюсных выключателей - включенного состояния нагревательных элементов.

Датчики температуры, используемые в системе регулирования, должны иметь возможность изменения уставки.

Автоматический регулятор температуры должен иметь возможность ручного отключения.

## Учет электроэнергии, измерительные приборы

Расчетные счетчики электрической энергии следует устанавливать в точках балансового разграничения: на ВРУ, ГРЩ и на вводах низшего напряжения силовых трансформаторов ТП, в которых щит низшего напряжения обслуживается эксплуатационным персоналом абонента, на вводах в квартиры жилых домов.

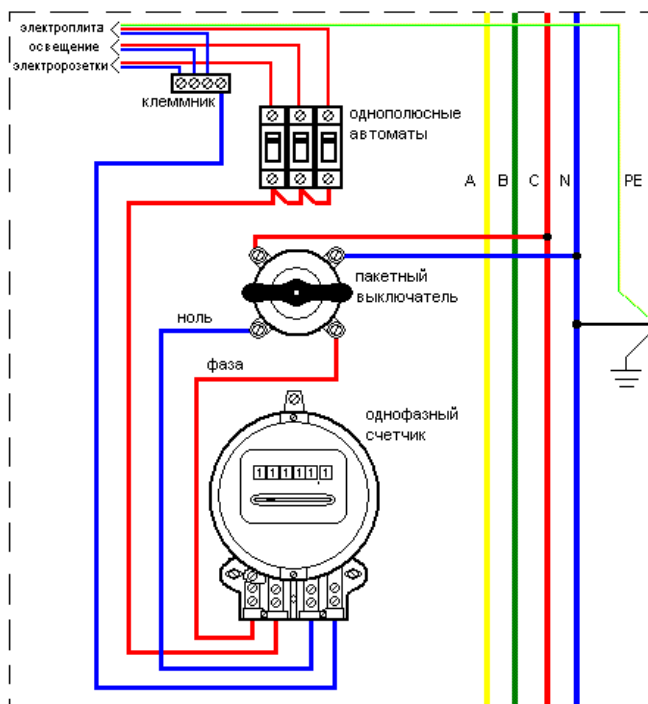
При питании от общего ввода нескольких потребителей, обособленных в административно-хозяйственном отношении, допускается установка одного общего расчетного счетчика. В этом случае на вводе каждого потребителя (субабонента) следует устанавливать счетчики контрольного учета для расчетов с основным абонентом.

Питающие линии от общего ввода до вводов субабонентов должны быть защищены от механических повреждений, а способ прокладки должен обеспечивать их сменяемость.

Для потребителей помещений общественного назначения, встроенных в жилые дома или пристроенных к ним, расчетные счетчики следует устанавливать на вводах каждого из них независимо от источника питания - ТП, ВРУ жилого дома или ВРУ одного из потребителей.

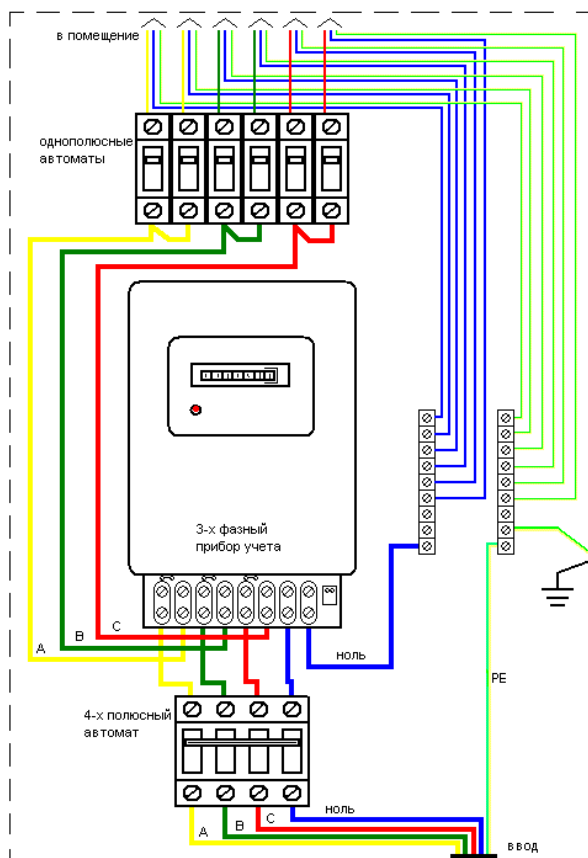
В жилых домах следует устанавливать, как правило, один однофазный или трехфазный счетчик на каждую квартиру или многоквартирный дом.

Наглядная *схема подключения однофазного электрического счетчика* в стандартных электрощитах следующая:



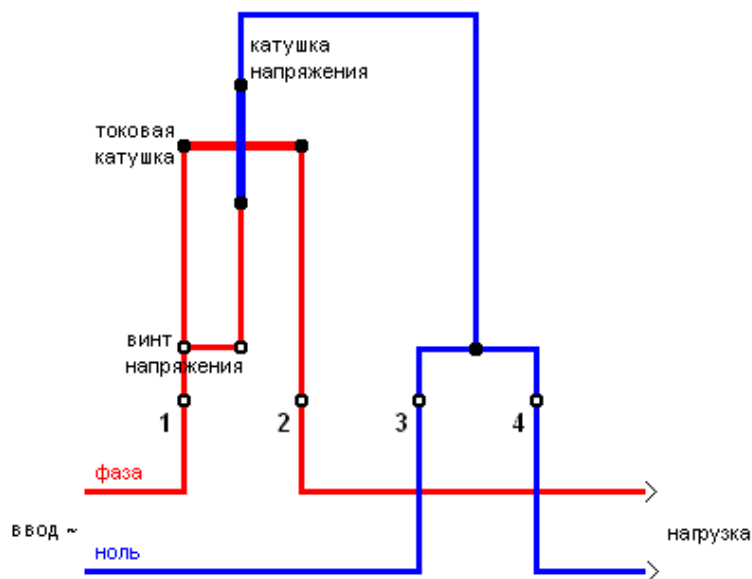
*Примечание:* фаза «А» обозначена желтым цветом, фаза «В» - зеленым, фаза «С» - красным, нулевой провод «N» - синим цветом, заземляющий проводник «PE» - желто-зеленым. Вместо пакетного выключателя может быть установлен **двухполюсный автомат**. Схема подключения индукционного счетчика не отличается от схемы подключения электронного.

Наглядная **схема подключения трехфазного электрического счетчика** прямого включения в четырехпроводной сети напряжением 380 вольт:



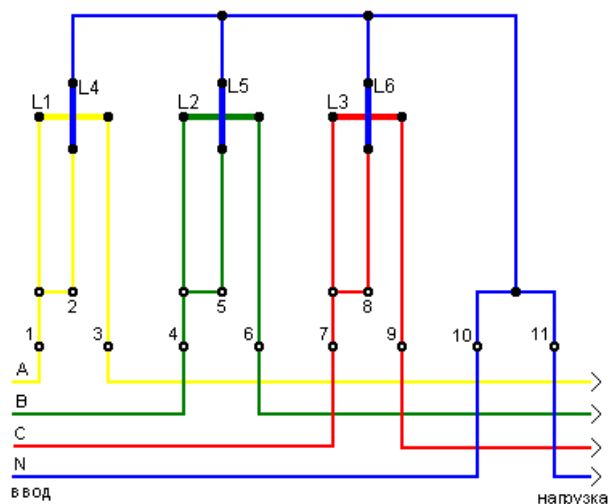
**Примечание:** фаза «А» обозначена желтым цветом, фаза «В» - зеленым, фаза «С» - красным, нулевой провод «N» - синим цветом, заземляющий проводник «РЕ» - желто-зеленым. Обязательно соблюдение прямого порядка чередования фаз напряжений на колодке зажимов счетчика. Определяется фазоуказателем или прибором ВАФ. Прямой порядок чередования фаз напряжений - ABC, BCA, CAB (по часовой стрелке). Обратный порядок чередования фаз напряжений - ACB, CBA, BAC, создает дополнительную погрешность и вызывает самоход индукционного счетчика активной энергии. Счетчик реактивной энергии при обратном порядке чередования фаз напряжений и нагрузки вращается в обратную сторону.

### Схема однофазного индукционного электрического счетчика:



**Примечание:** фазный провод и токовая катушка обозначены красным цветом; нулевой провод и катушка напряжения обозначены синим цветом.

**Схема соединений трехфазного индукционного счетчика** прямого включения для четырехпроводной сети напряжением 380 вольт:



**Примечание:** фаза «А» обозначена желтым цветом, фаза «В» - зеленым, фаза «С» - красным, нулевой провод «N» - синим цветом; L1, L2, L3 - токовые катушки; L4, L5, L6 - катушки напряжения; 2, 5, 8 - винт напряжения; 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11 - клеммы для подключения электропроводки к счетчику.

В общежитиях квартирного типа, кроме общего учета, следует предусматривать счетчики контрольного учета электроэнергии, потребляемой каждой квартирой.

На вводах предприятий и организаций общественного назначения, встраиваемых в общежития, должны устанавливаться контрольные счетчики для расчетов с основным абонентом (дирекцией общежития).

На ВРУ жилых домов должны устанавливаться счетчики для учета потребления электроэнергии общедомовым освещением, силовыми электроприемниками, встроенными помещениями и т.п. Количество счетчиков определяется схемой вводных устройств и количеством тарификационных групп, к которым относятся электроприемники. Счетчики для квартир рекомендуется размещать совместно с аппаратами защиты.

При установке квартирных щитков в прихожих квартир счетчики могут устанавливаться на этих щитках, допускается их установка в этажных щитках. Вопрос о месте установки счетчика должен быть согласован с местным энергосбытом с учетом типа здания и планировочных решений. Счетчики следует выбирать с учетом их допустимой перегрузочной способности.

Перед счетчиком, непосредственно включенным в сеть, на расстоянии не более 10 м по длине проводки для безопасной замены счетчика должен быть установлен коммутационный аппарат или предохранитель, позволяющий снять напряжение со всех фаз, присоединенных к счетчику.

После счетчика, включенного непосредственно в питающую сеть, должен быть установлен аппарат защиты возможно ближе к счетчику, но не далее чем на расстоянии 3 м по длине электропроводки. Если после счетчика отходят несколько линий, снабженных аппаратами

защиты, установка общего аппарата защиты не требуется. Если после счетчика отходят несколько линий, снабженных аппаратами защиты, которые размещены за пределами помещения, где установлен счетчик, то после счетчика должен быть установлен общий отключающий аппарат.

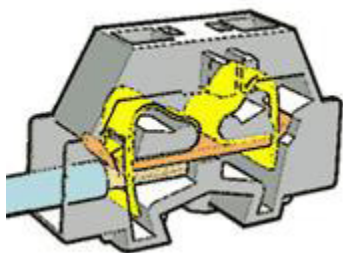


Рис. 16. Клеммник

На вводах в здания, если это признается целесообразным по условиям эксплуатации, разрешается устанавливать амперметры и вольтметр для контроля тока и напряжения в каждой фазе.

Под расчетными счетчиками при трансформаторном включении должны устанавливаться испытательные колодки (клеммники).



## Глава 8. Безопасность и качество устройства наружных электрических сетей

### Опоры воздушных линий электропередачи

#### *Общая характеристика опор воздушных линий*

Опоры воздушных линий поддерживают провода на необходимом расстоянии от поверхности земли, проводов других линий, крыш зданий и т. п. Опоры должны быть достаточно механически прочными в различных метеорологических условиях (ветер, гололед и пр.).

В качестве материала для опор на сельских линиях широко применяют древесину деревьев хвойных пород, в первую очередь сосны и лиственницы, а затем пихты и ели (для линий напряжением 35 кВ и ниже). Для траверс и приставок опор ель и пихту применять нельзя.

*Деревянные опоры* изготавливают из круглого леса — бревен со снятой корой. Стандартная длина бревен колеблется от 5 до 13 м через 0,5 м, а диаметр в верхнем отрубе — от 12 до 26 см через 2 см. Толщину бревна в комле, то есть в нижнем, толстом конце, определяют естественной конусностью ствола дерева. Изменение диаметра бревна на каждый погонный метр его длины, называемое сбегом, принимается 0,8 см. Чем больше длина бревен для опор (чем длиннее лес), тем выше стоимость кубического метра древесины. Древесина опор подвергается воздействию внешних условий и особенно переменной влажности в месте заделки в землю. Вследствие этого она загнивает, разрушается и, если не принять специальных мер, быстро выходит из строя.



Срок службы опор из непропитанной древесины составляет: для опор из сосны 4 - 5 лет, из лиственницы 14 -15 лет, из ели 3- 4 года. В южных районах, где высокие температуры способствуют ускоренному гниению древесины, срок службы непропитанных опор уменьшается в 1,5 - 2 раза против приведенных цифр. В связи с этим необходимо применять бревна, только пропитанные антисептиком, за исключением лиственницы зимней рубки, которая не требует пропитки.

Наилучшим способом антисептирования древесины опор признана пропитка ее каменноугольным маслом, получаемым при перегонке сырой каменноугольной смолы. Хорошие результаты дает также пропитка антраценовым маслом и флегмой. Влажность древесины должна быть не более 25 %.

Бревна, предназначенные для изготовления опор, при пропитке загружают в стальной цилиндр. В него вводят консервирующую жидкость и создают на некоторое время давление до

0,9 МПа для того, чтобы жидкость проникла в глубь древесины. После этого в цилиндре создают разрежение, чтобы жидкость стекла. На этом процесс пропитки заканчивается. Срок службы опор при описанном способе пропитки значительно увеличивается и достигает 25 - 30 лет. В зарубежной практике он принимается даже 35 - 40 лет.

Сосновую и еловую древесину можно пропитывать водорастворимыми антисептиками. Для этой цели рекомендуется доналит разных марок. При пропитке древесины в стальных цилиндрах под давлением влажность ее может быть в пределах от 30 до 80 %. Древесину загружают в цилиндр на 15 мин, создают в нем вакуум, затем на 1...2,5ч подают раствор антисептика под давлением 1,3 МПа.

Древесину при влажности 60 - 80 % можно пропитывать водорастворимыми антисептиками также в ваннах в течение 20 ч с последующим прогревом до 100 - 110 °С в течение 2 ч.

Древесину из ели, пихты и лиственницы перед пропиткой любым способом следует накалывать на глубину 15 мм. Длина накола 6 - 19 мм, ширина 3 мм. Сетка наколов зависит от вида пропитки.

Для увеличения срока службы опор, пропитанных водорастворимыми антисептиками, рекомендуют через 15 - 17 лет эксплуатации ставить на них антисептические бандажи. Бандаж ставят на часть опоры, расположенную выше поверхности земли на 30 см и ниже ее также на 30 см. Его изготавливают из полосы толя, рубероида или пергамина шириной 70 см. На опору наносят слой антисептической пасты, бандаж прибивают гвоздями и обвязывают проволокой. Столб возле бандажа и сам бандаж покрывают слоем битума.

Учитывая ядовитые и опасные в пожарном отношении свойства антисептиков, работу по пропитке древесины диффузионным методом проводят с соблюдением правил безопасности.

### *Железобетонные опоры воздушных линий*

Железобетонные опоры широко применяются на ВЛ до 500 кВ включительно. Срок службы железобетонных опор в среднем в два раза выше, чем деревянных, хорошо пропитанных опор. Отпадает необходимость в использовании древесины, повышается надежность электроснабжения.

При изготовлении железобетонных опор для обеспечения необходимой плотности бетона применяются виброуплотнение и центрифугирование. Виброуплотнение производится различными вибраторами (инструментами или навесными приборами), а также на вибростолах. Центрифугирование обеспечивает очень хорошее уплотнение бетона и требует специальных машин—центрифуг. На ВЛ 110 кВ и выше стойки опор и траверсы порталных опор – центрифугированные трубы, конические или цилиндрические. На ВЛ 35 кВ стойки – центрифугированные или из вибробетона, а для воздушных линий более низкого напряжения – только из вибробетона. Траверсы одностоечных опор – металлические оцинкованные.

### Металлические опоры воздушных линий

Металлические опоры (стальные), применяемые на линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше, достаточно металлоемкие и требуют окраски в процессе эксплуатации для защиты от коррозии. Устанавливают металлические опоры на железобетонных фундаментах. Независимо от конструктивного решения и схемы металлические опоры выполняются в виде пространственных решетчатых конструкций.



### Классификация опор воздушных линий по назначению

По назначению опоры воздушных линий разделяют на промежуточные, анкерные, угловые, концевые и специальные.

Промежуточные опоры предназначены только для поддержания проводов, их не рассчитывают на одностороннее тяжение. В случае обрыва провода с одной стороны опоры при креплении его на штыревых изоляторах он проскальзывает в вязке и одностороннее тяжение снижается. При подвесных изоляторах гирлянда отклоняется и тяжение также снижается.

Промежуточные опоры составляют подавляющее большинство (свыше 80 %) опор, применяемых на воздушных линиях.

На **анкерных опорах** провода закрепляют жестко, поэтому такие опоры рассчитывают на обрыв части проводов. К штыревым изоляторам на анкерных опорах провода крепят особенно прочно, увеличивая при необходимости число изоляторов до двух или трех. Часто на анкерных опорах вместо штыревых ставят подвесные изоляторы. Будучи более прочными, анкерные опоры ограничивают разрушения воздушных линий в аварийных случаях.



Для надежности работы линий анкерные опоры устанавливают на прямых участках не реже чем через 5 км, а при толщине слоя гололеда свыше 10 мм не реже чем через 3 км. Концевые опоры — это разновидность анкерных. Для них одностороннее тяжение проводов — не аварийное состояние, а основной режим работы.

**Угловые опоры** устанавливают в местах изменения направления воздушной линии. При нормальном режиме угловые опоры воспринимают одностороннее тяжение по биссектрисе внутреннего угла линии. Углом поворота линии считают угол, дополняющий до 180° внутренний угол линии.

При небольших углах поворота (до 20°) угловые опоры выполняют по типу промежуточных, для больших углов поворота (до 90°) — по типу анкерных.



**Специальные опоры** сооружают при переходах через реки, железные дороги, ущелья и т. п. Они обычно значительно выше нормальных, и их выполняют по особым проектам.

На воздушных линиях применяются специальные опоры следующих типов: *транспозиционные* – для изменения порядка расположения проводов на опорах; *ответвительные* – для выполнения ответвлений от основной линии; *переходные* – для пересечения рек, ущелий и т. д.

Транспозицию применяют на линиях напряжением 110 кВ и выше протяженностью более 100 км для того, чтобы сделать емкость и индуктивность всех трех фаз цепи ВЛ одинаковыми. При этом последовательно меняют на опорах взаимное расположение проводов по отношению друг к другу на разных участках линии. Провод каждой фазы проходит одну треть длины линии на одном, вторую – на другом и третью – на третьем месте. Одно такое тройное перемещение проводов называют циклом транспозиции

#### *Классификация опор воздушных линий по конструкции*

По конструкции различают опоры цельностоечные и составные из стоек и приставок. Деревянные опоры выполняют на деревянных либо на железобетонных приставках. При прохождении воздушных линий по местам, где возможны низовые пожары, следует применять опоры с железобетонными приставками. Для цельностоечных опор, которые желательно использовать, необходимо применять длинномерную антисептированную древесину высокого качества, что ограничивает их распространение.



Большинство промежуточных опор выполняют одностоечными. Анкерные и конечные опоры выполняют А-образными. Для напряжений 110 кВ и выше опоры промежуточного типа выполняют П-образными, а анкерного А — П-образными.

За рубежом при изготовлении анкерных, конечных и других сложных опор применяют оттяжки из стального троса. У нас они распространения не получили.

При сооружении опор воздушных линий должны быть выдержаны расстояния между проводами и другими предметами, находящимися в непосредственной близости от линии.



На линиях напряжением до 1 кВ в I - III районах гололедности расстояние между проводами должно быть не менее 40 см при вертикальном расположении проводов и наибольшей

стреле провеса 1,2 м, а в IV и особом районах по гололеду — 60 см. При других расположениях проводов во всех районах по гололеду при скорости ветра при гололеде до 18 м/с расстояние между проводами 40 см, а при скорости ветра более 18 м/с — 60 см.

Расстояние по вертикали между проводами разных фаз на опоре при ответвлении от воздушной линии и пересечении разных линий должно быть не менее 10 см. Расстояние между изоляторами ввода должно быть не менее 20 см.

При подвеске проводов линий напряжением до 1 кВ на общих опорах с проводами линий напряжением до 10 кВ включительно вертикальное расстояние между проводами высшего и низшего напряжений должно быть не менее расстояния, требуемого для линий высшего напряжения.

Наименьшее допустимое расстояние от проводов воздушных линий до поверхности земли или воды называют габаритом линии. Габарит линии зависит от районов, в которых она проходит.



На промежуточных опорах для напряжений 6 - 20 кВ, устанавливаемых в населенной местности, предусматривают двойное крепление проводов на штыревых изоляторах, а на анкерных и угловых опорах применяют подвесные изоляторы.

Железобетонные опоры, как правило, выполняют цельностоечными. Для напряжения 0,38 кВ их схемы напоминают схемы деревянных опор. На напряжении 0,38 кВ их применяют для подвески пяти, восьми и девяти проводов таких же и больших сечений, что и на деревянных опорах. Все промежуточные опоры выполняют одностоечными, свободно стоящими, а анкерные и угловые — с подкосами.

Для напряжений 35 кВ железобетонные опоры изготавливают без прокладки грозозащитного троса и с тросом. Последние применяют на подходах к трансформаторным подстанциям.

## Монтаж воздушных линий электропередачи

Электрические сети (ЭС), расположенные на открытых территориях вне зданий, часто выполняют **воздушными линиями (ВЛ)**. За длину пролета воздушной линии на местности принимают горизонтальное расстояние между центрами двух смежных опор.

**Анкерным участком** называют сумму длин пролетов между опорами анкерного типа. Под стрелой провиса проводов  $f$  при одинаковой высоте точек подвеса подразумевают вертикальное расстояние между линией, соединяющей точки подвеса, и нижней точкой провода.

За габарит линии  $H$  принимают наименьшее расстояние по вертикали при наибольшем провисании проводов до уровня земли или пересекаемых сооружений.



*Углом поворота трассы линии* называют угол между направлениями линий в смежных пролетах. Под *тяжением провода* понимают усилие, направленное по оси

провода. Механическое напряжение провода получают делением величины тяжения на величину площади поперечного сечения провода.

*Промежуточные опоры* устанавливают на прямых участках трассы воздушной линии. Эти опоры в нормальных условиях не должны воспринимать усилий, направленных вдоль воздушной линии.

*Угловые опоры* устанавливают в местах изменения направления трассы воздушной линии. Эти опоры в нормальных условиях должны воспринимать тяжение проводов смежных пролетов.

*Анкерные опоры* устанавливают на пересечениях с различными сооружениями, а так же в местах изменения количества, марок и сечений проводов. Эти опоры должны воспринимать в нормальных режимах работы от разности тяжения проводов, направленные вдаль воздушной линии. Анкерные опоры должны иметь жесткую конструкцию.

*Концевые опоры* устанавливают в начале и конце воздушной линии. А также в местах кабельных вставок. Они являются опорами анкерного типа.

*Ответвительные опоры* устанавливают в местах ответвления от воздушной линии.

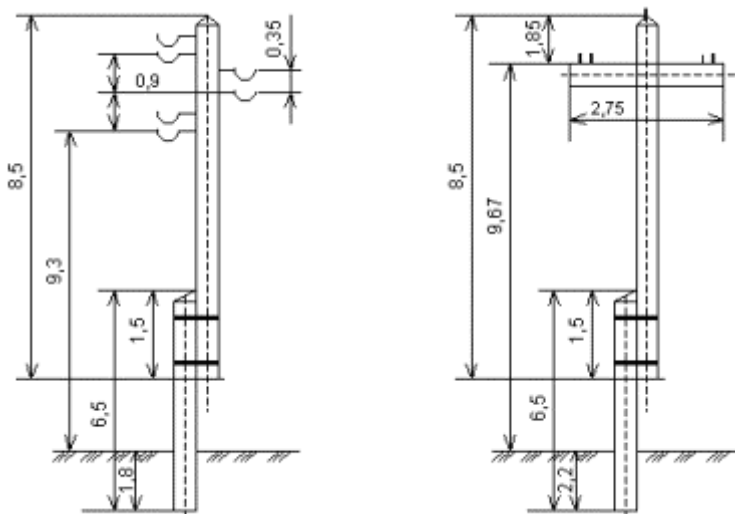
*Перекрестные опоры* устанавливают в местах пересечения воздушной линии в разных направлениях.

*Промежуточный пролет* – это расстояние по горизонтали между двумя смежными промежуточными опорами. На воздушной линии до 1 кВ длина пролетов от 30 до 50 м, а на воздушной линии выше 1 кВ длина пролетов от 100 до 250 м.



### Устройство и конструкции воздушных линий

Воздушные линии имеют следующие конструктивные элементы: провода, опоры, изолято-

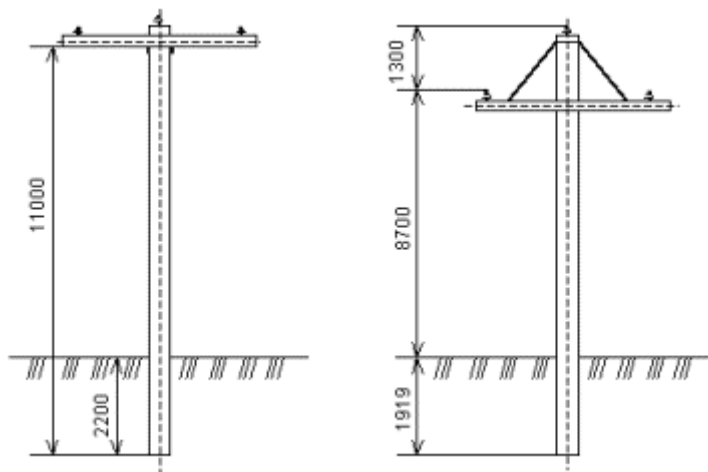


ры, арматуру для крепления проводов на изоляторах и изоляторов на опорах. Воздушные линии бывают одноцепные и двухцепные. Под одной цепью понимают три провода одной трехфазной линии или два провода однофазной линии. Для ВЛ применяют алюминиевые, сталеалюминиевые и стальные провода. Опоры для воздушных линий изготавливают из дерева и железобетона. Деревянные опоры просты в изготовлении,

дешевы, но недолговечны. Железобетонные опоры дороже, но прочнее.

При изготовлении деталей деревянных опор применяют пиломатериалы хвойных пород.

Железобетонные промежуточные опоры выполняют одностоечными с горизонтальным расположением проводов на штыревых изоляторах. Опоры рассчитаны на подвеску проводов марок А25 – А70, АС16 – АС50, и ПС25. высота штыря до 175 мм. штыри заземляют приваркой к выпускам арматуры из железобетонной траверсы.



Для ответвлений до 1 кВ к вводам зданий можно применять алюминиевые провода и из его сплавов сечением не менее  $16 \text{ мм}^2$

На воздушных линиях применяют штыревые изоляторы, которые доставляют к месту монтажа в решетчатых ящиках. Отбраковку изоляторов производят визуально перед отправкой их на трассу.



### *Сборка и установка опор воздушных линий*

Для сооружения воздушных линий напряжением до 1000 В применяются деревянные и железобетонные опоры. Деревянные опоры бывают разнообразных конструкций.

Для изготовления деревянных опор используют главным образом древесину деревьев хвойных пород (лиственницы, пихты, сосны и др.). Диаметр сосновых бревен для основных элементов опор (стоек, приставок, траверс, подкосов) воздушных линий до 1000 В должен быть не менее 14 см, а для вспомогательных деталей (ригелей, подтраверсных брусьев и т. п.) - не менее 12 см.

Древесина опор недолговечна и, например, срок службы деревянных непропитанных сосновых опор около 5 лет. Опасными разрушителями древесины являются столбовой грибок, розовый трутовик, шпальный грибок и такие насекомые, как жуки-рогохвосты, черные усачи и термиты.

Увеличение срока службы деревянных опор в 3 - 4 раза достигается путем обработки их различными химическими веществами - антисептиками, процесс обработки деревянных опор называют антисептированием. В качестве антисептиков применяют креозотовое масло, фтористый натрий, уралит, донолит и др.

Деревянные опоры изготавливают, антисептируют и собирают на специальных полигонах и стройзаводах, а затем на автомашинах с прицепами доставляют к месту установки.

Одностоечные деревянные опоры доставляют на трассу в собранном виде, а многостоечные (А-образные и др.) - частично собранными. Эти опоры собирают на месте.

Перед сборкой все детали опоры тщательно осматривают: у них не должно быть таких дефектов, как разрушение защитных покрытий (антисептических, антикоррозионных), повреждение резьбы болтов и шпилек, глубоких раковин на металлических хомутах и бандажах и т. п. В процессе эксплуатации наиболее быстро повреждается участок деревянной опоры, расположенный на 30 - 40 см ниже и выше уровня земли, т. е. в месте, где древесина наиболее интенсивно подвергается переменному воздействию атмосферных осадков и содержащейся в земле влаги.

В целях экономии древесины деревянные опоры делают составными - соединяют стойку опоры с деревянной или железобетонной приставкой (пасынком). Составные опоры образуют прочную конструкцию, применение которой повышает надежность работы воздушной линии электропередачи и срок ее службы.

Деревянные опоры широко применяются при строительстве воздушных линий, особенно в районах, богатых лесами, но, как уже указывалось, деревянные опоры недолговечны, поэтому они постепенно заменяются железобетонными опорами, срок службы которых составляет 50 - 60 лет.





Железобетонные опоры воздушных линий напряжением до 1 кВ имеют коническую форму и прямоугольное или кольцевое (круглое) сечение. Для облегчения массы стойку железобетонной опоры на значительной части ее длины делают пустотелой.

Железобетонные опоры снабжены жестким металлическим каркасом из арматурной стали, повышающим механическую прочность опоры, они служат для подвески на них проводов на траверсах или крюках: в последнем случае в теле опоры при ее изготовлении оставляют отверстия для установки в них крюков.

В железобетонной опоре имеется специальный вывод, приваренный к арматуре каркаса для присоединения его к нулевому проводу линии с заземленной нейтралью. Железобетонную опору устанавливают в блочных фундаментах или непосредственно в земле с подкладкой под нее железобетонной плиты.

Оснастка железобетонных опор производится практически так же, как оснастка деревянных опор, несколько отличаясь только некоторыми второстепенными операциями. Работы по оснастке опор выполняют до их подъема и установки в котловане, что позволяет применять различные механизмы и таким образом намного облегчить труд монтажников.

При прохождении воздушной линии по лесным и зеленым насаждениям вырубка просеки необязательна. Вертикальные и горизонтальные расстояния до проводов при наибольшей стреле провеса и небольшом отклонении до деревьев и кустов должно быть не менее 1 м.

Ямы под опоры бурят с применением буровых машин. При невозможности использования буровых машин ямы копают вручную.

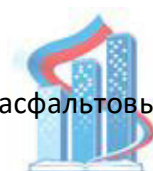
Под одностоечные опоры ямы бурят точно по оси трассы. Штангу бура при бурении размещают строго в вертикальном положении.

Размеры заглубления опор определяют по таблице в зависимости от высоты опор, числа укрепленных на опоре проводов, вида грунта, а также от способа производства земляных работ. При ручной копке ям, их копают на 30 – 50 см глубже.

Траверсы угловых опор располагают по биссектрисе угла поворота линии. На опоры наносят их порядковый номер и год установки. Нумерация опор идет от источника питания.

Траверсы, кронштейны и изоляторы устанавливают до подъема опоры. Изоляторы перед монтажом тщательно осматривают и отбраковывают. Изоляторы не должны иметь трещин, сколов, повреждений глазури. Чистка изоляторов металлическим предметом не допускается. Штыревые изоляторы навертываются на крюки или штыри, обмотанные паклей. Оси штыревых изоляторов располагают вертикально.

Крюки и штыри для предохранения от ржавчины порывают асфальтовым лаком.



Крепление проводов на штыревых изоляторах выполняют проволочными вязками.

Провода соединяют соединительными зажимами или сваркой. Провода можно соединять скруткой с последующей пайкой. Крепление проводов на опорах одинарное. Двойное крепление выполняется при пересечениях воздушной линии с линией связи и сигнализации, контактных проводов, дорог и в населенных пунктах.

Собранные и развезенные по трассе опоры, устанавливают по трассе с помощью бурильно-крановых машин или автокранов.

Штыревые изоляторы, закрепленные на крюках, на стволах деревянных опор без траверс. В опоре буром высверливают отверстия, в которые ввертывают хвосты крюков. Штыри с изоляторами для установки на траверсах закрепляются гайкой.

Стройка воздушной линии ведется поточным методом. Монтаж проводов разбивают на операции: раскатка проводов, соединение проводов, подъем проводов на промежуточные опоры, натяжка проводов и крепление проводов на анкерных и промежуточных опорах.

Раскатку проводов с барабанов производят тракторами или автомашинами и ведут от одной анкерной опоры до другой.

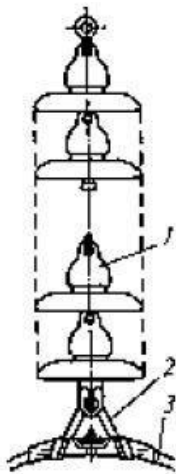
При раскатке отмечают места обнаруженных дефектов проводов. Перед натяжкой в этих местах выполняют ремонт.

## **Изоляторы воздушных линий электропередач**

Применяются следующие типы изоляторов:

- фарфоровые штыревые типа ШС-6, ШС-10 - для линий напряжением 6... 10 кВ;
- фарфоровые штыревые типа Ш-20, ШД-35 - для линий напряжением 20...35 кВ;
- подвесные фарфоровые или стеклянные изоляторы ПФ и ПС - для линий напряжением 35 кВ и выше.
- Изоляторы типа ШД и ШС крепятся к опорам на крюках и штырях. При напряжении 10 кВ и выше применяются только подвесные изоляторы, которые собираются в гирлянды).





**Рис. 17.** Гирлянда подвесных изоляторов:  
1 - изолятор; 2 - зажим для крепления провода; 3 - провод

Гирлянды подвесных изоляторов бывают поддерживающие и натяжные. Поддерживающие изоляторы располагаются вертикально на промежуточных опорах, натяжные гирлянды используются на анкерных опорах и находятся почти в горизонтальном положении. На ответственных участках ЛЭП применяют сдвоенные гирлянды. Число изоляторов в гирлянде зависит от напряжения ЛЭП, эффективной и нормированной длины пути утечки и материала опоры (требуемого уровня изоляции). На деревянных и железобетонных опорах при напряжении 35 кВ берется два подвесных изолятора в гирлянде, при напряжении 110 кВ - шесть изоляторов, при напряжении 220 кВ - двенадцать изоляторов. На металлических опорах берется на один-два изолятора больше. На воздушных линиях напряжением выше 220 кВ для защиты гирлянд от повреждений при возникновении дуги короткого замыкания применяются защитные рога и кольца.

## Монтаж трансформаторных подстанций и распределительных устройств

### *Технология монтажа комплектных распределительных устройств (КРУ) внутренней установки*

КРУ монтируются только в помещениях, где закончены все строительные работы.

Установочные конструкции под КРУ изготавливают из уголков или швеллеров, которые устанавливают горизонтально, выверяя по уровню. Неровность допускается 1 мм на 1 м длины и 5 мм по всей длине. Согласно [ПУЭ](#) эти конструкции присоединяют к контуру заземления полосовой сталью 40 x 4 мм не менее чем в двух местах.

При монтаже шкафов КРУ в помещении ширина прохода для однорядной установки должна быть равной длине выкатной тележки плюс 0,8 м, для двухрядной – длине одной тележки плюс 1 м. расстояние от шкафов до боковых стен не менее 0,1 м.

Монтаж камер КСО и шкафов КРУ начинают с крайней камеры. Проверяют правильность установки камеры по горизонтали и вертикали только после этого устанавливают следующую камеру. По окончании установки корпуса камер соединяют болтами, начиная с крайней камеры. В первую очередь затягивают нижние болты, а затем верхние.



ФАОУ ДПО - Государственная академия строительства и жилищно-коммунального комплекса

129329, Игарский пр., 2, Москва

С помощью шнура проверяют прямолинейность верхней части камер и при необходимости регулируют их положение с помощью стальных подкладок. Вкатывая тележку, проверяют правильность установки шкафов КРУ. Подвижные части тележки и неподвижные части шкафа должны совпадать, а положение тележки надежно фиксироваться. Особенно тщательно проверяют работу шторок, которые должны опускаться и подниматься без перекосов и заеданий, а также действие механической блокировки.

Выверенные шкафы КРУ и камеры КСО окончательно закрепляются электросваркой к установочной конструкции в четырех углах. Что также обеспечивает надежное заземление шкафов и камер. Далее выполняют монтаж сборных шин, соблюдая цвета фаз. Для этого необходимо снять с шинного отсека шкафа наружные листы. Ответительные шины присоединяют к сборным болтами.



Приборы и аппараты, снятые на время перевозки, устанавливают после монтажа шин и присоединяют к первичным и вторичным цепям согласно схемы.

Поверхности сборных шин в местах контактов промывают и смазывают вазелином. Эти поверхности нельзя зачищать напильником или наждачной шкуркой, так как на заводе эти места порыты специальным сплавом олова с цинком против коррозии.



После установки сборных шин всей секции затягивают болты всех контактных соединений. Проверяют работу выключателей, разъединителей, вспомогательных контактов и блокировочных устройств.

Ножи разъединителя в камерах КСО при включении должны входить в неподвижные контакты плавно, без перекосов на глубину 30 мм и не доходить до упора на 3 – 5 мм. Привод разъединителя должен автоматически запирается в крайних положениях фиксатором.

Выключатели типа ВМП – 10 после монтажа их на опорные конструкции, выверяют по вертикали и по осям камеры не допуская перекосов.

Приводы выключателей поступают на монтаж обычно в собранном и отрегулированном состоянии. Регулировку привода совместно с выключателем проводят по заводской инструкции.

После подсоединения отходящих и питающих кабелей и проводов цепей вторичной коммутации все металлические конструкции КРУ (КСО) присоединяют к сети заземления. Заземление выполняют приваркой рам корпусов камеры в двух местах к магистрали заземления.



### *КРУ наружной установки*

Комплектные распределительные устройства наружной установки (КРУН) применяют для распределительных устройств подстанций энергосистем, а также в составе КТП 35/6-10 кВ. Они состоят из отдельных шкафов.

Шкафы со встроенным оборудованием и коридором управления. Задняя стенка шкафов и боковые одновременно являются стенками помещения. Передняя часть шкафов оформлены аналогично передней части шкафов КРУ внутренней установки.

### *Технология монтажа КРУН*

До начала монтажа все работы по фундаменту под КРУН должны быть закончены. Фундамент проверяют на соответствие чертежам проекта. Особое внимание необходимо обратить на правильность выполнения закладных швеллеров-оснований под шкафы КРУН и надежность их крепления к фундаментным стойкам.

Закладные основания под КРУН выполняют из рихтованных швеллеров № 12. Несущую поверхность выполняют в одной плоскости, соединяют с контуром заземления не менее чем в двух местах полосовой сталью сечением 40 x 4 мм.



Шкафы КРУН к месту монтажа доставляются в упакованном виде. Перед установкой шкафов КРУН их снимают с поддонов тары, выкатывают тележки из корпуса КРУНа и устанавливают корпуса в соответствии со схемой их расположения в рапределительном устройстве.

Монтаж КРУН начинают с крайнего шкафа. Только после проверки правильности установки монтируемого шкафа, приступают к монтажу следующего. Соединяя корпуса шкафов КРУН на их боковинах для уплотнения прокладывают резиновую трубку, предварительно смазанную клеем. Крышу коридора управления монтируют и стыкуют с торцевой, передней и задней стенками распределительного устройства. Аналогично собирают следующую пару элементов передней стенки и крыши.

Затем монтируют последующие элементы передней стенки и крыши распределительного устройства. Со стороны еще пока неустановленной второй торцевой стенки КРУН закладывают сборные шины, закрепляют их на шинодержателях, к которым присоединяют отпайки. Далее устанавливают компенсаторы сборных шин, перегородки отсеков, ТСН, присоединяют к нему ошиновку, закрепляют задние стенки шкафов КРУН, собирают и закрепляют вторую торцевую стенку.

Корпуса шкафов КРУН не должны иметь качаний и перекосов. При вкатывании тележки в шкаф, тележка не должна иметь перекосов при любом ее положении в корпусе, т.е. при перемещениях тележки её колеса должны опираться на направляющие.



На крыше шкафов для монтажа отходящих воздушных линий или вводов закрепляют кронштейны. Они поставляются в разобранном виде вместе со шкафами КРУН. После этого монтируют ошиновку ввода, отходящей линии, делают связь со шкафа ввода на шкаф ТСН. В коридоре управления монтируют навесные шкафы вторичных цепей, блоки питания соленоидов включения выключателей и блоков питания оперативного тока, а также выключатели освещения. Выполняют монтаж освещения.

Силовые кабели монтируют через заднюю дверцу в задней стенке шкафа. Так как в шкафах КРУН дно металлическое, для прохода кабеля в нем вырезают необходимое количество отверстий. После прокладки силового кабеля это отверстие уплотняют для защиты от попадания внутрь влаги, снега, пыли. Монтаж вторичных цепей между шкафами КРУН сводится к соединению штепсельных разъемов. Затем соединяют оперативные шинки и шинки питания, присоединяют жилы контрольных кабелей внешних соединений.

#### *КТП внутренней установки*

Комплектные трансформаторные подстанции (КТП - [ГОСТ 14695-80\\*](#) «Подстанции трансформаторные комплектные мощностью от 25 до 2500 кВхА на напряжение до 10 кВ. Общие технические условия») внутренней установки состоят из трехфазных понижающих трансформаторов, высшего напряжения, которых 6 или 10 кВ, а низшее напряжение 0,4 кВ и шкафов РУ. Шкафы РУ изготавливают секционными, линейными и вводными. Они состоят из шинной и коммутационных частей, разделенных перегородками.



В шкафах распределительного устройства (РУ) напряжением до 1 кВ размещены коммутационная и защитная аппаратура: выдвижные универсальные автоматические выключатели, релейная аппаратура АВР, измерительные приборы, а также измерительные трансформаторы тока.

Схемы управления, защиты и сигнализации оборудования КТП выполняют на оперативном переменном токе. Подстанции имеют один или два трансформатора мощностью 250, 400, 630, 1000, 1600, и 2500 кВА., которые поставляются заполненными трансформаторным маслом с азотной подушкой или с маслорасширителем, а также сухими со стекловолокнистой изоляцией. КТП с трансформаторами, заполненными трансформаторным маслом, можно применять только при устройстве под ними маслосборных приемков и расстояние между двумя КТП не менее 10 м.

Комплектные трансформаторные подстанции укомплектовывают шкафами предупредительной сигнализации. В зависимости от заказа шкафы распределительного устройства укомплектовывают различными схемами.

### Монтаж комплектных трансформаторных подстанций

Приступая к монтажу комплектной трансформаторной подстанции внутренней установки проверяют оси подстанции, выверяют отметки основания под опорные швеллеры распределительного устройства и салазки трансформаторов, а также необходимые размеры строительной части.

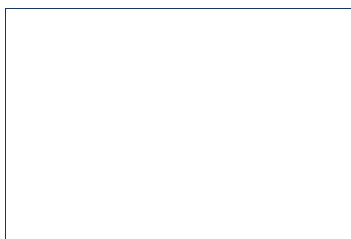
Блоки распределительного устройства поднимают инвентарными стропами, которые крепят за скобы. Если скобы отсутствуют, то блоки распределительного устройства устанавливают на фундаменты с помощью катков, выполненных из отрезков металлических труб. Если блоки распределительного устройства не имеют опорных швеллеров то увеличивают количество катков не менее четырех на блок.

Многоблочные распределительные устройства монтируют поэтапно. Блоки устанавливают поочередно, предварительно снимая специальные заглушки, которые закрывают выступающие концы шин. Установочные швеллеры шкафов соединяют сваркой с помощью перемычек из полосовой стали сечением 40 x 4 мм. после установки блоков приваривают шины заземления к опорным швеллерам.

Распределительные устройства соединяют с трансформатором гибкой перемычкой и закрывают коробом из листовой стали, который поставляется в комплекте с комплектной трансформаторной подстанцией. При выполнении присоединения к выводам трансформатора необходимо знать, что чрезмерные изгибающие усилия при затяжке гаек могут вызвать течь масла. Соединение шин выполняют с помощью болтов. Короб к трансформатору и вводному шкафу крепят болтами.



По окончании монтажа блоков КТП проверяют исправность проводки приборов, надежность крепления болтовых соединений, особенно контактных и заземляющих, работу механической блокировки, состояние изоляторов. После этого подсоединяют кабели высокого и низкого напряжения. Для заземления КТП швеллеры приваривают к контуру заземления в двух местах.



Устранение течи трансформаторного масла Т-1500 на трансформаторной группе ТИ-4 п/ст  
FLV, 12,1 Мб



ФАОУ ДПО - Государственная академия строительства и жилищно-коммунального комплекса

129329, Игарский пр., 2, Москва

## Монтаж проводов и грозозащитных тросов

Основным документом, по которому осуществляется монтаж проводов и грозозащитных тросов, является проект производства работ. Для выполнения основной операции при монтаже проводов – навески на опоры проводов – выполняется ряд подготовительных операций, в том числе:

- доставка барабанов с проводами на место их раскатки;
- доставка изоляторов и арматуры на пикеты, где производится их сборка;
- закладка якорей для промежуточной анкеровки проводов (если это требуется) в длинных анкерных пролетах.

### Раскатка проводов

Раскатка проводов производится после подписания акта, подтверждающего окончание работ по установке и выверке опор и ликвидации недоделок на опорах и оттяжках.

Главная задача при раскатке проводов – обеспечить сохранность проводов и оцинковки троса.

Вывозимые на трассу партии барабанов с проводом должны быть подобраны с одинаковыми или близкими строительными длинами провода (табл. 1).

**Таблица 1**

*Строительная длина сталеалюминиевых проводов для ВЛ по [ГОСТ 839-80\\*](#)*

| Номинальное сечение, мм <sup>2</sup> | Длина, м, не менее | Номинальное сечение, мм <sup>2</sup> | Длина, м, не менее | Номинальное сечение, мм <sup>2</sup> | Длина, м, не менее |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|
| 10                                   | 3000               | 95                                   | 1500               | 300                                  | 2000               |
| 16                                   | 3000               | 120                                  | 2000               | 330                                  | 2000               |
| 25                                   | 3000               | 150                                  | 2000               | 400                                  | 1500               |
| 35                                   | 3000               | 185                                  | 2000               | 450                                  | 1500               |
| 50                                   | 3000               | 205                                  | 2000               | 500                                  | 1500               |
| 70                                   | 2000               | 240                                  | 2000               | 550                                  | 1200               |

Характеристика деревянных барабанов для проводов и грозозащитных тросов приведена в табл. 2



Таблица 2

Характеристика деревянных барабанов для проводов ВЛ

| Номер барабана | Диаметр, мм |       | Длина шейки, мм | Диаметр осевого отверстия, мм | Масса барабана (с обшивкой), кг |
|----------------|-------------|-------|-----------------|-------------------------------|---------------------------------|
|                | щеки        | шейки |                 |                               |                                 |
| 5              | 500         | 200   | 230             | 35                            | 18                              |
| 6              | 600         | 200   | 250             | 35                            | 25                              |
| 8              | 800         | 450   | 230             | 50                            | 43                              |
| 8а             | 800         | 450   | 400             | 50                            | 51                              |
| 8б             | 800         | 450   | 500             | 50                            | 53                              |
| 10             | 1000        | 545   | 500             | 50                            | 56                              |
| 10а            | 1000        | 500   | 710             | 50                            | —                               |
| 12             | 1220        | 650   | 500             | 70                            | 132                             |
| 12а            | 1220        | 650   | 710             | 70                            | 151                             |
| 12б            | 1220        | 600   | 600             | 70                            | —                               |
| 14             | 1400        | 750   | 710             | 70                            | 217                             |
| 14а            | 1400        | 900   | 500             | 70                            | 200                             |
| 14б            | 1400        | 1000  | 600             | 70                            | 234                             |
| 14в            | 1400        | 750   | 710             | 70                            | —                               |
| 14г            | 1400        | 750   | 900             | 70                            | —                               |
| 16             | 1600        | 1200  | 600             | 70                            | 308                             |
| 16а            | 1600        | 800   | 800             | 80                            | —                               |
| 17             | 1700        | 900   | 750             | 80                            | 367                             |
| 17а            | 1700        | 900   | 900             | 80                            | 390                             |
| 18             | 1800        | 1120  | 900             | 80                            | 535                             |
| 18а            | 1800        | 900   | 1100; 900       | 80                            | 494                             |
| 18б            | 1800        | 1120  | 1100            | 80                            | —                               |
| 18в            | 1800        | 1120  | 1150            | 80                            | —                               |
| 20             | 2000        | 1220  | 1000            | 80                            | 763                             |
| 20а            | 2000        | 1000  | 1060            | 80                            | 725                             |
| 20б            | 2000        | 1500  | 1000            | 80                            | 941                             |
| 22             | 2200        | 1320  | 1000            | 100                           | 965                             |
| 22а            | 2200        | 1480  | 1050            | 100                           | 1029                            |
| 22б            | 2200        | 1680  | 1100            | 100                           | 1110                            |
| 22в            | 2200        | 1320  | 1150            | 100                           | —                               |
| 25             | 2500        | 1500  | 1300            | 120                           | 1540                            |
| 26             | 2650        | 1500  | 1500            | 120                           | 1812                            |
| 30             | 3000        | 1800  | 1800            | 150                           | 2334                            |
| 30а            | 3000        | 2500  | 1700            | 150                           | —                               |

Развозку барабанов с проводом и грозозащитным тросом производят в соответствии с картой развозки барабанов, на которой указывается место установки барабана и направление раскатки.

Раскатку барабанов с проводом производят либо с транспортеров, раскаточных тележек, саней, либо с неподвижных устройств, на которые с помощью вала устанавливают барабаны. Предпочтение отдается первому способу. Раскатку начинают от анкерной опоры на очень малой скорости, не допуская волочения проводов по земле. Оставшиеся на барабане 10–15 витков разматывают вручную в обратную сторону. При раскатке следующих барабанов оставляют концы, длиной по 2–3 м с каждой стороны для сращивания. При раскатке бараба-

нов необходимо добиваться синхронности работы раскаточного устройства и скорости движения трактора.

Раскатку проводов и канатов волочением можно применять только в тех случаях, когда исключается возможность их повреждения, например, по травяному покрову, гладкому льду, неглубокому снегу и т. п. Чтобы ограничить волочение проводов и канатов по земле, их при прохождении опор закладывают в раскаточные ролики и поднимают на опоры, после чего продолжают раскатку до следующей опоры. Во время раскатки ведется наблюдение за правильностью сматывания провода с барабана и повреждениями провода и троса.

Повреждения помечают и устраняют до подъема их на опоры. В зависимости от конструкции опор для ускорения работы одновременно раскатывают сразу несколько проводов.

Расщепленные провода в одной фазе раскатывают одновременно с раскаточных тележек, на которых установлены два или три барабана. Порядок производства работ при раскатке одновременно нескольких проводов тот же, что и при раскатке одного провода.

Раскатку проводов в горных условиях осуществляют в направлении снизу вверх. На отдельных коротких участках, где трактор не может пройти, раскатку производят с применением вспомогательного троса для протягивания проводов и канатов вручную или трактора с лебедкой. Диаметр троса лебедки выбирают: при раскатывании одного барабана – 11 мм; двух барабанов – до 15,5 мм; трех барабанов – до 17 мм.

При раскатке проводов встречающиеся на трассе препятствия, недоступные для прохода тракторов и машин, преодолеваются вручную или с помощью трактора и лебедки со вспомогательным тросом, установленными за пределами препятствия. При этом барабаны с проводом (тросом) располагают у последней опоры, ограничивающей препятствие, и производят раскатку вручную по всей длине препятствия. Затем провод (трос) укладывают в монтажные ролики и поднимают на опоры. Один конец провода, сходящий с барабана, прикрепляют к тяговому канату трактора или лебедки и вытягивают.

Для избежания волочения проводов по земле используются специальный комплект машин. Сначала по роликам, прикрепленным к элементам опоры, под тяжением раскатывают стальной тяговый канат диаметром 11–13 мм, а затем этим канатом, соединенным с проводом, под тяжением раскатывают провод, равный примерно половине проектной длины. Во время раскатки провод не должен касаться поверхности земли.

При раскатке провода тяговая машина создает натяжение на 20–25 % больше усилия тормозной машины. После раскатки на конце провода монтируют натяжной зажим для гирлянды изоляторов, которые прикрепляют к анкерной опоре.

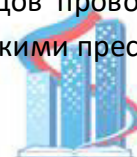
### Соединение проводов и грозозащитных тросов

Соединение сталеалюминиевых проводов и грозозащитных тросов производят одновременно с их раскаткой. Способы соединения сталеалюминиевых проводов и грозозащитных тросов ВЛ приведены в табл. 3.

**Таблица 3**  
Монтаж проводов и грозозащитных тросов

|            |   |       |     |     |                    |
|------------|---|-------|-----|-----|--------------------|
| АС 240/56  | – | САС   | САС | ПАС | ПАС-240            |
| АС 300/39  | – | САС   | САС | ПАС | ПАС-300,<br>ПА-400 |
| АС 300/48  | – | САС   | САС | ПАС | ПАС-300,<br>ПА-400 |
| АС 300/66  | – | САС   | САС | ПАС | ПАС-300,<br>ПА-400 |
| АС 300/67  | – | САС   |     |     | ПАС-300,<br>ПА-400 |
| АС 300/204 | – | САС   | –   | ПАС | ПАС-400            |
| АС 330/30  | – | САС   | САС | ПАС | ПАС-300,<br>ПА-400 |
| АС 330/43  | – | САС   | САС | ПАС | ПАС-300,<br>ПА-400 |
| АС 400/18  | – | САС   | САС | ПАС | ПАС-400,<br>ПА-500 |
| АС 400/22  | – | САС   | САС | ПАС | ПАС-400,<br>ПА-500 |
| АС 400/51  | – | САС   | САС | ПАС | ПАС-400,<br>ПА-500 |
| АС 400/64  | – | САС   | САС | ПАС | ПАС-400,<br>ПА-500 |
| АС 400/93  | – | САС   |     |     | ПАС-400,<br>ПА-500 |
| АС 450/56  | – | САС   | САС | ПАС | ПАС-400,<br>ПА-500 |
| АС 500/26  | – | САС   | –   | –   | ПАС-500            |
| АС 500/27  | – | САС   | САС | ПАС | ПАС-500            |
| АС 500/64  | – | САС   | САС | ПАС | ПАС-500,<br>ПА-625 |
| АС 500/336 | – | САСУС | –   | ПАС | –                  |
| АС 550/71  | – | САС   | –   | –   | ПАС-600            |
| С 50       | – | СВС   | СВС | –   | –                  |
| С 70       | – | СВС   | СВС | –   | –                  |
| С 100      | – | СВС   | –   | –   | –                  |

Примечание. Допускается соединение сталеалюминиевых проводов сечением до 185 мм<sup>2</sup> в пролетах методом скручивания с последующей сваркой выпущенных концов, а сечением 240 мм<sup>2</sup> и выше в шлейфах анкерных опор – сваркой концов проводов с последующим опрессованием алюминиевых корпусов зажимов гидравлическими прессами.



Перед соединением проводов важное значение имеет подготовка проводов и арматуры к соединению. Подготовка к соединению заключается в основном в очистке провода и арматуры от грязи, удалении оксида алюминия и смазки соединяемых концов. Подготовка должна производиться очень быстро, так как алюминий быстро окисляется.

*Соединение проводов методом скручивания.* Подготовленные соединяемые концы проводов с двух сторон внахлестку вводят в овальный соединительный зажим типа СОАС. На выступающие концы накладывают бандаж и устанавливают зажим в приспособление МИ-189А для проводов сечением до 35 мм<sup>2</sup> или в приспособление МИ-230А для проводов сечением от 50 до 185 мм<sup>2</sup>. Число оборотов должно быть не менее четырех. При соединении проводов марки АС 185 между ними вставляют вкладыш.

*Соединение проводов опрессованием* выполняют поэтапно. Перед опрессованием выправляют концы проводов и накладывают первый бандаж из проволоки. Концы проводов обрезают. Затем накладывают второй бандаж на расстоянии 115 мм от конца на проводах от АС 185/24 до АС 330/43 и 125 мм – на проводах от АС 330/66 и выше. Для проводов АС 400/18 и АС 400/22 это расстояние также равно 115 мм. На расстоянии 5 мм от второго банджа удаляют алюминиевые жилы, не допуская при этом повреждения стального сердечника. Свободный конец стального сердечника промывают бензином. На один конец стального сердечника надевают стальной сердечник зажима. Второй конец сердечника провода вводят в сердечник зажима с другой стороны, так чтобы проволоки второго конца проходили между проволоками первого сердечника и выходили с другой стороны на 10–15 мм с каждой стороны. Опрессовку стального сердечника зажима производят по всей длине от середины к концам, перекрывая предыдущее место опрессовки не менее чем на 5 мм. На очищенную поверхность алюминиевой части провода и сердечник зажима надвигают корпус зажима и опрессовывают его от середины к концам, перекрывая предыдущий сжим не менее чем на 5 мм. Провода соединяют с помощью зажима САС.

*Соединения проводов в шлейфах* выполняют петлевыми переходными зажимами типа ПАС или сваркой термитным патроном. При этом концы проводов опрессовывают лапками зажимов, а зажимы соединяют болтами. При переходе с одной марки проводов на другую в шлейфах анкерных опор устанавливают петлевые переходные прессуемые зажимы типа ПП. Опрессование лапок зажима производят приспособлением типа МИ.

Соединение грозозащитных тросов осуществляют с помощью соединительных зажимов типа СВС.

*Использование энергии взрыва.* Этот метод применяется для опрессования соединительных, шлейфовых, натяжных, ответвительных и ремонтных зажимов при соединении сталеалюминиевых проводов АС 240 – АС 500, АС 70/72, а также при соединении стальных канатов грозозащитных тросов С 50 и С 70. При этом опрессование стального сердечника и алюминиевой оболочки провода осуществляют за один раз. Соединение взрывом может выполняться на высоте. Опрессование взрывом может производиться только при наличии разре-

шения на право производства взрывных работ. Подготовку провода и монтаж зажимов при этом производят по технологии, аналогичной для опрессования гидравлическим способом.

Соединение проводов взрывом производят в соответствии с Технологическими правилами по производству работ при опрессовке проводов с использованием энергии взрыва.

*Соединение проводов сваркой термитными патронами* применяют при соединении проводов в шлейфах анкерных опор. Термитные патроны выпускаются двух типов: ПАС и ПА. Патроны ПАС состоят из стальной трубки, на которой запрессована термитная шашка, и алюминиевого вкладыша. Сбоку на шашке наносят красную метку. Патроны типа ПА состоят из трубки с надетой на нее термитной шашкой с вертикальным отверстием и колпачков или втулок, надеваемых на свариваемые провода. Соединение сталеалюминиевых проводов сваркой производят в соответствии с Типовой инструкцией по сварке неизолированных проводов с помощью термитных патронов.

*Опрессование натяжных зажимов типа НАС.* Перед опрессовкой петлевой части, анкера и линейной части натяжного зажима производится тщательная подготовка проводов. Концы соединяемых проводов промывают бензином на длину запрессовки в зажиме, протирают и наносят защитную смазку, после чего провод зачищают металлической щеткой до блеска. При опрессовании места опрессовки перекрываются следующим обжимом не менее чем на 5 мм.

При сооружении ВЛ в пролетах, пересекающих инженерные сооружения, допускается одно соединение на провод (трос) в следующих случаях: сталеалюминиевый провод сечением  $240 \text{ мм}^2$  с отношением алюминиевых проволок к стальным  $A: C > 4,29$ ; если отношение  $A: C > 1,46$  – при любом сечении провода; при расщепленной фазе из трех сталеалюминиевых проводов с отношением  $A: C > 4,29$  – сечением  $150 \text{ мм}^2$  и выше; в стальных канатах грозозащищенных тросов сечением  $120 \text{ мм}^2$  и более.

### *Натяжение проводов и тросов*

После окончания работ по раскатке и соединению проводов производят их подъем на опоры для визирования и окончательного закрепления. Натяжение может осуществляться отдельно каждого провода или одновременно двух или трех проводов через уравнивательные блоки.

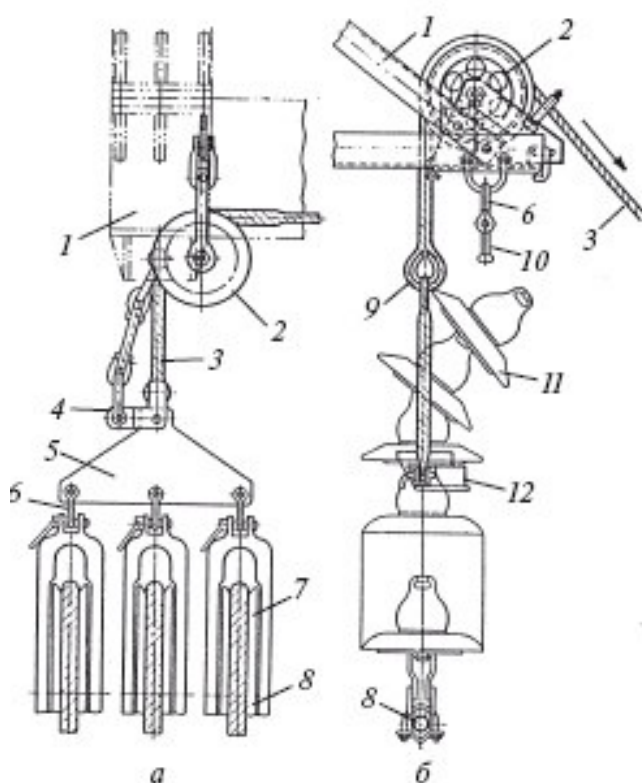
При вертикальном расположении проводов монтаж их начинается с верхних проводов, а при наличии грозозащитных тросов монтаж начинается с них. В ряде случаев целесообразно поднимать провода с гирляндами изоляторов и монтажными роликами. В таких случаях производят предварительную сборку гирлянд изоляторов.

Количество изоляторов в гирлянде и их тип зависят от напряжения линии, материала опор, механических нагрузок и определяются проектной организацией. Изоляторы, имеющие трещины, сколы, царапины глазури, плохую оцинковку, к сборке не допускаются. Собирают

гирлянды вершинами в сторону подъема. В собранной гирлянде к верхнему ее изолятору прикрепляют серьгу, а к нижнему – ушко.

В собираемую гирлянду устанавливают все элементы арматуры, за исключением натяжного или поддерживающего зажима, который крепится вместе с проводом.

Все замки изоляторов устанавливают так, чтобы запирающие концы замков были расположены книзу у натяжных гирлянд и в сторону стойки опоры у поддерживающих гирлянд. Подъем монтажного подвеса и гирлянды изоляторов с проводом и монтажным роликом производится через специальные такелажные блоки, укрепленные на траверсе опоры у места подвеса гирлянды (рис. 6).



**Рис. 18.** Схема подъема монтажного подвеса с проводами ВЛ 500 кВ (а) и подъема гирлянды изоляторов с проводами ВЛ 220 кВ (б): 1 – траверса опоры; 2 – блок; 3 – такелажный трос; 4 – монтажное промежуточное звено; 5 – коромысло; 6 – скоба СК-8; 7 – раскаточный ролик; 8 – провод; 9 – коуш; 10 – серьга СР-6; 11 – изолятор; 12 – захват

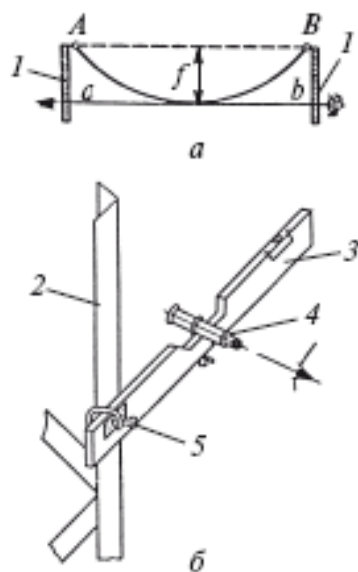
Во избежание перегрузки траверсы устанавливают два отводных блока. Один из них укрепляют на стойке опоры траверсы, а другой – на стойке опоры внизу. Подъемный трос пропускают через блоки и к одному его концу крепят гирлянду или монтажный ролик, а к другому концу – тяговый механизм (трактор, вездеход или другой механизм). Поднятую гирлянду или ролик с проводом присоединяют к узлу крепления гирлянды на траверсе опоры. После подвески всех гирлянд с проводом на одной опоре монтажную оснастку перемещают на другую опору и т. д. После подъема проводов на опоры производят их натягивание. Во время натягивания проводов обе анкерные опоры, между которыми проводится натяжка, должны быть усилены временно устанавливаемыми оттяжками. Если опоры рассчитаны на одностороннее тяжение проводов, оттяжки можно не устанавливать.

Натягивание производят последовательно. К траверсе первой анкерной опоры крепят монтажный ролик, а выше ролика – блок. В монтажный ролик закладывают провод (трос), а че-

рез блок пропускают тяговый трос. Один конец троса закрепляют к монтажному зажиму, а другой – к тяговому трактору.

Тяговый механизм (трактор) устанавливают от анкерной опоры на расстоянии не менее 50 м по направлению монтажа. Трактором подтягивают раскатанный провод и на расстоянии, достаточном для выбора слабины провода, устанавливают на проводе монтажный натяжной зажим с закрепленным к нему тросом. Провода подготовлены к натяжке. Одновременно с подготовкой к натягиванию проводов на промежуточных опорах пролетов, в которых будут визироваться стрелы провеса провода, устанавливают визирные рейки, по которым производят глазомерное визирование.

Рейки устанавливают на стойки опор горизонтально, перпендикулярно к натягиваемым проводам. Высоту установки визирных реек определяют как сумму расстояния от места крепления монтажного ролика к траверсе до оси провода, лежащего на раскаточном ролике, и величины провеса. Визирные рейки, установленные на опорах на расчетной высоте, крепят вязальной проволокой или специальными струбцинами (рис. 7).



**Рис. 19.** Схема визирования проводов (а) и приспособление для визирования проводов (б):  $ab$  – линия визирования;  $AB$  – прямая, соединяющая точки подвеса гирлянд изоляторов;  $f$  – стрела провеса провода; 1 – визирные рейки, укрепленные на опорах; 2 – стойка опоры; 3 – рейка с уровнем; 4 – окуляр; 5 – струбцина для крепления

При анкерном пролете меньше 3 км визирование проводят в двух промежуточных пролетах, а при пролете больше 3 км – в каждой трети анкерного участка.

Визирование проводов производят два электролинейщика, расположенные на опорах так, чтобы глаз наблюдателя был на уровне рейки. При натяжении электролинейщик смотрит на рейку соседней опоры, определяя подъем нижней точки провода до уровня прямой линии, соединяющей обе визирующие линейки. При достижении такого совпадения он подает сигнал другому электролинейщику, который отмечает положение провода на анкерной опоре. При горизонтальном расположении проводов первым визируется средний провод, а при вертикальном – визирование начинается с верхнего провода. Как правило, провод сначала

натягивают выше уровня визирования на 0,3–0,5 м и выдерживают на этой высоте 5—10 мин для его вытягивания.

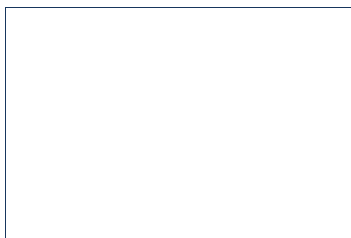
После окончательного визирования и нанесения необходимых отметок провод опускают на землю и монтируют натяжной зажим. Закрепив гирлянду на траверсе, проводят повторное визирование и определяют фактическую стрелу провеса.

Перекладку проводов из раскаточных роликов в поддерживающие зажимы производят как наверху, так и внизу со спуском провода на землю. Поддерживающий зажим при его монтаже на земле устанавливают на отметке провода (троса), сделанной перед отцеплением ролика от траверсы. Одновременно на проводе монтируют гасители вибрации.

В отдельных случаях, например, при пересечении автомобильных и железных дорог, линии электропередачи и связи, рек, оврагов и т. п., монтаж проводов (тросов) осуществляется методом отмера проводов. Аналитически, с учетом длины пролета и заданного провеса, вычисляют необходимую длину провода. Монтаж проводов методом отмера выполняется в соответствии с Методическими указаниями по монтажу проводов (тросов) на переходах ВЛ методом отмера без предварительной вытяжки и визирования, разработанными институтом «Оргэнергострой».

Монтаж проводов на переходах через судоходные реки, каналы, железные и автомобильные дороги, линии электропередачи, линии связи и другие объекты осуществляется в соответствии с ППР, разработанными для каждого перехода и согласованными с владельцами объектов.

Монтаж проводов на горных склонах выполняют специально подготовленные рабочие, владеющие техникой альпинизма. Они должны иметь специальную одежду, быть оснащены специальным альпинистским снаряжением и инструментом, средствами сигнализации. Работы выполняются в соответствии с проектом производства работ.



Защитное заземление. Молниезащита  
FLV, 66,4 Мб



ФАОУ ДПО - Государственная академия строительства и жилищно-коммунального комплекса

129329, Игарский пр., 2, Москва



## Глава 9. Устройство наружных линий связи, в том числе телефонных, радио, телевидения

### Телефонизация объектов капитального строительства

*Телефонизация предполагает проведения полного комплекса работ по телефонизации зданий и сооружений и включает в себя:*

- 1) Получение всех необходимых документов, а именно, в процессе разработки проекта телефонизации объекта-новостройки выполняются следующие работы:
  - получение технических условий на телефонизацию объекта;
  - оформление допуска на работу с технической документацией;
  - работа в техучете телефонного узла с технической документацией для выбора оптимальной трассы прокладки кабеля в телефонной канализации;
  - разработка проекта наружных сетей телефонизации с учетом технических условий и требований;
  - разработка проекта внутренней сети телефонизации с учетом технических условий и требований;
  - получение всех необходимых согласований для сдачи проекта наружных и внутренних сетей телефонизации.
  
- 2) В случае если телефонизация объекта предполагает **проектирование телефонной канализации**, выполняются следующие работы:
  - заказ геоподосновы;
  - оформление допуска на работу с технической документацией;
  - работа в техучете телефонного узла с технической документацией для выбора оптимальной трассы строительства телефонной канализации;
  - разработка трассы кабельной канализации (части проекта телефонной канализации), устройство колодцев (при наличии сводного плана сетей и технических условий эксплуатирующей организации);
  - изготовление продольных профилей кабельной канализации (части проекта телефонной канализации);
  - разработка проекта телефонной канализации;
  - получение согласований смежных организаций, эксплуатирующей организации;
  - согласование проекта телефонной канализации в техучете.

Таким образом, **проект телефонизации** включает в себя разделы:

- внутренняя сеть телефонизации;
- внешние сети телефонизации;



- телефонная канализация.

В условиях сложившейся застройки, телефонные узлы часто выдают технические условия на **вынос линейно-кабельных сооружений из зоны строительства**, что требует разработки дополнительного проекта на вынос ЛКС. Объем работ по выносу линейно-кабельных сооружений сопоставим с объемом работ по телефонизации объекта, и, как правило, включает в себя разделы:

- вынос внешних сетей телефонизации;
- телефонная канализация.

Результатом работ по телефонизации зданий и сооружений является получение Акта приемки телефонизации.

### *Безопасность наружных линий связи*

Защита линии связи, выходящих за пределы охраняемых помещений или за пределы всего объекта, представляет собой очень серьезную проблему, так как эти линии чаще всего оказываются бесконтрольными, и к ним могут подключаться различные средства съема информации.

Экранирование информационных линий связи между устройствами технических средств передачи информации (ТСПИ) имеет целью, главным образом, защиты линий от наводок, создаваемых линиями связи в окружающем пространстве. Наиболее экономичным способом экранирования является групповое размещение информационных кабелей в экранирующем изолированном коробе. Когда такой короб отсутствует, приходится экранировать отдельные линии связи.

Для защиты линий связи от наводок необходимо разместить линию в экранирующую оплетку или фольгу, заземленную в одном месте, чтобы избежать протекания по экрану токов, вызванных неэквипотенциальностью точек заземления. Для защиты линий связи от наводок необходимо минимизировать площадь контура, образованного прямым и обратным проводом линии. Если линия представляет собой одиночный провод, а возвратный ток течет по некоторой заземляющей поверхности, то необходимо максимально приблизить провод к поверхности. Если линия образована двумя проводами, имеет большую протяженность, то ее необходимо скрутить, образовав бифиляры (витую пару). Линии, выполненные из экранированного провода или коаксиального кабеля, по оплетке которого протекает возвратный ток, также должны отвечать требованиям минимизации площади контура линии.

Наилучшую защиту одновременно от изменений напряженности электрического и магнитного полей обеспечивают информационные линии связи типа экранированного бифиляра, трифиляра (трех скрученных вместе проводов, из которых один используется в качестве электрического экрана), триаксиального кабеля (изолированного коаксиального кабеля, по-

мещенного в электрический экран), экранированного плоского кабеля (плоского многопроводного кабеля, покрытого с одной или с обеих сторон медной фольгой).

Для уменьшения магнитной и электрической связи между проводами необходимо сделать следующее:

- уменьшить напряжение источника сигнала или тока;
- уменьшить площадь петли;
- максимально разнести цепи;
- передавать сигналы постоянным током или на низких частотах;
- использовать провод в магнитном экране с высокой проницаемостью;
- включить в цепь дифференциальный усилитель.

### *Безопасность цифровых АТС*

Появление на отечественном рынке и внедрение в эксплуатацию современных импортных цифровых АТС приводят к повышению уязвимости телефонных сетей связи и информационных ресурсов организаций.

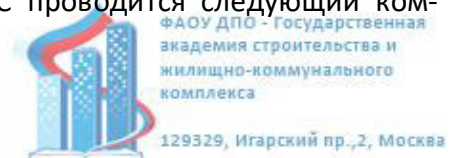
Незащищенная ЦАТС, являющаяся в повседневных условиях основным средством управления, а в ряде случаев базовым средством при создании телекоммуникационных сетей, может подвергаться определенным угрозам, таким как:

- вывод из строя технических средств ЦАТС;
- прослушивание переговоров внутренних абонентов;
- прослушивание помещений, в которых установлены телефонные аппараты, в т.ч. при положенной трубке;
- копирование, изменение персональных данных абонентов.
- копирование, изменение тарификационных данных.
- несанкционированное использование услуг, предоставляемых ЦАТС.

В соответствии с законодательством РФ, информационные системы органов государственной власти, организации, которые обрабатывают документированную информацию с ограниченным доступом, а также средства защиты этих систем, подлежат обязательной сертификации по требованиям безопасности информации.

Юридические и физические лица, в соответствии со своими полномочиями владеющие информацией о гражданах, получающие и использующие ее, несут ответственность за нарушение режима защиты, обработки и порядка использования этой информации в соответствии с законодательством РФ.

Для обеспечения безопасной эксплуатации цифровых АТС проводится следующий комплекс работ:



- СЕРТИФИКАЦИЯ систем разграничения доступа к средствам администрирования цифровых АТС на соответствие требованиям руководящих документов ФСТЭК России.
- АУДИТ технологии эксплуатации ЦАТС, по результатам которого разрабатываются заключение и рекомендации по блокированию потенциальных угроз.
- Проверка правильности и корректности настроек программного обеспечения и конфигурации цифровой АТС на объекте.
- Определение и установка необходимых технических и программно-аппаратных средств защиты, в т.ч. на телефонные аппараты, разработка и реализация организационно-распорядительных мероприятий по защите.
- АТТЕСТАЦИЯ цифровых АТС, как объектов информатизации, на соответствие требованиям ФСТЭК России по безопасности информации с оформлением аттестатов соответствия по установленной форме.

## Радиофикация

Радиофикация - это система звукового вещания, в которой звук (речь, музыка) передаётся большому числу слушателей (абонентам) посредством электрических колебаний, распространяющихся по проводным сетям (автономным вещательным либо телефонным). Звуковой сигнал поступает на центральную усилительную станцию из центра чрезвычайных ситуаций либо через станцию междугородной телефонной связи из областного, или столичного центра МЧС. На различных участках линий радиофикации номинальное (рабочее) напряжение в проводах различно: обычно 960 в — в магистральных фидерных линиях, 120 в — в распределительных фидерных линиях, 30 в — в абонентских линиях. Все усилительные станции и трансформаторные подстанции крупных узлов системы автоматизированы и управляются дистанционно с центральной усилительной станции. В менее крупных городах и населённых пунктах городского типа узел радиофикации структурно может быть ограничен 3, 2 или 1 звеном. Высокая надёжность работы системы радиофикации обеспечивается резервированием усилителей и питанием трансформаторных подстанций по двум фидерам — от разных опорных усилительных станций, а также системой локализации повреждений в сети.

Сигнал вещания поступает на усилительную станцию в районном центре с междугородного вещательного канала, существуют также варианты когда этот сигнал принимается радиоприёмником, установленным на усилительной станции. Распределительная сеть радиовещания строится таким образом чтобы к станции были подсоединены фидерные линии, по которым осуществляется трансляция в соседние населённые пункты. Зачастую надёжность линий и качество звучания передаваемых программ плохие. Поэтому в тех местах, где возможен устойчивый радиоприём на УКВ частотах, часто устанавливают сельские автоматизированные узлы САУ. В таких районах вещательные программы принимают на станции таких же узлов от ближайшей передающей радиостанции. По кодированным командам производится автоматическое включение и выключение узлов, которые передаются той же радиостанцией.

Линии радиофикации в городах, как правило, воздушные и проходят над крышами зданий. Сети выполняются из стальных либо биметаллических проводов. В сельской местности и городской местности используют преимущественно воздушные проводные сети, хотя существуют и подземные кабельные.

*Основные технические показатели системы радиофикации:* диапазон воспроизводимых частот (50 — 10 000 гц для городов и 100—6000 гц для сельской местности при неравномерности частотной характеристики < 6 дб), коэффициент гармоник (< 6% на низшей частоте при номинальном напряжении в линии), отношение сигнал/помеха (не менее 50—55 дб).

*Главные достоинства радиофикации* - ее высокая экономичность и надёжность, высокое качество передачи, простота в обращении с абонентским громкоговорителем.

В соответствии с распоряжением Правительства Москвы от 20.05.93г. №902-РН радиофикации подлежат офисы, служебные и технические помещения, а также помещения с круглосуточным дежурством (помещения связи, пожарной охраны, посты охраны, диспетчерские, технические помещения и кабинеты руководства) вне зависимости от назначения здания. Для электропитания 3-х программных громкоговорителей рядом с радиорозетками предусматривается установка электророзеток напряжением 220в. Перспектива развития этой системы связана в основном с необходимостью оповещения населения в соответствии с требованиями гражданской обороны, поэтому присоединение к центрам радиофикации является обязательным при вводе в эксплуатацию нового здания.

*В процессе разработки проекта радиофикации выполняются следующие работы:*

- получение технических условий;
- выполнение технического обследования;
- разработка технического задания для архитекторов на установку закладных элементов;
- разработка проекта с учетом технических условий и требований.

Получение всех необходимых для сдачи проекта согласований. В проекте внутренней сети радиофикации предусматривается организация абонентской радиотрансляционной сети от абонентского трансформатора до ограничительных коробок.

Радиофикация зданий осуществляется на основании следующих нормативных документов для проектирования систем радиофикации:

- [ВСН 60-89](#) «Устройства связи, сигнализации и диспетчеризации инженерного оборудования жилых и общественных зданий. Нормы проектирования»
- [ГОСТ Р 21.1703-2000](#) «Правила выполнения рабочей документации проводных средств связи»

## Оптоволоконные технологии

Оптический кабель может передавать данные с очень высокой пропускной способностью. Оптоволокну обладает отличными трансмиссионными характеристиками, высокой емкостью передаваемых данных, потенциалом для дальнейшего увеличения пропускной способности и устойчивостью к электромагнитным и радиочастотным помехам.

Световод состоит из сердцевины и защитного стеклянного внешнего слоя (оболочки). Оболочка служит в качестве отражающего слоя, с помощью которого световой сигнал удерживается внутри сердцевины. Оптический кабель может состоять только из одного световода, но на практике, он содержит множество световодов. Световоды уложены в мягкий защитный материал (буфер), а он, в свою очередь, защищен жестким покрытием. В широкораспространенных световодах, диаметр оболочки составляет 125 микрон. Размер сердцевины в распространенных типах световодов составляет 50 микрон и 62,5 микрон для многомодового оптоволокну и 8 микрон для одномодового оптоволокну. Вобщем-то, световоды характеризуются соотношением размеров сердцевины и оболочки, например 50/125, 62,5/125 или 8/125.

Световые сигналы передаются через оптоволокну и принимаются электронным оборудованием на другом конце кабеля. Это электронное оборудование, называемое оконечным оборудованием волоконно-оптической линии связи, преобразует электрические сигналы в оптические, и наоборот. Одно из преимуществ оптоволокну, кстати, состоит в том, что пропускную способность сети на базе оптоволокну можно увеличить простой заменой электронного оборудования на обоих концах кабеля.

Многомодовое и одномодовое оптоволокну отличаются емкостью и способом прохождения света. Наиболее очевидное отличие заключается в размере оптической сердцевины световода. Более конкретно, многомодовое волокну может передавать несколько мод (независимых световых путей) с различными длинами волн или фазами, однако больший диаметр сердцевины приводит к тому, что вероятность отражения света от внешней поверхности сердцевины повышается, а это чревато дисперсией и, как следствие, уменьшением пропускной способности и расстояния между повторителями. Грубо говоря, пропускная способность многомодового оптоволокну составляет около 2,5 Гбит/с. Одномодовое оптоволокну передает свет только с одной модой, однако меньший диаметр означает меньшую дисперсию, и в результате сигнал может передаваться на большие расстояния без повторителей. Проблема в том, что как само одномодовое оптоволокну, так и электронные компоненты для передачи и приема света стоят дороже. Одномодовое волокну имеет очень тонкую сердцевину (диаметром 10 микрон или менее). Из-за малого диаметра световой пучок отражается от поверхности сердцевины реже, а это ведет к меньшей дисперсии. Термин «одномодовый» означает, что такая тонкая сердцевина может передавать только один световой несущий сигнал. Пропускная способность одномодового оптоволокну превышает 10 Гбит/с.

Волоконно-оптическая проводка, как и проводка УТР, имеет физическую и логическую топологии. Физическая топология - это схема проводки оптического кабеля между зданиями и внутри каждого здания для создания основы гибкой логической топологии.

Одним из наилучших, если не самым лучшим, источником практической информации по физической проводке кабелей является руководство BISI Telecommunications Distribution Method (TDM) за 1995 год. TDM представляет основу для формирования топологии сети с проводкой из оптического кабеля в соответствии с принятыми стандартами. TDM и стандарт на связную проводку для коммерческих зданий (ANSI/TIA/EIA-568A) рекомендуют физическую топологию типа звезда для соединения между собой волоконно-оптических магистралей как внутри, так и вне зданий. Конечно, физическая топология во многом определяется взаимным расположением и внутренней планировкой зданий, а также наличием готовых кабелепроводов. Несмотря на то, что иерархическая звездообразная топология обеспечивает наибольшую гибкость, она может оказаться невыгодной по чисто финансовым соображениям. Но даже физическое кольцо лучше, чем вообще отсутствие оптической кабельной магистрали.

Число световодов в кабеле называется числом волокон. К сожалению, ни один опубликованный стандарт не определяет, сколько световодов должно быть в кабеле.

Поэтому проектировщик должен сам решить, сколько световодов будет в каждом кабеле и сколько из них будет одномодовыми.

Оптический кабель, в котором одна часть световодов одномодовые, а другая - многомодовые, называется гибридным. При выборе числа волокон и комбинации одномодовых и многомодовых волокон помните, что производители оптического кабеля, как правило, изготавливают кабели с числом волокон кратным 6 или 12. Кабели, производимые на продажу, обычно гораздо дешевле кабелей, сделанных на заказ, с уникальным числом и комбинацией волокон.

Спецификаций на оптоволоконно существует сотни, они охватывают все возможные аспекты - от физических размеров до пропускной способности, от плотности на разрыв до цвета защитного материала. Защитный материал (буфер) предохраняет световод от повреждения, и он обычно маркируется разным цветом для простоты идентификации. Практические параметры, которые необходимо знать, - это длина, диаметр, оптическое окно (длина волны), затухание, пропускная способность и качество волокна. В спецификациях на оптоволоконно длина указывается в метрах и километрах.

Многомодовое оптоволоконно может быть нескольких диаметров, но наиболее распространено из них оптоволоконно с соотношением сердцевины к оболочке 62,5 на 125 микрон. Именно это многомодовое оптоволоконно мы будем использовать во всех примерах данной статьи. Размер 65,2/125 называется в спецификации ANSI/TIA/EIA-568A стандартным для проводки в зданиях. Одномодовое оптоволоконно имеет один стандартный размер - 9 микрон

(плюс-минус один микрон). Помните, если ваше оконечное оборудование волоконно-оптических линий связи предусматривает применение оптоволокна специального диаметра и вы собираетесь и дальше его использовать, то, скорее всего, оно не будет работать с оптоволокном обычного диаметра.

Оптическое окно - это длина световой волны, которую волокно передает с наименьшим затуханием. Длина волны измеряется обычно в нанометрах (нм). Самые распространенные значения длины волны - 850, 1300, 1310 и 1550 нм. Большинство волокон имеет два окна - т. е. свет может передаваться на двух длинах волн. Для многомодовых световодов это 850 и 1310 нм, а для одномодовых - 1310 и 1550 нм.

Затухание характеризует величину потери сигнала и аналогично сопротивлению в медном кабеле. Затухание измеряется в децибелах на километр (дБ/км). Типичное затухание для одномодового волокна составляет 0,5 дБ/км при длине волны в 1310 нм и 0,4 дБ/км при 1550 нм. Для многомодового волокна эти величины равны 3,0 дБ/км при 850 нм и 1,5 дБ/км при 1300 нм. Благодаря тому, что оно тоньше, одномодовое волокно позволяет передавать сигнал с тем же затуханием на более дальние расстояния, чем эквивалентное многомодовое волокно.

Спецификацию на кабели составляют исходя из максимально допустимого затухания (т. е. наихудшего сценария), а не типичной величины потерь. Так, максимальная величина затухания при указанных длинах волн для одномодового 1,0/0,75 дБ/км и 3,75/1,5 дБ/км для многомодового. Чем шире оптическое окно, т. е. чем длиннее волна, тем меньше затухание для кабелей обоих типов. Спецификация затухания может выглядеть, например, так: максимальное затухание одномодового волокна должно быть 0,5 дБ/км при окне 1310 нм или максимальное затухание многомодового волокна должно быть 3,75/1,5 дБ/км для оптического окна 850/1300 нм.

Пропускная способность или емкость данных, передаваемых по световоду, обратно пропорциональна затуханию. Иными словами, чем меньше затухание (дБ/км), тем шире полоса пропускания в МГц. Минимально допустимая пропускная способность для многомодового волокна должна быть 160/500 МГц при 850/1300 нм при максимальном затухании 3,75/1,5 дБ/км. Эта спецификация отвечает требованиям FDDI и TIA/EIA-568 для Ethernet и Token Ring.

Волокно может быть трех различных типов в зависимости от необходимых характеристик оптической передачи: стандартное, высококачественное и премиумное. Волокно более высокого качества используется обычно для удовлетворения более жестких требований к протяженности кабеля и затуханию сигнала.



## Сети 4-го поколения (4G)

**4G** — перспективное (четвёртое) поколение мобильной связи, характеризующееся высокой скоростью передачи данных и повышенным качеством голосовой связи. К четвёртому поколению принято относить перспективные технологии, позволяющие осуществлять передачу данных со скоростью, превышающей 100 Мбит/с подвижным абонентам и 1 Гбит/с стационарным.

В отличие от 3G, стандартизованного Международным союзом электросвязи как IMT-2000, общепринятого определения для 4G по состоянию на 2009 г. не существует. Сторонники технологии WiMAX иногда утверждают, что WiMAX относится к четвёртому поколению мобильной связи, однако этот вопрос ещё не решён точно, так как стандарт WiMax пока лишь частично удовлетворяет условиям вхождения в 4G.

Основные исследования при создании систем связи четвёртого поколения ведутся в направлении использования технологии ортогонального частотного уплотнения OFDM.

Системы связи 4G основаны на пакетных протоколах передачи данных. Для пересылки данных используется протокол IPv4, а также, в будущем планируется поддержка IPv6.

Сейчас во многих технически развитых странах ещё используются технологии 3G и 3,5G. Впрочем, многие страны стремятся сразу перейти к сетям 4G, «перескочив» 3G. По этому же стандарту строятся сети в США, Японии, Корее, Китае и Никарагуа. 14 декабря 2009 года Шведская телекоммуникационная компания TeliaSonera объявила о запуске первой в мире коммерческой сети четвёртого поколения стандарта LTE в Стокгольме и Осло. Первым городом в России, поддерживающим стандарт LTE, стала Казань.

С технической точки зрения, основное отличие сетей четвёртого поколения от третьего, заключается в том, что технология 4G полностью основана на протоколах пакетной передачи данных, в то время как 3G соединяет в себе передачу голосового трафика и «пакетов». Для «голоса» в 4G предусмотрена технология VoIP, позволяющая совершать голосовые звонки, применяя быструю «пакетную» передачу данных.

Международный союз электросвязи и 4G Alliance (основными участниками которого являются ZTE Corporation и другие китайские компании) определяют технологию 4G как следующий этап развития беспроводной телекоммуникации, которая позволит достичь скорости передачи данных до 1 Гбит/с в условиях стационарного применения и до 100 Мбит/с в условиях обмена данными с мобильными устройствами доступа. Технология 4G, в частности, позволит абонентам смотреть многоканальные телетрансляции высокой чёткости и управлять домашней бытовой техникой с помощью мобильного устройства, совершать дешёвые междугородные телефонные звонки.

Для этой системы связи используется диапазон сантиметровых волн (3600MHz), не так хорошо проходящих через здания, как дециметровые волны 3G системы. Сантиметровые волны при высоких уровнях сигнала могут оказывать биологическое воздействие, возможно поэтому стандарт 4G не принят МККР.

Оператор сотовой связи МТС запустил в коммерческую эксплуатацию сеть четвертого поколения (4G) на базе технологии LTE в Узбекистане. Сеть развернута в центральной части Ташкента в частотном диапазоне 2,5-2,7 ГГц, лицензию на использование которого узбекская дочерняя компания МТС получила в октябре 2009 года. Поставщиком оборудования для строительства сети является китайская Huawei Technologies.

ИП ООО COSCOM (предоставляющее свои услуги под торговой маркой UCell), второй оператор сотовой связи в Узбекистане, сообщает о запуске мобильной сети четвертого поколения 4G, работающего по протоколу LTE (Long-Term Evolution). Теперь компания может предложить услуги на базе нового поколения мобильного широкополосного доступа к сети на скоростях до 100 Мбит/с.

Следует отметить, что UCell является частью группы TeliaSonera, которая является первой в мире, запустившей коммерческие услуги 4G в 2009 году для своих клиентов в Стокгольме и в Осло. В 2010 году расширение 4G сети TeliaSonera продолжается в 25 городах и зон отдыха в Швеции и 4 городов в Норвегии. В первом полугодии 2010 года TeliaSonera также внедрила пилотные сети 4G для клиентов в Финляндии, Дании, Литве, Эстонии и Латвии.

#### *Проблемы*

- Недостаток аппаратов, способных работать с сетями 4G, заключается в их высоком энергопотреблении.
- Наиболее важной проблемой распространения 4G является низкая активность инвесторов. Развитие сетей четвертого поколения задерживает то, что сети 3G имеют высокий потенциал интенсивного и экстенсивного развития.

#### *LTE - Long Term Evolution*

Стандарты [третьего поколения](#) позволяют предоставить широкий перечень мультимедийных услуг и поддерживают скорости передачи данных до 14Мбит/сек. Это вполне соответствует запросам абонентов в настоящее время. Однако, объемы передаваемой информации в телекоммуникационных сетях растут с каждым днем. Чтобы удовлетворить потребности пользователей по скорости передачи данных и набору услуг хотя бы на 20 лет вперед необходим новый стандарт, уже четвертого поколения.

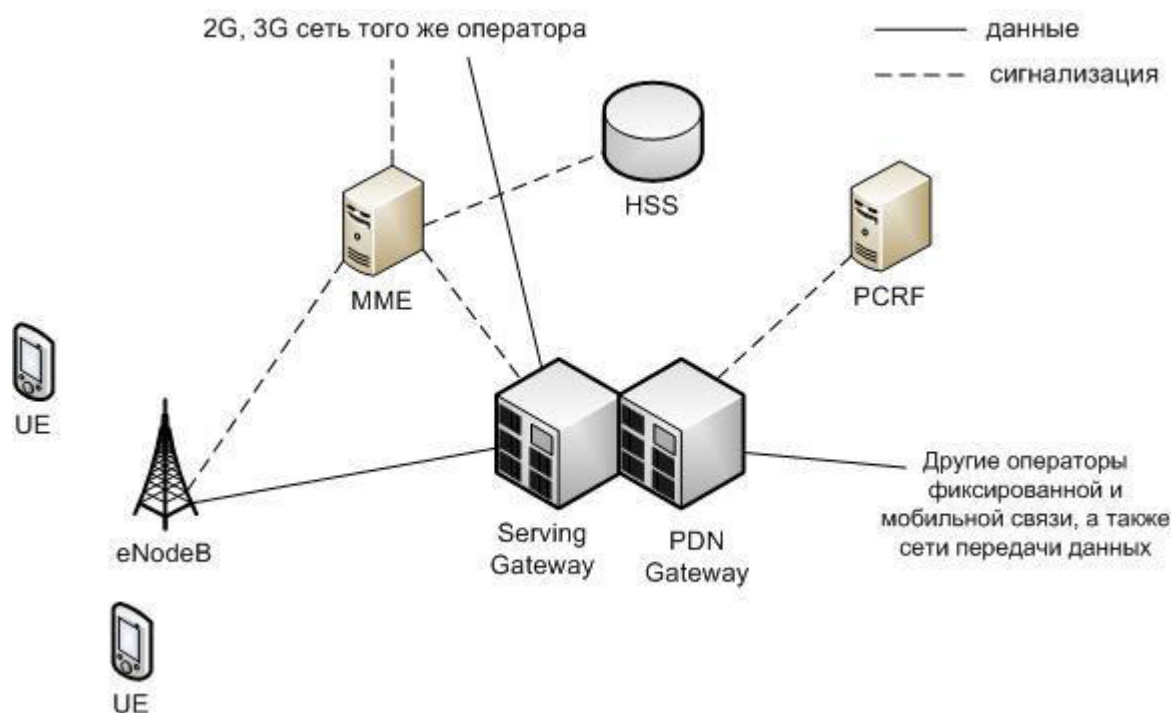
Работа над первым стандартом четвертого поколения - LTE (Long Term Evolution) началась в 2004 году организацией 3GPP. Главными требованиями, которые предъявлялись в процессе работы над стандартом были следующие:

- Скорость передачи данных выше 100 Мбит/сек.
- Высокий уровень безопасности системы
- Высокая энергоэффективность
- Низкие задержки в работе системы
- Совместимость со стандартами второго и третьего поколений

В конце 2009 года в Швеции была запущена в коммерческую эксплуатацию первая сеть стандарта LTE.

Сети LTE поддерживают скорости передачи данных до 326,4 Мбит/сек. К примеру, загрузка фильма в хорошем качестве займет менее одной минуты. Таким образом, верхняя планка по скорости передачи данных практически снимается.

Рассмотрим структуру сети LTE:



### Структура сети стандарта LTE

Из схемы сети LTE, представленной выше, уже видно, что структура сети сильно отличается от сетей стандартов [2G](#) и [3G](#). Существенные изменения претерпела и подсистема базовых станций, и подсистема коммутации. Была изменена технология передачи данных между оборудованием пользователя и базовой станцией. Также подверглись изменению и протоколы передачи данных между сетевыми элементами. Вся информация (голос, данные) передается в виде пакетов. Таким образом, уже нет разделения на части обрабатывающие либо только голосовую информацию, либо только пакетные данные.

Можно выделить следующие основные элементы сети стандарта LTE:

Serving SAE Gateway или просто Serving Gateway ([SGW](#)) – обслуживающий шлюз сети LTE. Предназначен для обработки и маршрутизации пакетных данных поступающих из/в подсистему базовых станций. По сути, заменяет [MSC](#), [MGW](#) и [SGSN](#) сети [UMTS](#). [SGW](#) имеет прямое соединение с сетями второго и третьего поколений того же оператора, что упрощает передачу соединения в /из них по причинам ухудшения зоны покрытия, перегрузок и т.п.

- Public Data Network (PDN) SAE Gateway или просто PDN Gateway ([PGW](#)) – шлюз к/от сетей других операторов. Если информация (голос, данные) передаются из/в сети данного оператора, то они маршрутизируются именно через [PGW](#).
- Mobility Management Entity ([MME](#)) – узел управления мобильностью. Предназначен для управления мобильностью абонентов сети LTE.
- Home Subscriber Server ([HSS](#)) – сервер абонентских данных. [HSS](#) представляет собой объединение [VLR](#), [HLR](#), [AUC](#) выполненных в одном устройстве.
- Policy and Charging Rules Function ([PCRF](#)) – узел выставления счетов абонентам за оказанные услуги связи.

Все перечисленные выше элементы относятся к системе коммутации сети LTE. В системе базовых станций остался лишь один знакомый нам элемент – базовая станция, которая получила название [eNodeB](#). Этот элемент выполняет функции и базовой станции, и контроллера базовых станций сети LTE. За счет этого упрощается расширение сети, т.к. не требуется расширение емкости контроллеров или добавления новых.

**WiMAX** (англ. *Worldwide Interoperability for Microwave Access*) — телекоммуникационная технология, разработанная с целью предоставления универсальной беспроводной связи на больших расстояниях для широкого спектра устройств (от рабочих станций и портативных компьютеров до мобильных телефонов). Основана на стандарте [IEEE 802.16](#), который также называют Wireless MAN (WiMAX следует считать жаргонным названием, так как это не технология, а названия форума, на котором Wireless MAN и был согласован).

Название «WiMAX» было создано WiMAX Forum — организацией, которая была основана в июне 2001 года с целью продвижения и развития технологии WiMAX. Форум описывает WiMAX как «основанную на стандарте технологию, предоставляющую высокоскоростной беспроводной доступ к сети, альтернативный выделенным линиям и [DSL](#) «Максимальная скорость — до 1 Гбит/сек..

WiMAX подходит для решения следующих задач:

- Соединения точек доступа [Wi-Fi](#) друг с другом и другими сегментами Интернета.
- Обеспечения беспроводного широкополосного доступа как альтернативы выделенным линиям и DSL.

- Предоставления высокоскоростных сервисов передачи данных и телекоммуникационных услуг.
- Создания точек доступа, не привязанных к географическому положению.
- Создания WiMAX систем удалённого мониторинга (monitring системы), как это имеет место в системе (SCADA)

WiMAX позволяет осуществлять доступ в Интернет на высоких скоростях, с гораздо большим покрытием, чем у Wi-Fi сетей. Это позволяет использовать технологию в качестве «магистральных каналов», продолжением которых выступают традиционные DSL- и выделенные линии, а также локальные сети. В результате подобный подход позволяет создавать масштабируемые высокоскоростные сети в рамках городов.

### *Фиксированный и мобильный вариант WiMAX*

Набор преимуществ присущ всему семейству WiMAX, однако его версии существенно отличаются друг от друга. Разработчики стандарта искали оптимальные решения как для фиксированного, так и для мобильного применения, но совместить все требования в рамках одного стандарта не удалось. Хотя ряд базовых требований совпадает, нацеленность технологий на разные рыночные ниши привела к созданию двух отдельных версий стандарта (вернее, их можно считать двумя разными стандартами). Каждая из спецификаций WiMAX определяет свои рабочие диапазоны частот, ширину полосы пропускания, мощность излучения, методы передачи и доступа, способы кодирования и модуляции сигнала, принципы повторного использования радиочастот и прочие показатели. А потому WiMAX-системы, основанные на версиях стандарта IEEE 802.16 e и d, практически несовместимы. Краткие характеристики каждой из версий приведены ниже.

- *802.16-2004 (известен также как 802.16d и фиксированный WiMAX).* Спецификация утверждена в 2004 году. Используется ортогональное частотное мультиплексирование ([OFDM](#)), поддерживается фиксированный доступ в зонах с наличием либо отсутствием прямой видимости. Пользовательские устройства представляют собой стационарные модемы для установки вне и внутри помещений, а также [PCMCIA](#)-карты для ноутбуков. В большинстве стран под эту технологию отведены диапазоны 3,5 и 5 ГГц. По сведениям WiMAX Forum, насчитывается уже порядка 175 внедрений фиксированной версии. Многие аналитики видят в ней конкурирующую или взаимодополняющую технологию проводного широкополосного доступа DSL.
- *802.16-2005 (известен также как 802.16e и мобильный WiMAX).* Спецификация утверждена в 2005 году. Это — новый виток развития технологии фиксированного доступа (802.16d). Оптимизированная для поддержки мобильных пользователей версия поддерживает ряд специфических функций, таких как хэндовер (англ.), *idle mode* и роуминг. Применяется масштабируемый OFDM-доступ (SOFDMA), возможна работа при наличии либо отсутствии прямой видимости. Планируемые частотные диапазоны для сетей Mobile WiMAX таковы: 2,3-2,5; 2,5-2,7; 3,4-3,8 ГГц. В мире реализованы несколько пилотных проектов, в том числе первым в России свою сеть развернул «Скартел». Кон-

курентами 802.16е являются все мобильные технологии третьего поколения (например, [EV-DO](#), [HSDPA](#)).

Основное различие двух технологий состоит в том, что фиксированный WiMAX позволяет обслуживать только «статичных» абонентов, а мобильный ориентирован на работу с пользователями, передвигающимися со скоростью до 120 км/ч. Мобильность означает наличие функций роуминга и «бесшовного» переключения между базовыми станциями при передвижении абонента (как происходит в сетях сотовой связи). В частном случае мобильный WiMAX может применяться и для обслуживания фиксированных пользователей.

### *Широкополосный доступ в Интернет*

Многие телекоммуникационные компании делают большие ставки на использование WiMAX для предоставления услуг высокоскоростной связи. И тому есть несколько причин.

Во-первых, технологии семейства 802.16 позволят экономически более эффективно (по сравнению с проводными технологиями) не только предоставлять доступ в сеть новым клиентам, но и расширять спектр услуг и охватывать новые труднодоступные территории.

Во-вторых, беспроводные технологии многим более просты в использовании, чем традиционные проводные каналы. WiMAX и Wi-Fi сети просты в развертывании и по мере необходимости легко масштабируемы. Этот фактор оказывается очень полезным, когда необходимо развернуть большую сеть в кратчайшие сроки. К примеру, WiMAX был использован для того чтобы предоставить доступ в Сеть выжившим после цунами, произошедшего в декабре 2004 года в Индонезии (Асеh). Вся коммуникационная инфраструктура области была выведена из строя и требовалось оперативное восстановление услуг связи для всего региона.

В сумме все эти преимущества позволят снизить цены на предоставление услуг высокоскоростного доступа в Интернет как для бизнес структур, так и для частных лиц.

### *Пользовательское оборудование*

Оборудование для использования сетей WiMAX поставляется несколькими производителями и может быть установлено как в помещении (устройства размером с обычный DSL-модем), так и вне него. Следует заметить что оборудование, рассчитанное на размещение внутри помещений и не требующее профессиональных навыков при установке, конечно, более удобно, однако способно работать на значительно меньших расстояниях от базовой станции, чем профессионально установленные внешние устройства. Поэтому оборудование, установленное внутри помещений требует намного больших инвестиций в развитие инфраструктуры сети, так как подразумевает использование намного большего числа точек доступа.

С изобретением мобильного WiMAX все больший акцент делается на разработке мобильных устройств. В том числе специальных телефонных трубок (похожи на обычный мобильный [смартфон](#)), и компьютерной периферии ([USB](#) радио модулей и [PC card](#)).

### Wi-Fi и WiMAX

Сопоставления WiMAX и [Wi-Fi](#) далеко не редкость — термины созвучны, название стандартов, на которых основаны эти технологии, похожи (стандарты разработаны IEEE, оба начинаются с «802.»), а также обе технологии используют беспроводное соединение и используются для подключения к интернету (каналу обмена данными). Но, несмотря на это, эти технологии направлены на решение совершенно различных задач.

| Сравнительная таблица стандартов беспроводной связи |           |                   |   |  |  |
|---|-----------|-------------------|---|--|--|
| Технология  | Стандарт  | Использование     | Пропускная способность                                      | Радиус действия  | Частоты  |
| Wi-Fi   | 802.11a   | WLAN              | до 54 Мбит/с  | до 100 метров  | 5,0 ГГц  |
| Wi-Fi   | 802.11b   | WLAN              | до 11 Мбит/с  | до 100 метров  | 2,4 ГГц  |
| Wi-Fi   | 802.11g   | WLAN              | до 54 Мбит/с  | до 100 метров  | 2,4 ГГц  |
| Wi-Fi   | 802.11n   | WLAN              | до 300 Мбит/с (в перспективе до 450, а затем до 600 Мбит/с) | до 100 метров  | 2,4 — 2,5 или 5,0 ГГц  |
| WiMax   | 802.16d   | WMAN              | до 75 Мбит/с  | 6-10 км  | 1,5-11 ГГц   |
| WiMax   | 802.16e   | Mobile WMAN       | до 40 Мбит/с  | 1-5 км   | 2.3-13.6 ГГц   |
| WiMax   | 802.16m   | WMAN, Mobile WMAN | до 1 Гбит/с (WMAN), до 100 Мбит/с (Mobile WMAN)             | н/д (стандарт в разработке)                                | н/д (стандарт в разработке)                                      |
| Bluetooth v. 1.1.                                   | 802.15.1  | WPAN              | до 1 Мбит/с   | до 10 метров   | 2,4 ГГц  |
| Bluetooth v. 1.3.                                   | 802.15.3  | WPAN              | от 11 до 55 Мбит/с  | до 100 метров  | 2,4 ГГц  |
| Bluetooth v. 3.0.                                   | 802.11    | WPAN              | от 3 Мбит/с до 24 Мбит/с                                    | до 100 метров  | 2,4 ГГц  |
| UWB   | 802.15.3a | WPAN              | 110-480 Мбит/с  | до 10 метров   | 7,5 ГГц  |
| ZigBee  | 802.15.4  | WPAN              | от 20 до 250 Кбит/с   | 1-100 м  | 2,4 ГГц (16 каналов), 915 МГц (10 каналов), 868 МГц (один канал) |
| Инфракрасный порт                                   | IrDa      | WPAN              | до 16 Мбит/с  | от 5 до 50 сантиметров, односторонняя связь — до 10 метров |  |

- WiMAX это система дальнего действия, покрывающая километры пространства, которая обычно использует лицензированные спектры частот (хотя возможно и использование нелицензированных частот) для предоставления соединения с интернетом типа точка-точка провайдером конечному пользователю. Разные стандарты семейства 802.16 обеспечивают разные виды доступа, от мобильного (схож с передачей данных с

мобильных телефонов) до фиксированного (альтернатива проводному доступу, при котором беспроводное оборудование пользователя привязано к местоположению).

- Wi-Fi это система более короткого действия, обычно покрывающая десятки метров, которая использует нелицензированные диапазоны частот для обеспечения доступа к сети. Обычно Wi-Fi используется пользователями для доступа к их собственной локальной сети, которая может быть и не подключена к Интернету. Если WiMAX можно сравнить с мобильной связью, то Wi-Fi скорее похож на стационарный беспроводной телефон.
- WiMAX и Wi-Fi имеют совершенно разный механизм Quality of Service (QoS). WiMAX использует механизм, основанный на установлении соединения между базовой станцией и устройством пользователя. Каждое соединение основано на специальном алгоритме планирования, который может гарантировать параметр QoS для каждого соединения. Wi-Fi, в свою очередь, использует механизм QoS подобный тому, что используется в [Ethernet](#), при котором пакеты получают различный приоритет. Такой подход не гарантирует одинаковый QoS для каждого соединения.

Из-за дешевизны и простоты установки, Wi-Fi часто используется для предоставления клиентам быстрого доступа в Интернет различными организациями. Например, в некоторых кафе, отелях, вокзалах и аэропортах можно обнаружить бесплатную точку доступа Wi-Fi.

#### *Принцип работы. Основные понятия*

В общем виде WiMAX сети состоят из следующих основных частей: базовых и абонентских станций, а также оборудования, связывающего базовые станции между собой, с поставщиком сервисов и с Интернетом.

Для соединения базовой станции с абонентской используется высокочастотный диапазон радиоволн от 1,5 до 11 ГГц. В идеальных условиях скорость обмена данными может достигать 70 Мбит/с, при этом не требуется обеспечения прямой видимости между базовой станцией и приёмником.

WiMAX применяется как для решения проблемы «[последней мили](#)», так и для предоставления доступа в сеть офисным и районным сетям.

Между базовыми станциями устанавливаются соединения (прямой видимости), использующие диапазон частот от 10 до 66 ГГц, скорость обмена данными может достигать 140 Мбит/с. При этом, по крайней мере одна базовая станция подключается к сети [провайдера](#) с использованием классических проводных соединений. Однако, чем большее число БС подключено к сетям провайдера, тем выше скорость передачи данных и надёжность сети в целом.



Структура сетей семейства стандартов IEEE 802.16 схожа с традиционными [GSM](#) сетями (базовые станции действуют на расстояниях до десятков километров, для их установки не обязательно строить вышки — допускается установка на крышах домов при соблюдении условия прямой видимости между станциями).

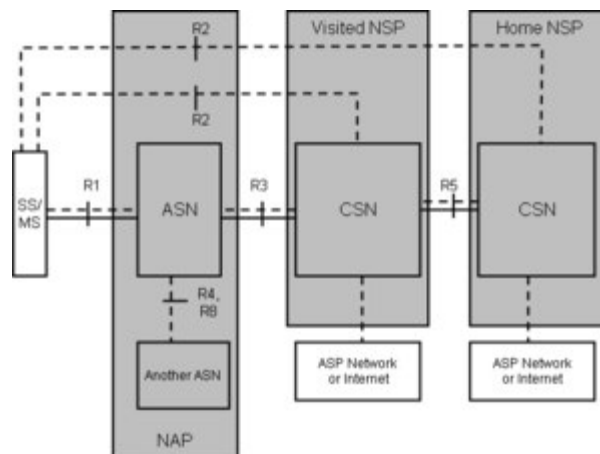
Режимы работы. MAC / канальный уровень

В Wi-Fi сетях все пользовательские станции, которые хотят передать информацию через точку доступа (AP), соревнуются за «внимание» последней. Такой подход может вызвать ситуацию, при которой связь для более удалённых станций будет постоянно обрываться в пользу более близких станций. Подобное положение вещей делает затруднительным использование таких сервисов как [Voice over IP](#) (VoIP), которые очень сильно зависят от непрерывного соединения.

Что же касается сетей 802.16, в них [MAC](#) использует алгоритм планирования. Любой пользовательской станции стоит лишь подключиться к точке доступа, для неё будет создан выделенный слот на точке доступа, недоступный другим пользователям.

### Архитектура

WiMAX Forum разработал архитектуру, которая определяет множество аспектов работы WiMAX сетей: взаимодействия с другими сетями, распределение сетевых адресов, аутентификация и многое другое. Приведённая иллюстрация даёт некоторое представление об архитектуре сетей WiMAX.



### WiMAX Архитектура

- SS/MS: (the Subscriber Station/Mobile Station)
- ASN: (the Access Service Network)
- BS: (Base station), базовая станция, часть ASN
- ASN-GW: (the ASN Gateway), шлюз, часть ASN
- CSN: (the Connectivity Service Network)
- HA: (Home Agent, часть CSN)



- NAP:(a Network Access Provider)
- NSP: (a Network Service Provider)

*ASN (Access Service Network)* — сеть доступа.

*ASN Gateway* — предназначен для объединения трафика и сообщений сигнализации от базовых станций и дальнейшей их передачи в сеть CSN.

*BS (Base Station)* — базовая станция. Основной задачей является установление, поддержание и разъединение радио соединений. Кроме того, выполняет обработку сигнализации, а также распределение ресурсов среди абонентов.

*CSN (Connectivity Service Network)* — сеть обеспечения услуг.

*HA (Home Agent)* — элемент сети, отвечающий за возможность роуминга. Кроме того, обеспечивает обмен данными между сетями различных операторов.

Следует заметить, что архитектура сетей WiMax не привязана к какой-либо определённой конфигурации, обладает высокой гибкостью и масштабируемостью.



## Словарь

|   |   |
|---|---|
| <b>Газовая сеть низкого давления</b>                      | по величине давления, под которым транспортируется газ, сети разделяются на следующие группы: <i>низкого давления</i> , работающие под давлением газа до 0,05 ат; среднего давления — св. 0,05 ат и до 3 ат, высокого давления — свыше 3 ат до 6 ат. В отдельных случаях газопроводы высокого давления могут иметь давление более 6 и до 12 ат.<br><a href="#">в тексте ↑</a> |
| <b>Гидравлическое испытание</b>                           | один из наиболее часто используемых видов неразрушающего контроля, проводящееся с целью проверки прочности и плотности сосудов, трубопроводов, теплообменников, насосов и другого оборудования, работающего под давлением, их деталей и сборочных единиц.<br><a href="#">в тексте ↑</a>   |
| <b>Горючие материалы</b>                                  | группы разделяются в соответствии с <a href="#">ГОСТ 30244-94</a> «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть».<br><a href="#">в тексте ↑</a>  |
| <b>Задвижки чугунные клиновые с выдвигаемым шпинделем</b> | применяются в качестве запорных устройств на трубопроводах для топливного и коксового газа с температурой до +250 <sup>0</sup> С, воды и пара с температурой до +225 <sup>0</sup> С.<br><a href="#">в тексте ↑</a>  |
| <b>Испытание на герметичность</b>                         | процесс испытания на непроницаемость для газов и жидкостей поверхностей, ограничивающих внутренние части и объёмы аппаратов и машин, помещений и сооружений, а также их стыков и соединений.<br><a href="#">в тексте ↑</a>  |
| <b>Испытательные колодки (клеммники)</b>                  | это приспособления для быстрого и надежного присоединения проводов к целевому оборудованию.<br><a href="#">в тексте ↑</a>   |
| <b>Коррозия</b>   | (от лат. <i>corrosio</i> — разъедание) — это самопроизвольное разрушение металлов в результате химического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой.<br><a href="#">в тексте ↑</a>   |

|  |   |
|--|---|
| <b>Краны двойной регулировки</b>                 | <p>кран двойной регулировки используют в однетрубных системах водяного отопления с верхней разводкой. Кран двойной регулировки представляет собой корпус с полым бронзовым стаканом, имеющим два боковых окошка.</p> <p><a href="#">в тексте ↑</a></p>  |
| <b>Огнестойкость</b>                             | <p>способность строительных конструкций ограничивать распространение огня, а также сохранять необходимые эксплуатационные качества при высоких температурах в условиях пожара. Характеризуется пределами огнестойкости и распространения огня.</p> <p><a href="#">в тексте ↑</a></p>  |
| <b>Производственная система водопровода</b>      | <p>производственный водопровод подаёт воду в производственные здания на различные технологические нужды, поэтому требования по качеству воды весьма разнообразны. Стандартная классификация производственного водопровода по качеству воды.</p> <p><a href="#">в тексте ↑</a></p>   |
| <b>Термовыключатель</b>                          | <p>предназначен для защиты от превышения температуры окружающей среды выше допустимого значения в процессе эксплуатации изделий бытового и производственно-технического назначения, в том числе трансформаторов, электродвигателей и других электротехнических и электронных изделий.</p> <p><a href="#">в тексте ↑</a></p> |
| <b>Штрабы</b>                                    | <p>канавка в бетоне или кирпиче для прокладки, проводки коммуникаций (электропроводка, трубопроводы).</p> <p><a href="#">в тексте ↑</a></p>   |
| <b>Щиты открытого или защищенного исполнения</b> | <p><i>открытые</i> — для установки в специальных помещениях и <i>защищенные</i> — для установки непосредственно в цехах.</p> <p><a href="#">в тексте ↑</a></p>  |



## Вопросы для самопроверки

1. Последовательность монтажа внутренней сети канализации?
2. Элементы, предназначенные для восприятия температурных удлинений и разгрузки труб от температурных напряжений?
3. Запорная арматура, устанавливаемая на тепловых сетях?
4. Для каких целей служат подвижные опоры теплопроводов?
5. Как осуществляется вентиляция канализационной сети?
6. Способы выполнения распределительных сетей?
7. Типы изоляторов?
8. Подготовительные работы, предшествующие монтажу проводов?
9. Последовательность соединения проводов методом скручивания?
10. Особенности сооружения ВЛ в пролетах, пересекающих инженерные сооружения?



# Справочник

## Дополнительные материалы

### Справочные материалы



[Примеры расчета системы вентиляции для помещений различного назначения](#)  
PDF, 0,8 Мб



[Рынок полимерных труб](#)  
PDF, 0,7 Мб



[Внешний диаметр провода](#)  
PDF, 0,2 Мб



[Выбор сечения кабеля](#)  
PDF, 0,2 Мб

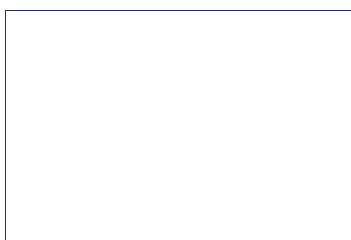


[Наборные клеммники с зажимом CAGE CLAMP](#)  
PDF, 0,5 Мб

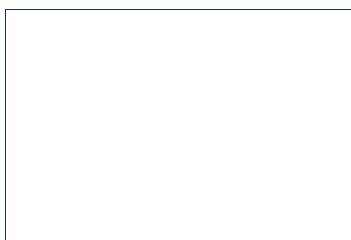


[Схема электроснабжения квартиры](#)  
PDF, 0,1 Мб

### Видео-файлы



[Установка подвесных унитазов](#)  
FLV, 10,6 Мб

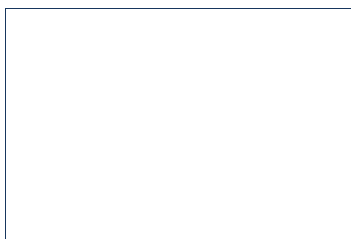


[Технология монтажа подпольного водяного отопления](#)  
FLV, 12,6 Мб

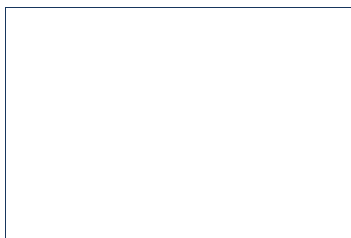


ФАОУ ДПО - Государственная академия строительства и жилищно-коммунального комплекса

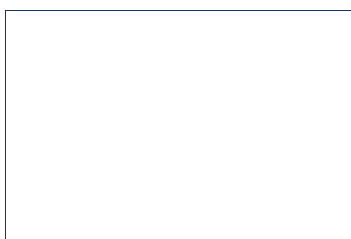
129329, Игарский пр.,2, Москва



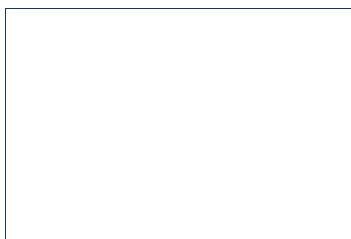
Отопление нового типа – гибкий цилиндр  
FLV, 10,0 Мб



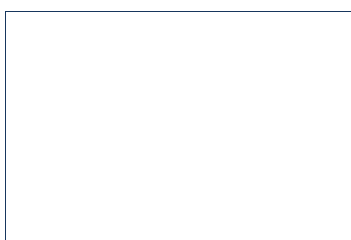
Установка раковины  
FLV, 44,4 Мб



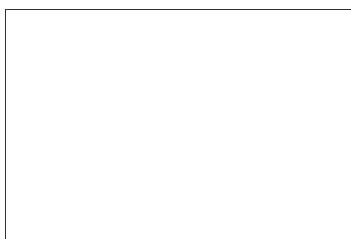
Монтаж системы канализации  
FLV, 11,8 Мб



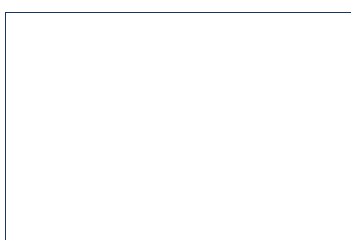
Монтаж системы внутреннего водоснабжения зданий  
FLV, 12,4 Мб



Монтаж системы отопления  
FLV, 10,7 Мб

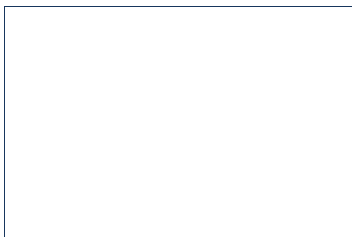


Устранение течи трансформаторного масла Т-1500 на трансформаторной группе ТИ-4 п/ст  
FLV, 12,1 Мб



Рукавно-кассетный фильтр масляного тумана  
FLV, 8,0 Мб





Монтаж элементов систем вентиляции  
FLV, 38,8 Мб

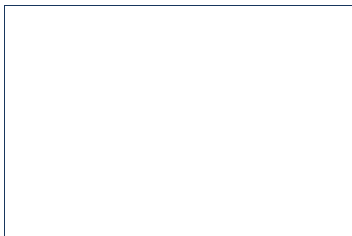


Схема СКВ жилого здания  
FLV, 11,0 Мб





## Список рекомендуемой литературы

Чтобы скачать необходимый документ, нажмите на него. Все документы представлены в формате pdf. Документы находятся на сервере Академии.

1. [ГОСТ 25151-82 «Водоснабжение. Термины и определения»](#)
2. [ГОСТ 2761-84 «Гигиенические, технические требования и правила выбора»](#)
3. [ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества»](#)
4. [Изменение № 1 ГОСТ Р 52134-2003 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия»](#)
5. [ГОСТ 21.609-83 «Система проектной документации для строительства Газоснабжение. Внутренние устройства рабочие чертежи»](#)
6. [ГОСТ 2.784-96 «Единая система конструкторской документации обозначения условные графические элементы трубопроводов»](#)
7. [СНиП 2.04.01-85\\* «Строительные нормы и правила внутренний водопровод и канализация зданий»](#)
8. [ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества»](#)
9. [ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»](#)
10. [ГОСТ 31168-2003 «Здания жилые. Метод определения удельного потребления. Тепловой энергии на отопление»](#)
11. [ГОСТ 3262-75 «Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия»](#)
12. [ГОСТ 10704-91 «Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент»](#)
13. [ГОСТ 10706-76 «Трубы стальные электросварные прямошовные. Технические требования»](#)
14. [ГОСТ 8731-74 «Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические требования»](#)
15. [ГОСТ 8733-74 «Трубы стальные бесшовные. Холоднодеформированные и теплодеформированные»](#)
16. [СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий»](#)
17. [ГОСТ 16617-87 «Электроприборы отопительные бытовые. Общие технические условия»](#)
18. [ГОСТ Р 50571.11-96 «Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Раздел 701. Ванные и душевые помещения»](#)
19. [ГОСТ Р 50571.15-97 «Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Глава 52. Электропроводки»](#)
20. [ГОСТ 22687.0-85 «Стойки железобетонные центрифугированные для опор высоковольтных линий электропередачи. Технические условия»](#)
21. [ГОСТ 839-80 «Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия»](#)
22. [ВСН 60-89 «Устройства связи, сигнализации и диспетчеризации инженерного оборудования жилых и общественных зданий. Нормы проектирования»](#)
23. [ГОСТ Р 21.1703-2000 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации проводных средств связи»](#)
24. [ГОСТ 30244-94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть»](#)
25. [ГОСТ 14695-80\\* «Подстанции трансформаторные комплектные мощностью от 25 до 2500](#)

- кВхА на напряжение до 10 кВ. Общие технические условия»
26. [Правила устройства электроустановок ПУЭ](#). Седьмое издание от 09.04.2003



ФАОУ ДПО - Государственная  
академия строительства и  
жилищно-коммунального  
комплекса

129329, Игарский пр.,2, Москва