

Дедюхова И.А., Дедюхова П.А., Дедюхова Е.А.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ЖИЛЬЯ ТРЕТЬЕЙ ГРУППЫ КАПИТАЛЬНОСТИ

### Введение

Жилищный фонд Российской Федерации сравнительно молод. Это объясняется большими разрушениями, прошедшими во время Великой Отечественной войны, в ходе которой более 25 миллионов человек лишилось крова, а в целом страна потеряла около 53% довоенного объема жилищного фонда.



Курск, фотографии сразу после освобождения города от немецких захватчиков

До войны в жилищном строительстве преобладали традиционные технологии деревянного домостроения, объем сохранившихся зданий дореволюционных и довоенных построек каменного жилья был сравнительно мал. Анализ распределения жилых зданий по году сдачи в эксплуатацию в европейских странах выявляет иную картину: более 60-70 % жилого фонда относится к постройкам до 1937-1940-х гг. и только 25-30 % - сдавалось в последующие годы.

На протяжении последних лет отсутствовало планомерное восстановление и повышение эксплуатационных характеристик жилого фонда и инженерной инфраструктуры городов. Из общего объема 2809,8 млн. м<sup>2</sup>, что составляет около 30 % всего воспроизводимого имущества РФ, более 50 млн. м<sup>2</sup> составляет ветхий и аварийный фонд с износом 70 %, 11 % жилых зданий нуждается в капитальном ремонте, а 9 % - в реконструкции.

К зданиям третьей группы капитальности, уже сформировавшим уникальную архитектурную среду населенных пунктов страны, уделялось необоснованно мало внимания, хотя нормативная долговечность этих сооружений 100 лет. В крупных мегаполисах от этих уютных обжитых микрорайонов, лучше всего отражающих современные потребительские запросы рынка недвижимости, предпочитают избавляться путем сноса целых микрорайонов.

Интересно, что при существенном физическом износе, наличии конструктивных недостатков, не отвечающим действующим нормам, эти сооружения имеют меньший моральный износ, чем более долговечные сооружения первых массовых серий.

По технической типологии жилые дома III группы капитальности «Обыкновенные» отличаются от II группы капитальности «Капитальные» (нормативной долговечностью 125 лет) - облегченной кладкой наружных ограждающих конструкций и отсутствие путей

эвакуации из несгораемых материалов (монолитных лестничных маршей на металлических косоурах).

Из-за облегченной кладки ограждения эти здания сегодня имеют энергозатраты, превышающие современные нормативы в 2,5-3 раза. Эксплуатационные расходы на предоставляемые услуги по отоплению, водоснабжению и энергоснабжению также неоправданно велики.

Состояние жилого фонда третьей группы капитальности таково, что задержка с проведением восстановительных работ на 5-10 лет может привести к необходимости сноса домов в объеме более 8 % существующего жилого фонда страны. Тем не менее, доля старой застройки в городах постоянно уменьшается. В старых домах размещается менее 9 % всего жилого фонда (в Москве около 12 %, Санкт-Петербурге - 30 %). Хотя именно здания старой постройки придают центральной части Москвы, как и историческим центрам других городов, неповторимый облик.

Реконструкция жилых зданий является одним из важных направлений решения жилищной проблемы. Она позволяет не только продлить жизненный цикл, но и существенно улучшить качество жилища, ликвидировать коммунальное заселение, оснастить дома современным инженерным оборудованием, улучшить архитектурную выразительность зданий, повысить их энергоэффективность, эксплуатационную надежность и долговечность.

С каждым годом возрастаёт потребность в реконструкции и восстановлении жилищного фонда страны, поскольку со временем нарастает физический износ конструктивных элементов и инженерных систем, что ускоряет общий процесс старения.

Минимально необходимые объемы реконструкции жилых зданий в РФ составляют более 700 млн. кв. м. общей площади. Из них около 6 % жилых зданий - дореволюционной постройки, 27 % - построенных в довоенные и послевоенные годы, более 250 млн. жилых зданий - первого поколения индустриального домостроения.



Жилая застройка вдоль Хорошёвского шоссе сразу после войны, полностью снесено в 1980-х - 2000-х годах.

Снимок 1947 г.

Массовое малоэтажное жилищное строительство домов на 8-12 квартир велось уже по типовым проектам, разработанным советскими архитекторами. Строить нужно было быстро, так как жилья критически не хватало, а городское население, возросшее в войну из-за эвакуации, в послевоенные годы начало стремительно расти.

Проекты учитывали отсутствие грузоподъемных строительных механизмов, отсутствие промышленного комплекса производства строительных материалов и изделий. На стройках страны почти повсеместно преобладал ручной труд, особенно слабо были механизированы земляные работы, возведение стен, штукатурные, малярные и погрузочно-разгрузочные

операции. Основными материалами для строительства были шлакоблоки и силикатный кирпич. Междуэтажные перекрытия устраивались в традиционных технологиях – деревянными, крыши принимались скатными, в основном, в наслонной стропильной конструкции.

Для возведения фундаментов старой постройки служили пережженный кирпич, тесаные блоки из природного камня, бутовый камень и др. Для обеспечения сцепления и однородности кладки использовались известковые, цементные и сложные растворы. Характерной особенностью зданий старой постройки является достаточно высокий показатель плотности фундаментов (отношение площади подошвы фундаментов к площади застройки), который достигает 30-42 %. При этом в 30 % зданий не используется и 50 % нормативного давления. Отсюда следует, что в большей части зданий при их реконструкции возможны увеличение давления на основание и, таким образом, надстройка дополнительных этажей.

Как правило, такие дома выполнялись без подвалов и техподполья, поэтому полы первого этажа устраивались по лагам на кирпичных столбиках.

Строительство жилья третьей группы капитальности сопровождалось устройством большого количества сараев и других хозяйственных построек.



«Немецкий» дом, Москва



Микрорайон «немецких домов» в Ижевске

К строительным работам, в основном, привлекались военнопленные. В Удмуртии в сентябре 1941 г. Совнарком принял Постановление «Об организации лагерей военнопленных на территории УАССР». В период с 1942 по 1948 годы на территории Удмуртии было организовано три концентрационных лагеря и несколько лагерных отделений, пять спецлагерей и три отдельных рабочих батальона. Располагались они в Ижевске, Воткинске, Можге, Глазове и в районах: Ярском, Якшур-Бодьинском, Увинском и Кизнерском. В результате только в Удмуртии жилье третьей группы капитальности возводилось силами десятков тысяч военнопленных из Германии, Австрии, Венгрии, Италии, Румынии, Чехословакии, Финляндии, Франции, Югославии, Голландии, Швеции, Норвегии, Дании, Испании, Швейцарии, Люксембурга, Японии и даже из США.

В Ижевске, где размещалось около восьми тысяч военнопленных, они были заняты на сталелитейном производстве и на строительстве объектов в центре города и в районе Зареки (цирк, вокзал, дома по улицам Советская и Пушкинская). Более трех с половиной тысяч человек навсегда остались в ней. Шестнадцать кладбищ (самое большое в Можге – 1901 захоронение) были обустроены согласно международной конвенции: обнесены оградой, были установлены могильные знаки с нумерацией могил.

Несмотря на типовые проекты, сжатые сроки и ограниченный бюджет, дома построенные в этот период отнюдь не были серыми и архитектурно безликими. Входные группы с колоннами, портиками, скатные крыши со сложными ендовами, лепнина – до сих пор создают особый уют этих микрорайонов.

Неудивительно, что в большинстве регионов страны жилье третьей группы капитальности повсеместно носит наименование «немецких домов» или «немецких коттеджей».

Жильцы таких «немецких коттеджей» всегда отмечали очень удобную планировку квартир. Встречались и такие проекты домов, в которых из каждой квартиры предусматривался индивидуальный выход во внутренний огороженный дворик.

«Немецкими» домами застроены такие районы города Ижевска, как «Культбаза», «Соцгород», «Железнодорожный вокзал». Из-за отсутствия надлежащего внимания со стороны правоохранительных и административных органов, большая часть этого жилищного фронда находится в предаварийном состоянии по причине многолетнего несоблюдения элементарных требований технической эксплуатации. Если продолжать затягивать решение этой проблемы, люди, населяющие эти сооружения, могут остаться «без крыши над головой». В России сегодня не имеется мобильного переселенческого фонда, чтобы обеспечить жильем граждан, проживающих в домах этого типа. Поэтому единственным выходом в данной ситуации является реконструкция, которая не только позволит сохранить исторически ценную архитектуру города, но и обеспечит гражданам достойное по современным меркам жилье.



Немецкие военнопленные, занятые в жилищном строительстве, в годы войны

Практически в каждом российском городе можно найти целые кварталы, возведенные руками военнопленных. С момента их строительства прошло уже более 50 лет, и дома успели изрядно постареть и обветшать. Здания, рассчитанные на срок службы сто лет, ни разу не подвергались предусмотренным капитальным ремонтам, повсюду их эксплуатация была сопряжена с нарушением комплекса планово-восстановительных мероприятий, в первую очередь своевременных регулярных ремонтов.

Нарушение условий нормальной эксплуатации и отсутствие контроля со стороны органов Ростехнадзора РФ становятся причиной обрушений перекрытий при сносе несущих стен в ходе произвольной перепланировки этих сооружений. Нередко под такими завалами гибнут люди.

Одной из важных задач реконструкции жилого фонда является увеличение плотности застройки. Реконструкция жилого фонда путем увеличения его этажности позволяет в некоторой степени решить эту проблему. Наиболее рациональным и экономически эффективным является повышение плотности застройки путем малоэтажной надстройки и обстройки зданий, устройства многоэтажных вставок между реконструируемыми домами и возведения отдельно стоящих жилых корпусов, создания объектов инфраструктуры, более продуктивного использования подземного пространства.

Комплексное решение реконструкции квартальной застройки позволяет создать комфортные условия проживания, отвечающие современным требованиям городской среды.

Существенным фактором повышения эффективности реконструкции и снижения социальной напряженности является использование индустриальных технологий, обеспечивающих снижение общей продолжительности и стоимости работ.



Обрушение перекрытия жилого дома в г. Киров после перепланировки квартиры первого этажа под магазин

Материально-техническая оснащенность строительства в наше время находится на достаточно высоком уровне, поэтому, проведя ряд мероприятий, этим домам можно вернуть вторую жизнь, сделать достойное жилье, которое бы удовлетворяло современным требованиям комфорта и эстетики.

В ходе реконструкции жилья третьей группы капитальности необходимо разработать типовые индустриальные подходы, с учетом воссоздания уникального облика архитектурной среды, комплекса мероприятий по реконструкции домов, построенных в первое послевоенное десятилетие.



Техническое задание на массовую реконструкцию жилья третьей группы капитальности составят следующие задачи:

повысить уровень комфортабельности жилья за счет перепланировки квартир;

увеличить жилые площади за счет устройства приставных эркеров и надстроек этажей;

проводить мероприятия по усилению несущих конструкций;

улучшить внешний облик домов, сохраняя по возможности первоначальный архитектурный замысел, придавая ему современное «прочтение».

Реконструкция связана с восстановлением эксплуатационных показателей и усилением несущих элементов зданий. Эти работы требуют индивидуальных подходов, отличных от конструктивных решений при новом строительстве.

Как правило, реконструкция жилых зданий проводится в условиях повышенной стесненности, что не позволяет использовать оптимальные комплексы строительных машин и механизмов, что требует разработки новых методов производства работ, организационно-технологических решений, привлечения специальной техники и технологии. Острота этой проблемы повышается при производстве реконструктивных работ без отселения жильцов.



*Подмосковный пос. Северный, возведенный немецкими военнопленными в 1949-1952 гг.  
Фотографии 1950 г. и в наши дни*

В предлагаемом учебном пособии проблема реконструкции жилых зданий рассматривается с позиции принципа интегральности, предполагающего комплексное рассмотрение внешних и внутренних факторов, действующих на здание в процессе его эксплуатации, и системного подхода, означающего принятие решений по выбору наиболее рациональных методов и технологий реконструкции жилых зданий.

При этом здание рассматривается как сложная система, состоящая из конструкций, инженерного оборудования, элементов благоустройства и др., находящаяся под воздействием временных факторов внешней среды и внутренних воздействий от эксплуатации.



## ГЛАВА 1. ТИПОЛОГИЯ ЖИЛЬЯ III ГРУППЫ КАПИТАЛЬНОСТИ «ОБЫКНОВЕННЫЕ»

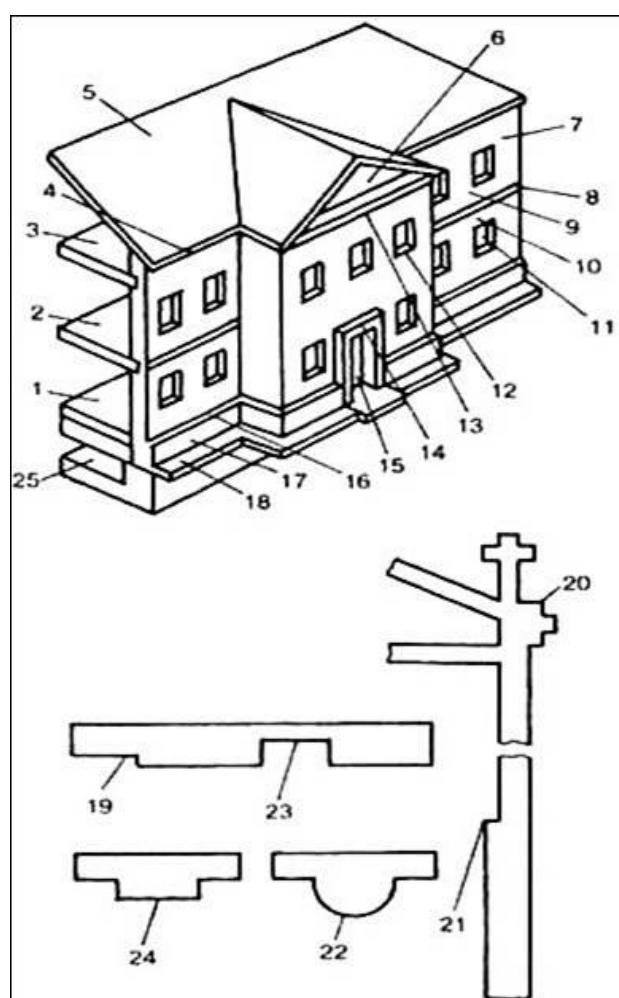


«Немецкий» дом с надстроенной мансардой,  
Санкт-Петербург



«Немецкий» дом, Москва

Рассмотрим **техническую типологию** жилого дома III группы капитальности. На рисунке представлены основные архитектурно-конструктивные элементы каменных зданий.



Архитектурно-конструктивные элементы жилого дома III группы капитальности: 1 – цокольное перекрытие; 2 – междуетажное перекрытие; 3 – чердачное перекрытие; 4 – главный карниз; 5 – крыша; 6 – фронтон; 7 – угловой простенок; 8 – карниз (промежуточный); 9 – рядовой простенок; 10 – перемычка; 11 – оконный проем; 12 – подоконный пояс; 13 – карниз фронтона; 14 – сандрик; 15 – дверной проем; 16 – кордон (верхняя граница цоколя); 17 – цоколь; 18 – отмостка; 19 – раскреповка; 20 – парапет; 21 – обрез стены; 22 – полуколонна; 23 – ниша; 24 – пилaster; 25 – подвал

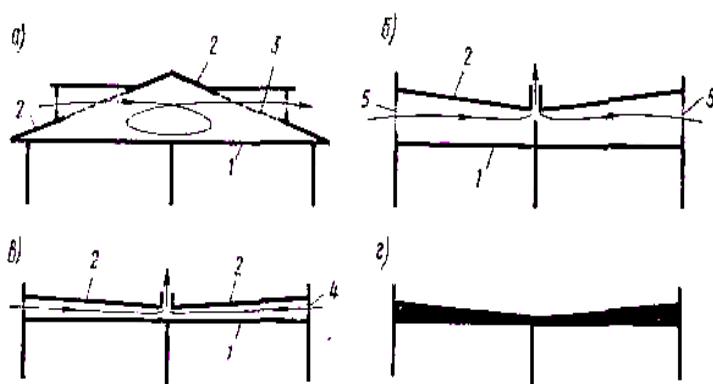
Нижняя часть наружной части стены, расположенная над фундаментом, называется цоколем (поз. 17), верхняя граница цоколя называется кордон (поз. 16). Наружные выступы ограждающих стен образуют карниз (поз. 4, 8, 13). Карниз, расположенный по верху стены, называется главным (поз. 4). Выступающая за поверхность стены часть карниза образует свес. Карнизы, расположенные над оконными или дверными проемами, называются сандриками (поз. 14). Перемычки (поз. 10) – элементы, перекрывающие проем сверху и поддерживающие расположенную над ним часть стены. Часть стены, находящуюся между проемами, называют простенком (поз. 7, 9). Ниша (поз. 23) – углубление в стене, в котором размещают шкафы, устраивают альковы и проч.

Уступы в стене, образуемые вследствие уменьшения толщины стены, называют обрезом (поз. 21). Покрытие по периметру здания, предназначенное для отвода от здания воды, называется отмосткой (поз. 18). Внутренние выступы стен прямоугольного сечения называют пиластрами (поз. 24), а полукруглого сечения – полуколоннами (поз. 22).

**Скатные деревянные покрытия** жилья III группы капитальности подвергаются сложному комплексу внешних силовых и несиловых воздействий. Несущие конструкции покрытий воспринимают как постоянную нагрузку (собственный вес), так и временные нагрузки – снеговую и знакопеременную ветровую (давление с наветренной и отсос с подветренной стороны). Возникают и другие кратковременные нагрузки, неизбежные при эксплуатации (ремонт, очистка от снега и т. п.). К несиловым относятся воздействия атмосферных осадков (дождь, град), парообразной влаги и химических веществ, содержащихся в воздухе, солнечной радиации, положительной и отрицательной температур.

При проектировании конструкций покрытий учитывались следующие требования:

- прочность и устойчивость относительно воспринимаемых ими силовых воздействий;
  - герметичность, т. е. способность не пропускать влагу;
  - влагоустойчивость, т. е. способность не разрушаться в результате периодического увлажнения;
  - анткоррозионная устойчивость;
  - способность хорошо сопротивляться действию солнечной радиации, т. е. не трескаться в результате нагрева солнечными лучами, не коробиться и т. п.
- 



**Типы покрытий:** а - чердачное скатное; б - чердачное с малыми уклонами; в - раздельное; г - совмещенное.

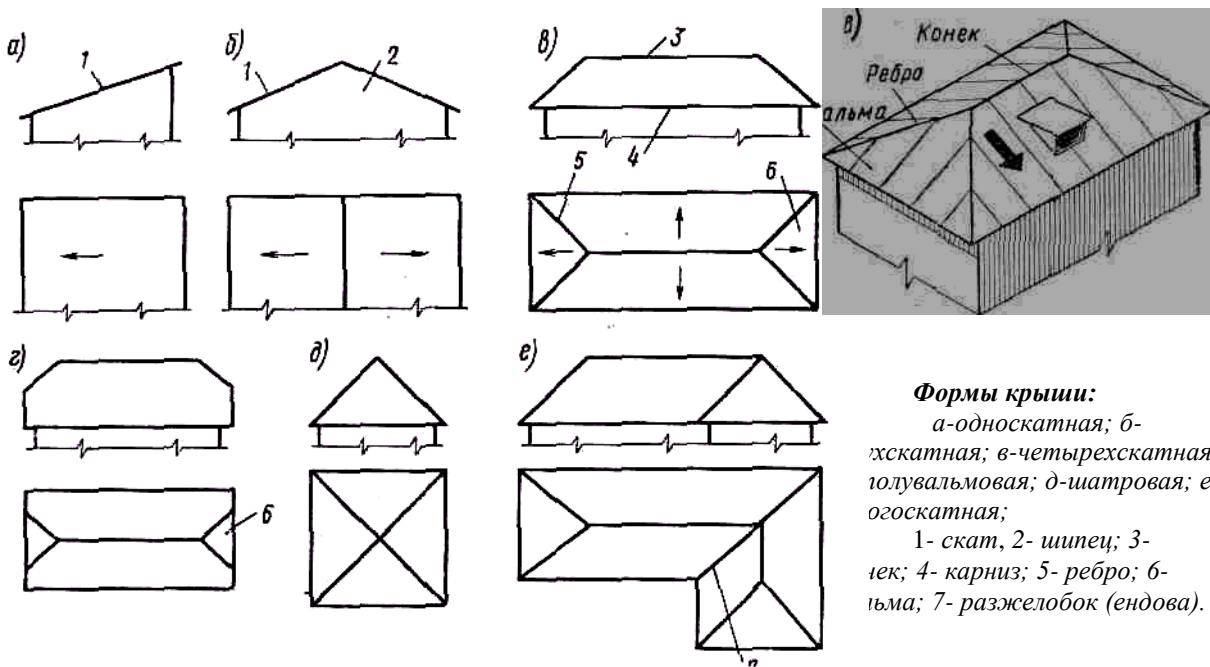
1- чердачное перекрытие; 2- крыша; 3- слуховое окно; 4- вентиляционные проходы; 5- окно с жалюзи для вентиляции чердака.

Покрытие состоит из чердачного перекрытия и крыши, составными частями которой являются несущие конструкции и кровля. Между крышей и чердачным перекрытием образуется замкнутое пространство, называемое чердаком. Если чердак не используется в качестве мансардного помещения, он, как правило, является не отапливаемым и обычно используется для размещения вентиляционных камер и каналов (коробов) разводок трубопроводов, машинного отделения лифтов и др. Покрытия с чердаками называются чердачными. Крыша может примыкать почти вплотную или даже конструктивно объединяться (совмещаться) с

чердачным перекрытием. Такая совмещенная конструкция называется совмещенным или бесчердачным покрытием.

Чердачные покрытия несколько сложнее и дороже бесчердачных. Чердачное перекрытие в среднем на 12% дороже бесчердачного.

Для отвода атмосферной воды чердачные и бесчердачные покрытия делаются с уклонами. В зависимости от величины уклона крыши разделяются на скатные и плоские. Наклонные поверхности скатной крыши называются скатами. В зависимости от количества скатов покрытия бывают односкатными, двухскатными и т. д.



#### Формы крыши:

а-односкатная; б-двухскатная; в-четырехскатная; г-гульвальмовая; д-шатровая; е-огоскатная;

1- скат, 2- шипец; 3-карниз; 4- ребро; 5- альма; 6- тальма; 7- разжелобок (ендова).

Как видно из представленного выше рисунка, при пересечении скатов между собой образуются ребра. Верхнее горизонтальное ребро называется коньком. Место пересечения двух скатов, образующих как бы желоб для отвода воды, называется разжелобком или ендовой.

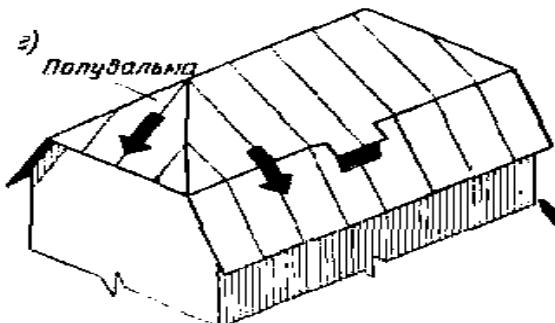
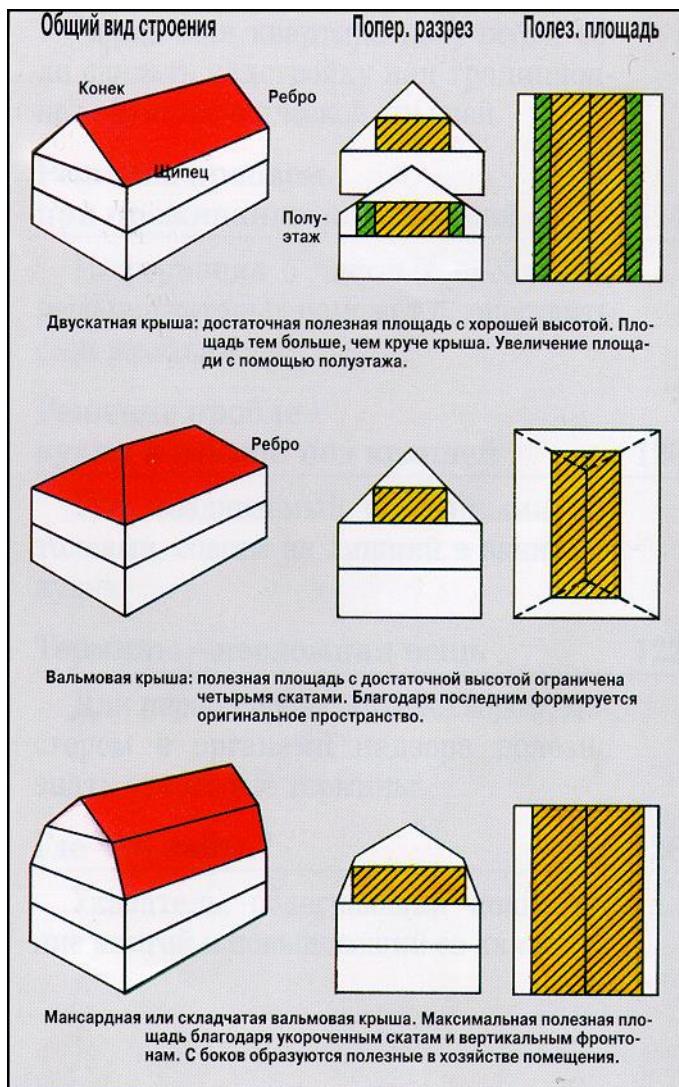
Выбор величины уклона ската крыши зависит от материала и конструкции верхнего водоизоляционного слоя крыши, называемого кровлей. Чем плотнее материал кровли и чем герметичнее стыки ее элементов, тем меньше может быть уклон крыши. На выбор уклона влияют также климатические условия района строительства. В местностях, где наблюдаются сильные ливни, крышам во избежание образования на них значительного слоя и, следовательно, подпора воды придаются более крутые уклоны. В северных районах с обильными снеговыми осадками также целесообразно принимать крутые уклоны ( $45^0$  и более), обеспечивающие сползание снегового покрова.

По экономическим соображениям следует принимать минимальную величину уклона, допустимую для определенной конструкции кровли в данных климатических условиях. Если нет каких-либо специальных эксплуатационных или архитектурно-художественных требований, уклоны всех скатов крыши делаются одинаковыми.

К плоским относятся крыши с уклонами, не превышающими 3%. Такие уклоны принимаются только при устройстве бесчердачных покрытий. Применение плоских крыш в чердачных покрытиях экономически нецелесообразно, так как влечет за собой увеличение высоты наружных стен здания на всю высоту чердака. По этой же причине неэкономичными считаются и так называемые «ложные» мансарды, где более дорогостоящие наружные стены продлеваются на 1,6 метра и маскируются снаружи под покрытие.

При компоновке конструктивной схемы скатной крыши рекомендуется выбирать наиболее простую форму с минимальным количеством скатов, поскольку всякое усложнение

формы ведет к усложнению конструктивного решения и, следовательно, к удорожанию строительства.



Облагородить торцевые фронтоны здания позволяет устройство в этой части полуvalsами. Практичные немцы устраивают под полуvalsами в мансардных этажах террасы для пожарных, эвакуационных выходов из помещений, принадлежащих разным владельцам (планировки коридорного типа). Это придает особый уют. Разумеется, мансарда является в этом случае вторым уровнем вполне «обычных» квартир.

При проектировании несущих конструкций крыши и нижнего, поддерживающего кровлю слоя, из дерева - в покрытии концентрируется слишком большое количество сгораемых деревянных элементов, требующих постоянного ухода и надзора. Это предъявляет к устройству чердаков специальные требования. Чердак должен был допускать беспрепятственный проход по уложенным на чердачное перекрытие ходовым доскам или мосткам. Любые элементы, выступающие над чердачным перекрытием, мешающие проходу людей, должны были снабжаться переходными мостиками, ступеньками и т. п.

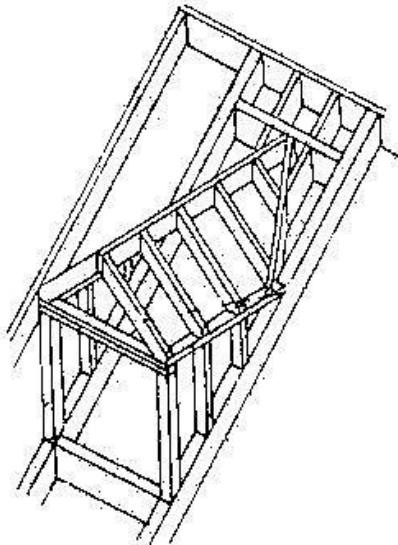
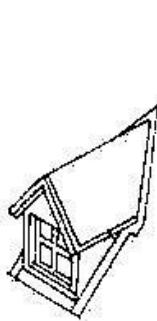
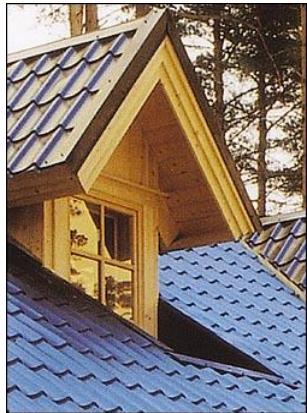
Наименьшая высота чердака в местах прохода должна составлять 1,9 м; высота наиболее низкой части чердака вдоль наружных стен должна быть не менее 0,4 м, для того чтобы можно было хотя бы лежа осмотреть места примыкания крыши к стене (в этих местах наиболее часто происходит протекание кровли, вызывающее загнивание деревянных элементов).

При больших размерах здания чердаки разделяются на части (отсеки) глухими огнестойкими стенами - брандмауэрами. Длина отсеков определяется противопожарными нормами.

Для освещения и проветривания чердака и выхода на крышу устраиваются чердачные, или так называемые *слуховые* окна, названные в честь русского инженера Слухова, применившего их впервые при возведении покрытия здания Манежа в Москве. Они

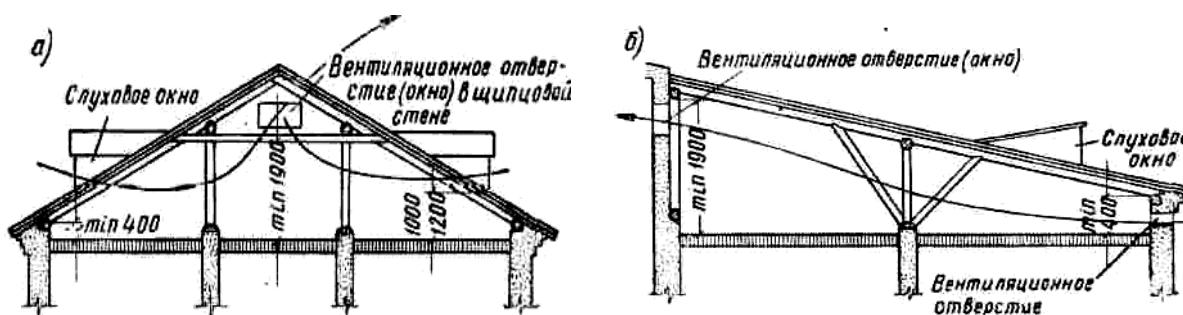
располагаются обычно в один ряд на высоте 1—1,2 м от уровня верха чердачного перекрытия. Желательно, чтобы они находились примерно на одинаковых расстояниях вдоль крыши.

Проветривание чердаков является наилучшим средством борьбы с перегревом воздуха и всех конструкций покрытия в жаркое время года в результате, солнечной радиации и с конденсацией на элементах покрытия (главным образом на нижней поверхности крыши) водяных паров, проникающих зимой через чердачное перекрытие из помещений верхнего этажа. Смачивание несущих конструкций конденсационной влагой способствует развитию грибковых заболеваний древесины.



Конструкция слухового окна

При проветривании чердака конденсационная влага испаряется, а парообразная влага, содержащаяся в воздухе чердака, выносится наружу. Эффективное проветривание достигается в том случае, если окна или специальные приточные отверстия для свежего воздуха будут расположены как можно ниже (у карниза), а вытяжные — как можно выше (у конька крыши) и на противоположных скатах.



Вентиляция чердаков: а- двухскатная крыша; б- односкатная

Вентиляционные отверстия должны быть ограждены от попадания атмосферных осадков на чердак жалюзийными решетками. На неплотных воздухопроницаемых кровлях устройство специальных вентиляционных отверстий для проветривания чердаков не требуется, так как воздух свободно проникает в чердак и выходит наружу. При хорошем проветривании чердака и при исправной кровле деревянные конструкции покрытий сохраняются очень долго (десятки и даже сотни лет).

Несущие конструкции чердачных покрытий в гражданском строительстве зачастую называются стропилами или стропильными системами. По конструктивной схеме их можно разделить на три вида: **наслонные, висячие и комбинированные**.

**Наслонные системы** в простейшем виде представляют собой ряд параллельно расположенных наклонных балок (стропильных ног), опирающихся нижними концами на наружные и внутренние продольные стены. Стропильная нога как бы прислоняется верхним концом на внутреннюю опору, а нижним концом – на опорный брус – мауэрлат, отсюда и название этой системы.

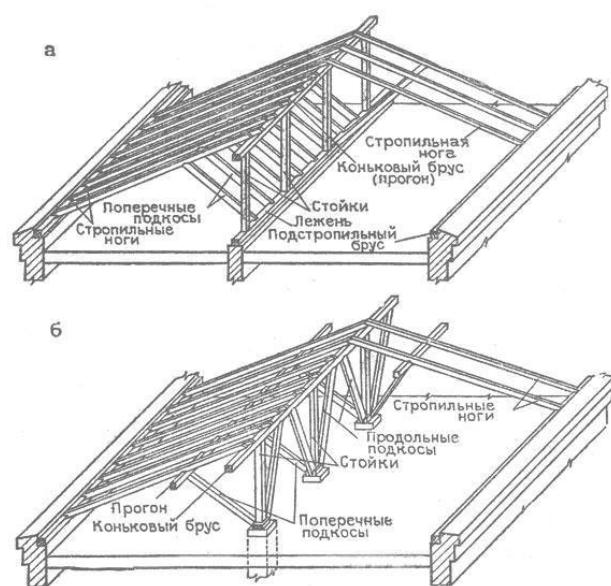
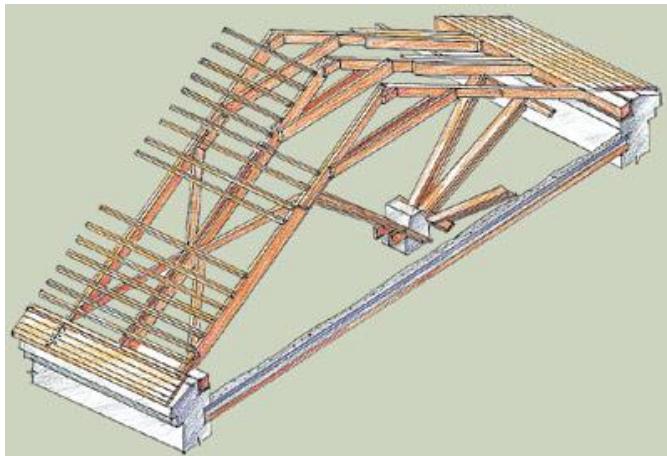


Схема наслонных стропил: а – с опиранием стоеек на внутреннюю продольную стену; б – то же, на столбы

Расстояния между стропильными ногами принималось в соответствии с конструкцией обрешетки и устанавливалось от 1,2 до 2 м. При отсутствии внутренних продольных стен в сооружении в пределах чердака создается конструкция, состоящая из продольного конькового прогона, уложенного по ряду стоек, опирающихся на внутренние опоры здания. Стропильные ноги, подкосы, а также стойки и прогоны делаются из брусьев или толстых досок. Наиболее экономичны по расходу лесоматериала дощатые конструкции, однако они более подвержены загниванию и более опасны в пожарном отношении.

При больших пролетах стропильные ноги выполнялись из толстых бревен, ставились они через 3–4 м. В этом случае и мауэрлат принимался в виде коротких брусьев (коротышей) длиной 500–700 мм. При частом расположении стропильных ног через 50–80 см мауэрлат выполнялся по всей длине стены.

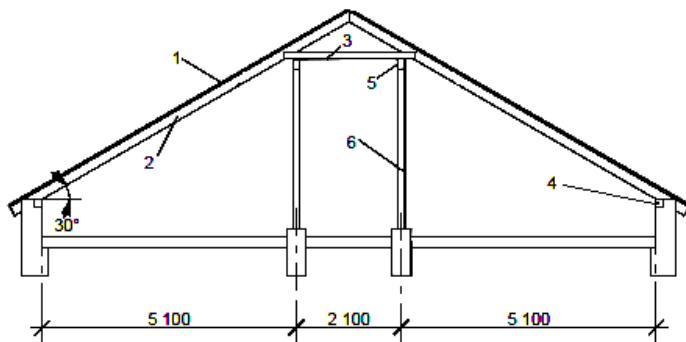
Древесину для стропил брали наиболее качественную, с наименьшим количеством сучков. Под стропильные ноги обычно ставились подкосы из бревен толщиной 13–15 см. Для мауэрлата отбирались бревна толщиной не менее 18 см.

В качестве подстропильных конструкций выступают опорные стойки и прогоны. Стропильные ноги выполнены из досок сечением 50x200 мм; мауэрлат, стойки, прогоны выполнены из бревен диаметром 200 мм, обрешетка – из досок 50x150мм. Кровельным покрытием служат асбестоцементные листы.

При устройстве роскошных четырехскатных (шатровых) крыш в стиле барокко – довольно сложным делом являлось устройство так называемой накосной фермы, необходимой для образования вальмового ската. К стропильным ногам в этом случае приходилось крепить «нарожники» – недлинные полуноги.

Стропила соединяют друг с другом или врубают в затяжки, мауэрлаты или в стены под острым углом. Так же врубают в стропила вспомогательные детали – бабки, подкосы и ригели.

Отдельные детали стропил для большей прочности дополнительно скрепляют друг с другом скобами, болтами, хомутами и т. д.



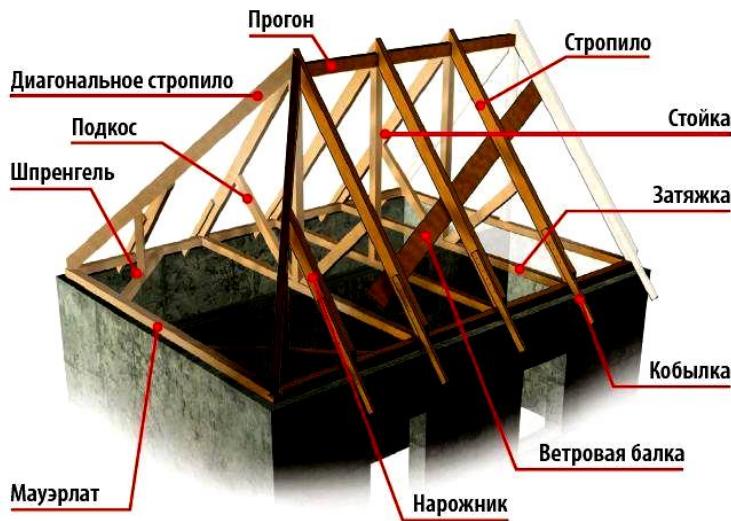
Наиболее распространенная схема стропильной системы крыши  
1 – обрешетка; 2 – стропильная нога;  
3 – ригель.

При сплошных или брускатых разреженных обрешетках оно принимается от 1,2 до 2 м. Внутренние стены и столбы по экономическим соображениям заканчиваются на уровне чердачного перекрытия.

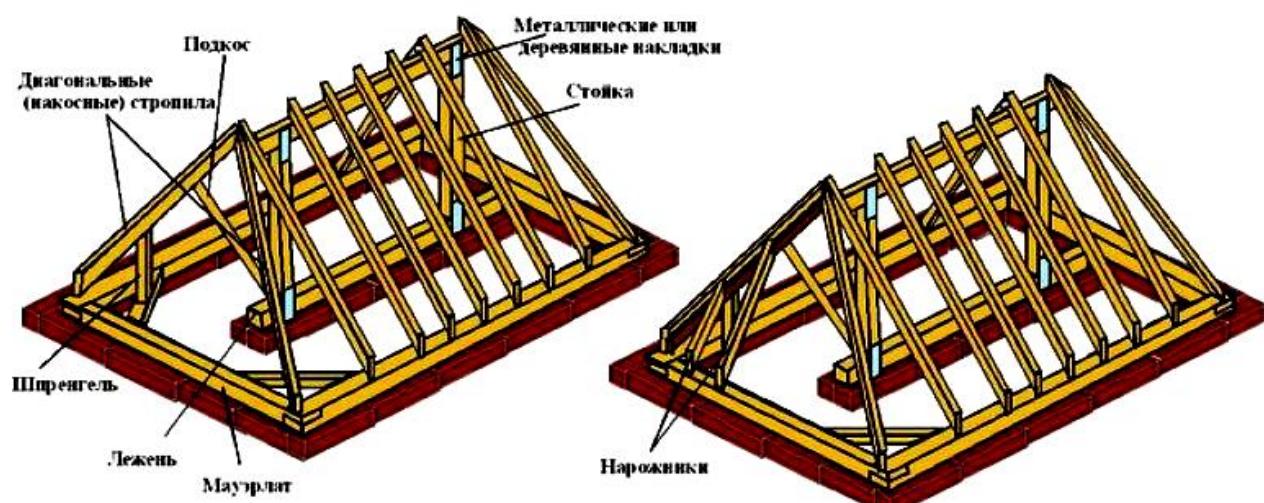
Для создания опоры под стропильные ноги в пределах чердака создается конструкция, состоящая из продольного

конькового прогона, уложенного по ряду стоек, опирающихся на внутренние опоры здания.

Расстояния между стойками не следует принимать более 3—4 м, так как иначе необходимо будет (для облегчения работы прогона) усложнить конструкцию путем введения продольных подкосов.



При отсутствии внутренних продольных стен расстояния между стойками соответствуют расстояниям между внутренними поперечными стенами или столбами здания, на которые они опираются. Наслонные стропильные системы как в деревянных, так и в каменных зданиях выполняются исключительно из дерева. Попытки выполнить стропила из железобетона не дали положительных результатов.



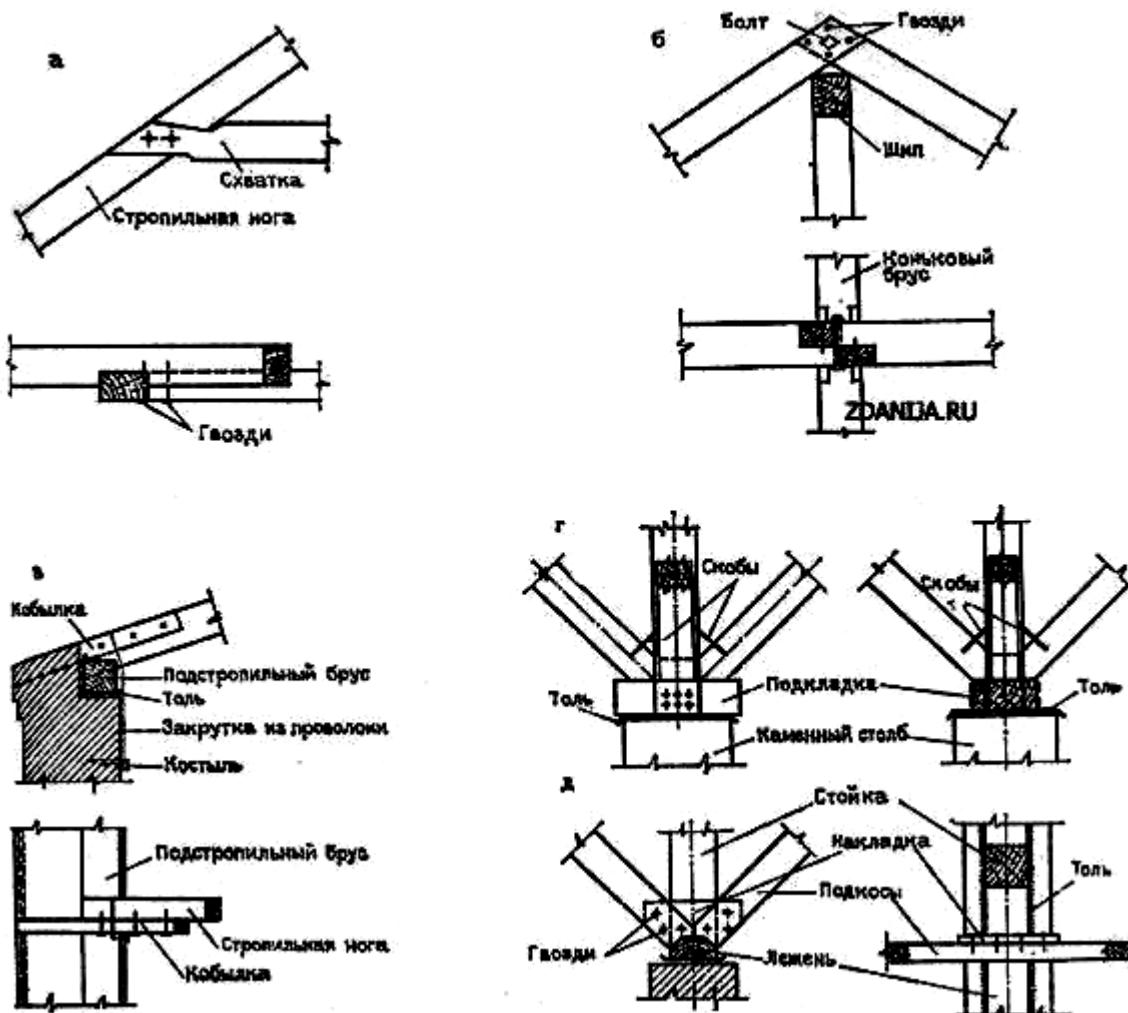
Назначение подкосов — уменьшить свободный пролет стропильных ног и тем самым облегчить их работу на изгиб; ригели (схватки) увеличивают поперечную жесткость и устойчивость стропильной системы в целом.

Стропильные ноги, подкосы, а также стойки и прогоны делаются из брусьев или толстых досок. Наиболее экономичны по расходу лесоматериала дощатые конструкции, однако они более подвержены загниванию и более опасны в пожарном отношении.

Соединения элементов наслонных стропил производится на врубках или (при дощатых стропилах) гвоздях. В местах опирания стропильных ног на каменные стены для закрепления концов стропильных ног и распределения давления на большую площадь каменной кладки укладываются подстропильные брусья (мауерлаты). Сечение мауерлатов принимается 180 x 180 или 200 x 200 мм.

При редкой расстановке стропильных ног мауерлаты представляют собой короткие брусья (коротыши) длиной 500—700 мм; при частом расположении стропильных ног мауерлат делается по всей длине стены.

Для восприятия ветровых нагрузок (отсоса) концы стропильных ног через одну привязываются к стене скруткой из проволоки. Для устройства крыши над карнизной частью стены к концам стропильных ног прибиваются гвоздями короткие доски («кобылки»). Кобылки заделываются в кладку стены и, если нужно устроить свес крыши, выпускаются за поверхность стены.



Детали деревянных стропил: а- крепление схватки к стропильной ноге; б- коньковый узел; в- карнизный узел; г и д- опирание стоек и подкосов

Представленная стропильная конструкция применяется для зданий небольшой ширины (до 9—10 м).

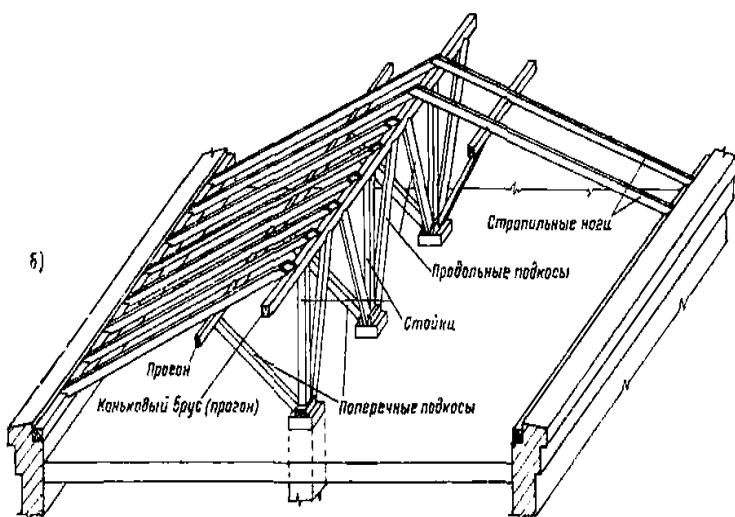
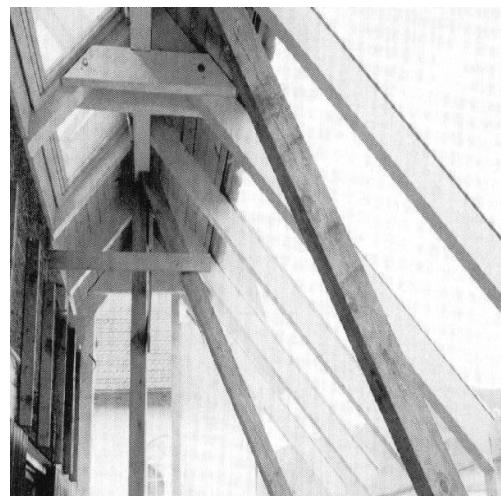
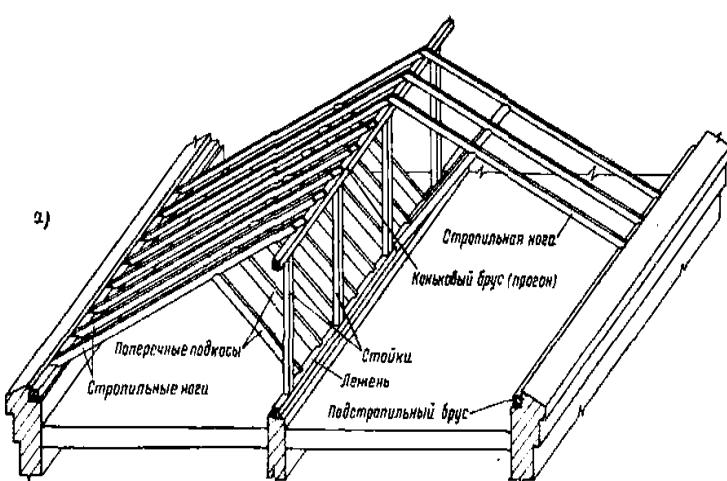


Схема наслонных стропил: а- с опиранием стоек на внутреннюю продольную стену; б- то же, на столбы

Узлы опирания наклонной ноги в коньке с опиранием стоек на столбы и на маузерлат

Сборным элементом в ней является щит шириной 1,5—2 м и длиной до 6 м, состоящий из двух стропильных ног, соединенных между собой обрешеткой из брусков или досок .

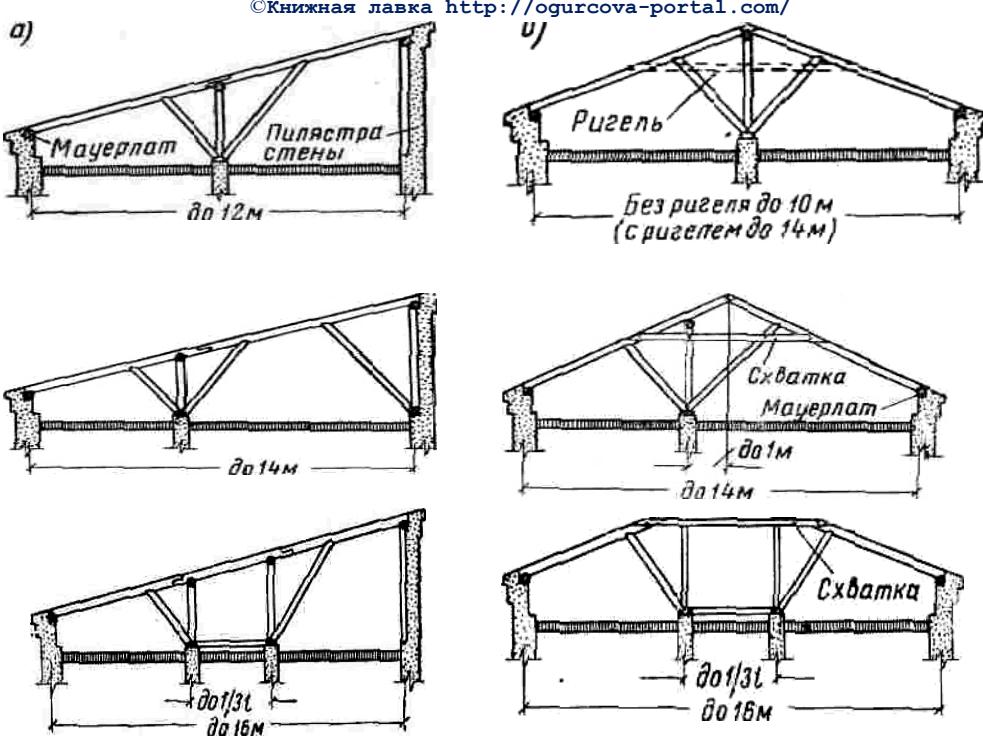
Верхним краем щиты опираются на коньковый брус, лежащий на деревянных стойках, установленных вдоль внутренней стены через 2—3 м.

Опирание деревянных стоек и подкосов на каменные стены и столбы производится также через короткие или длинные лежни — прокладки из пластин или брусьев.

Опорные узлы стоек и подкосов приподнимаются над перекрытием, чем обеспечивается проветривание и удобство наблюдения за их состоянием. Поэтому каменные внутренние стены и столбы выводятся несколько выше чердачного перекрытия.

Все деревянные элементы стропил в местах соприкосновения изолируются от каменной кладки слоем толя или пергамина. Изоляция нужна для защиты дерева от влаги, образующейся в результате поверхностной конденсации при быстрой смене температуры воздуха.

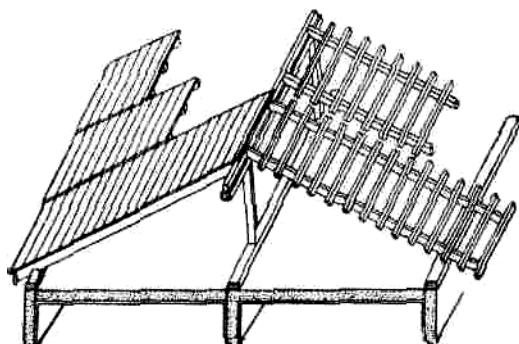
Приведенные схемы и общий вид дощатой стропильной конструкции предназначены для зданий шириной от 10 до 15 м с одной или двумя внутренними продольными стенами.



Основные схемы деревянных наслонных стропил для односкатных (а) и двухскатных (б) крыши при наличии одного или двух рядов внутренних опор.

Основными сборными элементами в наслонной стропильной системе являются:

- опорные брусья, укладываемые на наружные и внутренние стены и служащие для установки и связи стропильных щитов и продольных опорных рам;
- продольные опорные рамы; стропильные щиты, состоящие из стропильных ног, связанных между собой раскосами и обрешеткой;
- стропильные треугольные фермочки;
- верхние щиты с обрешеткой, укладываляемые на фермочки;
- щиты-свесы, представляющие собой настилы из досок, связанные снизу дощатыми накладками.

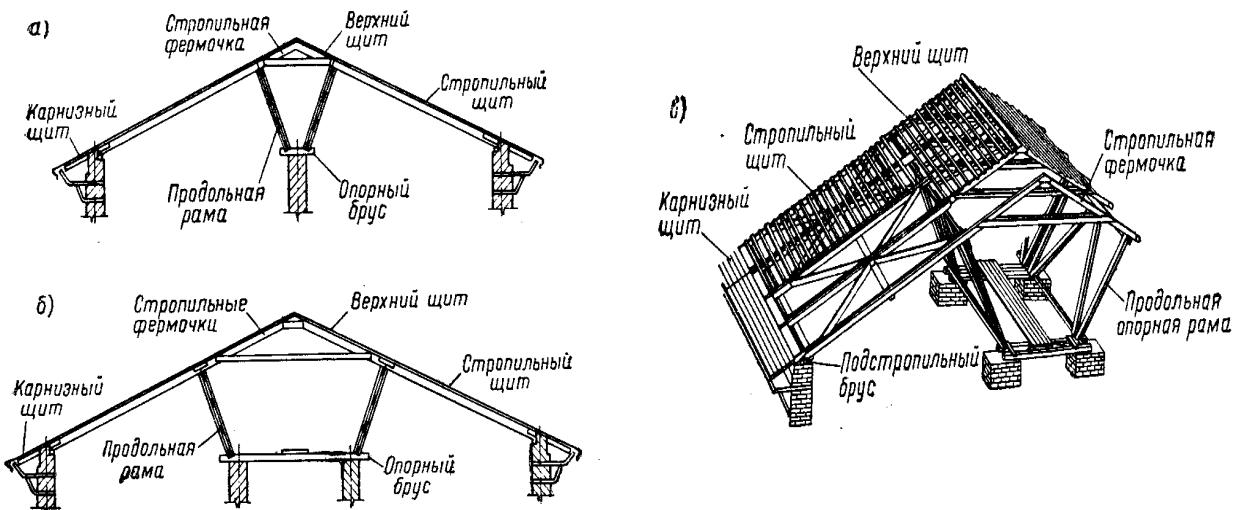


Простейшие сборные тропила: слева стропила покрыты щитами со сплошной обрешеткой, справа обрешетка брусками



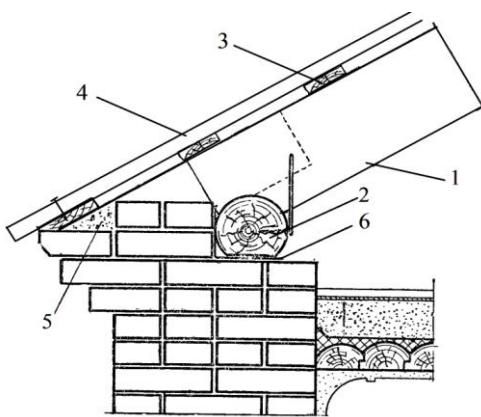
Опорение наслонных стропил на мауэрлат

При монтаже сборных стропил на каменные внутренние столбы или стены укладываются опорные брусья, а на них вдоль здания устанавливаются в наклонном положении продольные рамы. На эти рамы, а также на мауэрлаты укладываются стропильные щиты, образующие скаты крыши.

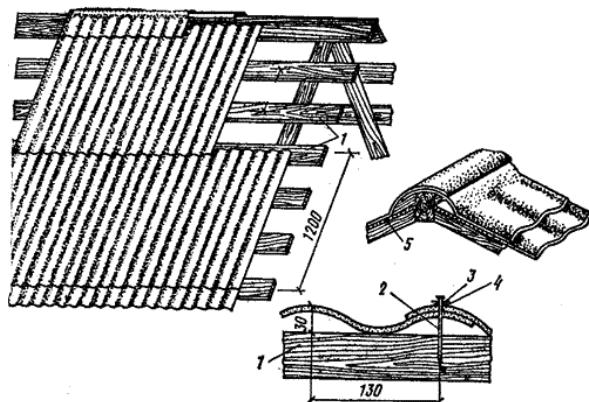


Сборные стропильные конструкции: а- при одной внутренней опоре, б- при двух опорах, в- общий вид.

К концам стропильных ног прикрепляются стропильные фермочки, поверх которых укладываются верхние щиты с обрешеткой. Монтаж заканчивается укладкой карнизных щитов-свесов и ходовых досок по опорным брусьям. Все элементы соединяются между собой гвоздями.

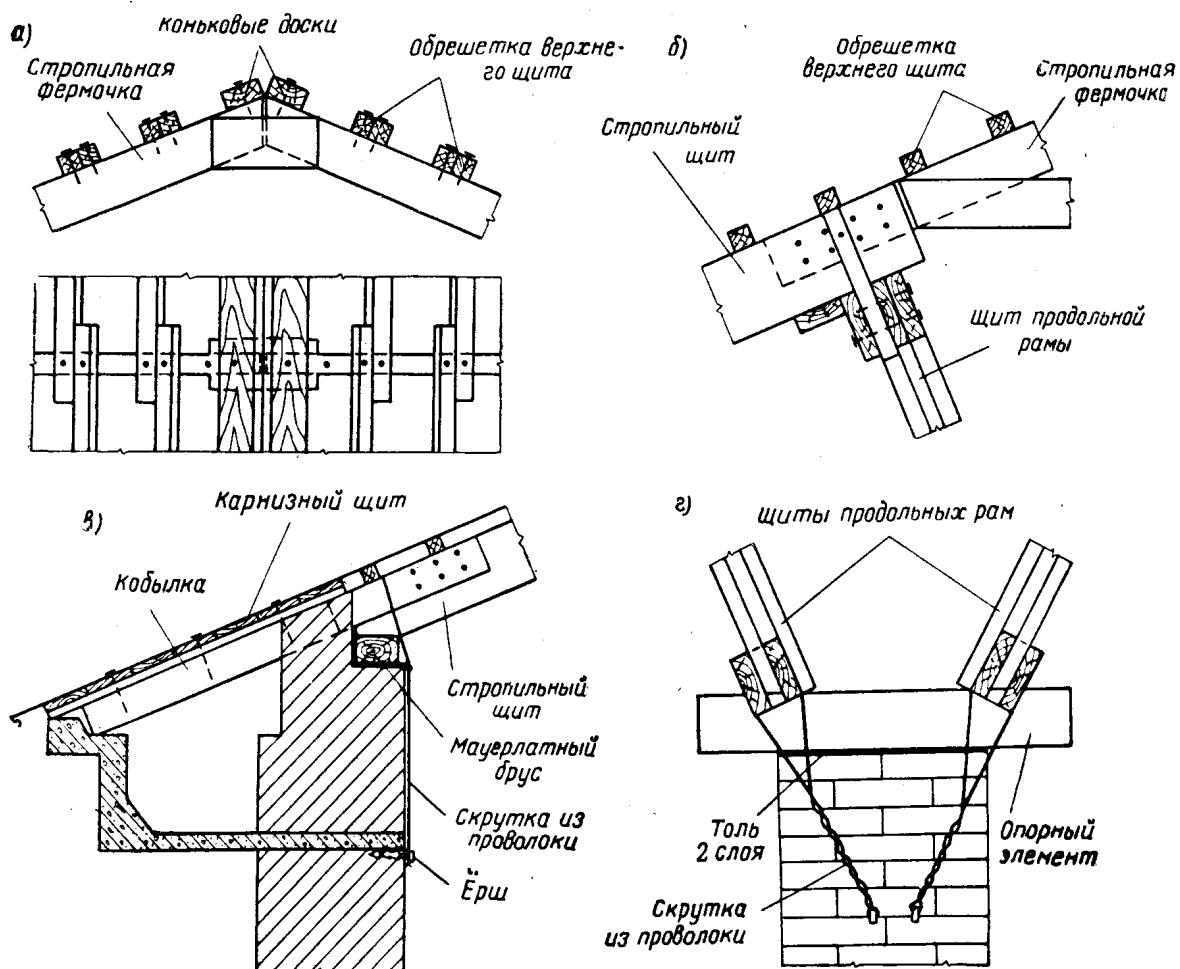


Узел карниза: 1 – стропильная нога; 2 – мауэрлат; 3 – обрешетка; 4 – кровельное покрытие; 5 – раствор с кирпичным щебнем; 6 – толь в два слоя.

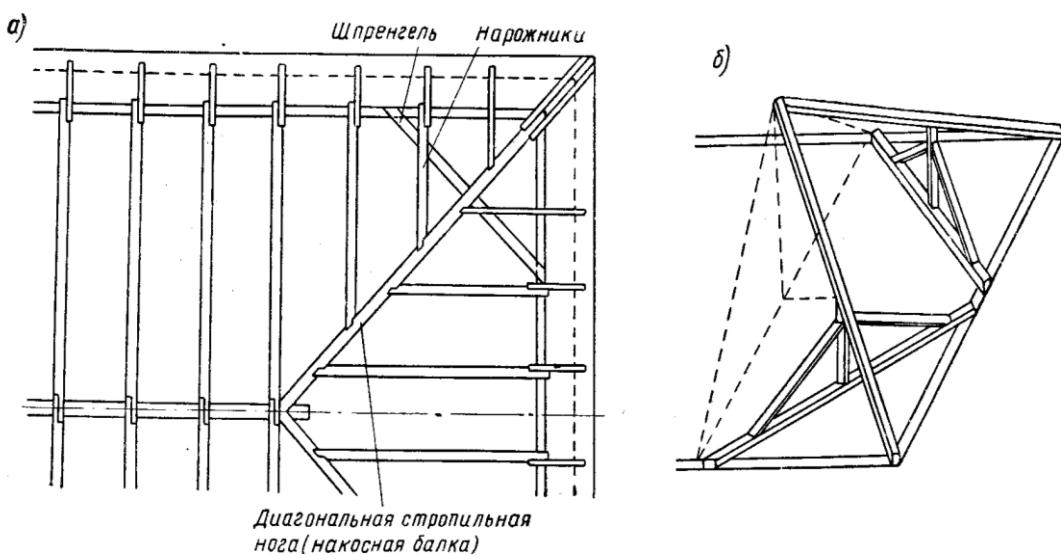


Кровля из асбестоцементных листов: 1 – обрешетка; 2 – гвоздь; 3 – стальная шайба; 4 – прокладка из рувероида; 5 – рувероидная лента

Следует отметить, что нарожники, чтобы быть в одной плоскости со стропильными ногами, должны врубаться в накосную балку. Верхними концами диагональные ноги опираются на консоль конькового бруса или, если прогон отсутствует, на бруск-полочку, прибитый к стропильным ногам в месте их сопряжения у конька. Нижними концами накосные ноги опираются на мауэрлаты в месте ихстыкования в углу или на специальном коротышке.



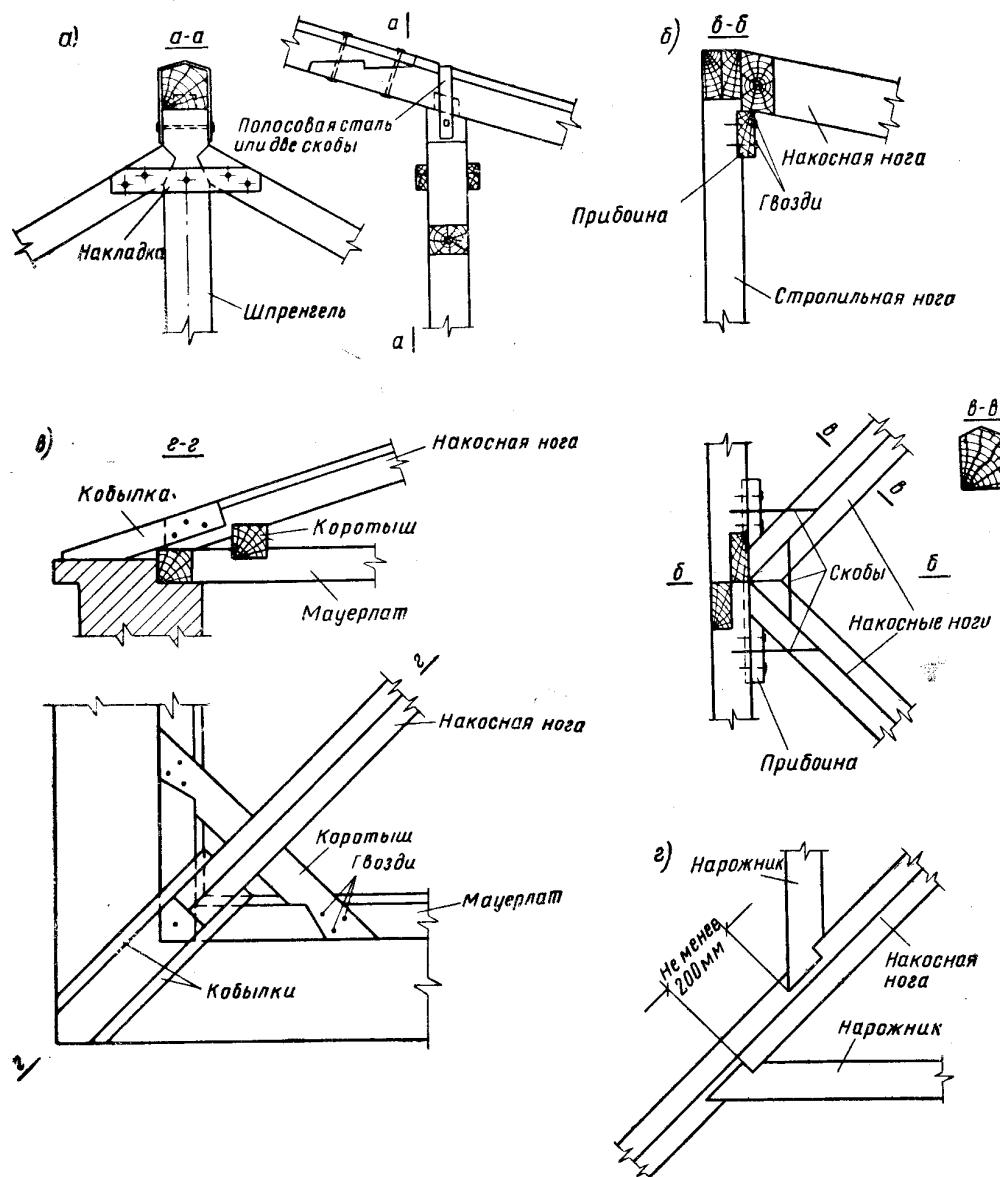
Детали сборных стропил: а- коньковый узел; б- опирание фермочки на стропильный щит; в- карнизный щит; г- средний опорный узел



Конструкции стропил в вальме: к диагональной стропильной ноге (накосной балке) врубаются наружники

При четырехскатных или более сложных формах крыш стропильные конструкции усложняются. В местах пересечения скатов вводятся диагональные (накосные) стропильные ноги. На них опираются короткие стропильные ноги (наружники) торцовых скатов (вальм).

Диагональные ноги имеют большую длину и несут значительную нагрузку, поэтому их приходится поддерживать в пролете промежуточной опорой в виде шпренгельной фермы.



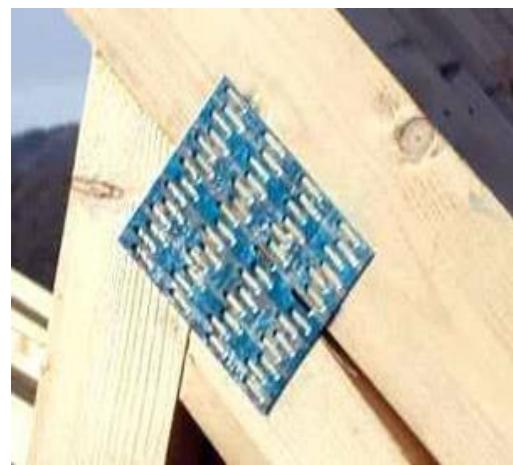
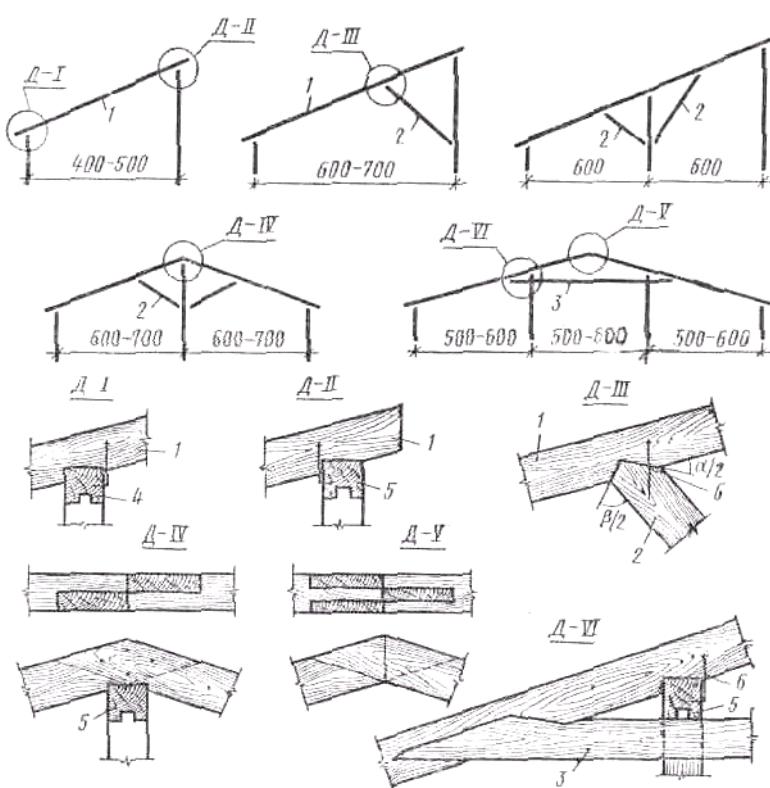
Детали стропил: а- узел опирания накосной ноги на шпренгель; б- опирание накосных ног на стропильные ноги; в- то же, на мауерлат; г- врубка наружников

До недавнего времени многие справочники и учебные пособия рекомендовали нам использовать в наслонных системах в основном соединения на врубках. Но исследования последних лет показали, что в таких соединениях древесина загнивает в 4 раза быстрее, чем при использовании нагельных соединений и даже накладок из различных метизов. Это связано с тем, что волокна соединяемых во врубке элементов, испытывающих различное воздействие, имеют различный влагообмен с окружающей средой.

При реконструкции зданий выше трех этажей соединения на врубках не рекомендуются.

**Настил** способствует правильной вентиляции воздуха внутри кровли, что снижает опасность загнивания, резко уменьшает уровень конденсации влаги. Настилы служат основанием водо- и теплоизоляционных слоев покрытия. Они принимают участие в

обеспечении устойчивости стропильных и подстропильных конструкций при восприятии основных вертикальных и ветровых нагрузок.



*Наслонные системы несущих конструкций могут быть достаточно разнообразны по конструктивным решениям. Здесь приводятся и несколько иные, отличные от рассмотренных выше, решения для односкатных и двухскатных покрытий.*

**Обрешетка** стропил необходима для настила кровли. В зависимости от вида кровли обрешетку выполняли из досок, теса, брусков-жердей, укладываемых вплотную или вразрядку. При сплошной обрешетке доски (тес) обычно укладывают на стропила горизонтально коньку. Однако лучше, если сначала на стропила горизонтально коньку уложить через 500–1000 мм бруски (доски), а на них настелить сплошным слоем доски или тес вдоль спуска, от конька к свесу.

Поскольку доски коробятся, образуя с одной стороны выпуклость (горб), а с другой – вогнутость (лоток), обрешетку следует настилать так, чтобы лотки были вверху. В этом случае протекшая через кровлю вода попадет на лоток и скатится вниз. Если же доски будут прибиты выпуклостью вверх, то вода при поврежденной кровле обязательно попадет на чердак.

В стенах, к которым примыкает кровля, должны быть устроены борозды («выдры») для заделки концов рулонного ковра. Обрешетку под асбестоцементные плитки чаще всего делают сплошной из теса толщиной 25 мм и шириной до 120 мм (более широкие доски при короблении могут разорвать плитку), но можно оставлять зазоры между досками в 5 мм.

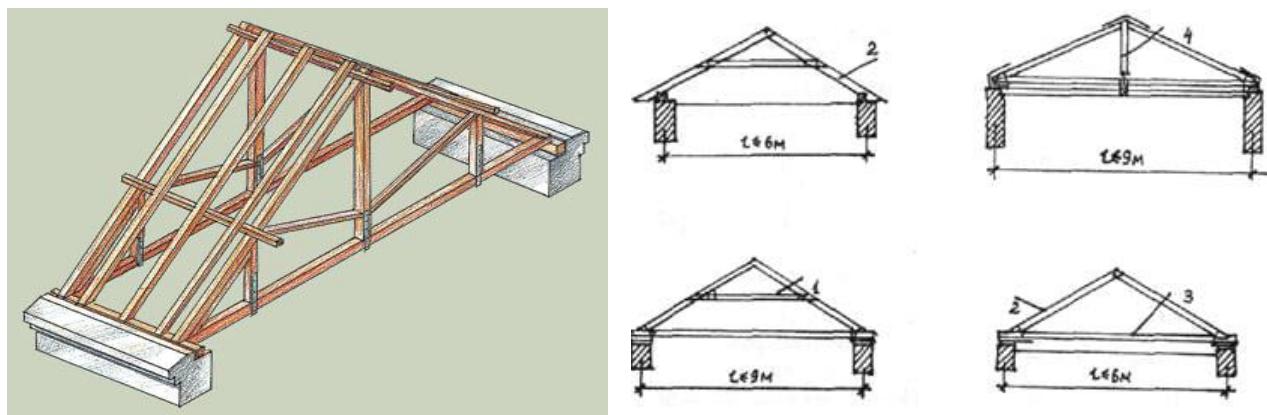
**Висячие стропила** были наиболее простой в изготовлении конструкцией для сооружений небольших пролетов (до 8–10 м). Эта конструкция использовалась для домов небольшого строительного объема поскольку не требовала внутренних опор в сооружении, опираясь только на наружные стены. При малых пролетах (до 6 м) эта конструкция состоит только из стропильных ног, работающих на сжатие, и затяжки, работающей на растяжение. Затяжка погашает распор от стропильных ног, а стены воспринимают только вертикальные силы. С

увеличением пролета конструкция усложняется путем введения ригеля, «бабок», работающих на растяжение, и подкосов, работающих на сжатие.

Назначение ригеля в висячих системах – уменьшить величину распора, передаваемого от стропильных ног на стены или затяжку, и обеспечить общую поперечную жесткость системы. Бабки служат для облегчения работы затяжек. Бабки защемляются верхним концом между стропильными ногами, и к ним снизу подвешиваются с помощью металлических креплений затяжки. Подкосы упираются нижними концами в бабку, а верхними подпирают в пролете стропильные ноги, облегчая таким образом их работу на изгиб (рис. 35).

Стропила малых пролетов висячей системы изготавливались из досок, с соединением элементов гвоздями – непосредственно рядом с собранным срубом.

Затем систему подвешивали на рычагах и в висячем положении устанавливали на крыше. Отсюда и происходит ее название – *висячая*. При пожарах загоревшуюся крышу крючьями и батогами просто стаскивали на землю, не давая заняться всему сооружению.



Схемы деревянных висячих стропил

**Подстропильные конструкции.** Основными элементами подстропильной конструкции, направленной вдоль здания, являются долевые балки (*прогоны*), опирающиеся на деревянные стойки, передающие давление от веса крыши на внутренние стены или столбы.

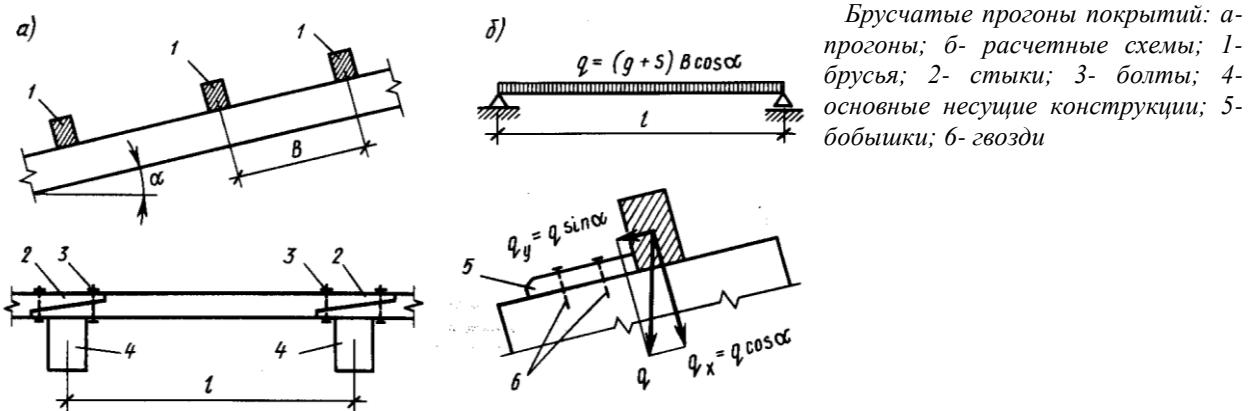
**Однопролетные прогоны** представляют собой горизонтальные ряды брусьев или бревен, расположенные вдоль скатов покрытия и оперты на верхние кромки основных несущих конструкций покрытия торцевых и поперечных стен здания, наклонные под углом к горизонту.

Прогоны соединяются между собой по длине при помощи косого прируба или дощатых накладов и болтов. К опорам прогоны крепятся посредством бобышек – коротких отрезков толстых досок или стальных уголковых коротышек и гвоздей или винтов. Эти крепления препятствуют сползанию прогонов вниз по скату опор.

Однопролетные прогоны работают и рассчитываются на изгиб как однопролетные шарнирно опертые балки, оси сечений которых расположены наклонно к горизонтальной плоскости. Прогоны, не закрепленные в настиле от изгиба в плоскости скатов покрытия, работают и рассчитываются на косой изгиб как горизонтальные однопролетные шарнирно опертые балки пролетом  $l$ , равным шагу основных несущих конструкций.

Нагрузка на прогоны является, как правило, равномерно распределенной и состоит из собственного веса всех элементов покрытия, отнесенного к горизонтальной проекции покрытия, и веса снега  $s$ . При шаге прогонов  $B$  эта нагрузка

$$q = (g/\cos\alpha + s)B.$$



Максимальный изгибающий момент  $M$  возникает в середине пролета прогона и определяется по формуле  $M = ql^2/8$ . Этот изгибающий момент делится геометрически на нормальную и скатную составляющие, перпендикулярную и параллельную плоскости ската:  $M_x = M \cos \alpha$  и  $M_y = M \sin \alpha$ .

Несущая способность подобранного сечения прогона проверяется по нормальным напряжениям, затем выполняется проверка прогиба. Крепление прогонов к основным несущим конструкциям рассчитывают на действие скатных составляющих опорных давлений  $R_x$ . При нагрузке на прогон  $q$ , пролете  $l$  и угле наклона покрытия  $\alpha$  составляющая опорного давления двух прогонов  $R_x = ql \sin \alpha$ .

*Косой изгиб* существенно увеличивает требуемые размеры сечений прогонов. Поэтому в некоторых случаях прогоны объединяют в *решетчатые щиты*, называемыми *многопролетными прогонами*, соединенные дощатыми *раскосами* и *стойками*. При этом прогоны в направлении скатов покрытия и соответственно скатные составляющие изгибающих моментов и размеры сечений прогонов существенно уменьшаются. Если прогоны закреплены в настиле покрытия от изгиба в плоскости его скатов, они работают и рассчитываются на изгиб только в плоскости, нормальной к плоскости скатов. Этот расчет производится так же как и расчет изгибаемых элементов на нормальные составляющие нагрузок от собственного веса и снега.

**Например**, необходимо подобрать и проверить сечение однопролетного брускового прогона из древесины 2-го сорта. Прогон расположен поперек скатов покрытия, имеющего уклон  $i = 1:4$ , и опирается на основные несущие конструкции, поставленные с шагом  $B = 4 \text{ м}$ . На прогон действуют изгибающие нагрузки от собственного веса покрытия и снега: нормативная  $q^* = 0,8 \text{ кН/м}$ ; расчетная  $q = 1,3 \text{ кН/м}$ .

**Решение.** Расчетная схема работы прогона — однопролетная шарнирно опертая балка пролетом  $l = 4 \text{ м}$ , работающая на косой изгиб при наклоне горизонтальной оси сечения  $\alpha = 14^\circ$ ;  $\cos \alpha = 0,97$ ;  $\sin \alpha = 0,24$ ;  $\tan \alpha = 0,25$ . Подбираем сечения по несущей способности при изгибе. Изгибающий момент  $M = ql^2/8 = 1,3 \cdot 4^2/8 = 2,6 \text{ кНм}$ . Нормальная и скатная составляющие момента:  $M_x = M \cos \alpha = 2,6 \cdot 0,97 = 2,52 \text{ кНм} = 2,52 \cdot 10^{-3} \text{ МН м}$ ;  $M_y = M \sin \alpha = 2,6 \cdot 0,24 = 0,62 \text{ кНм} = 0,62 \cdot 10^3 \text{ МН} \cdot \text{м}$ .

Принимаем сечение прогона  $b \times h = 10 \times 12,5 \text{ см}^2$ .

Моменты сопротивления сечения относительно осей ( $x$  — параллельной и  $y$  — перпендикулярной скату) следующие:  $W_x = bh^2/6 = 10 \cdot 12,5^2/6 = 260 \text{ см}^3 = 260 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ ;  $W_y = hb^2/6 = 12,5 \cdot 10^2/6 = 208 \text{ см}^3 = 208 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ .

Расчетное сопротивление древесины изгибу  $R_u = 13 \text{ МПа}$ . Напряжение  $\sigma = M_x/W_x + M_y/W_y = 2,52 \cdot 10^{-3}/260 \cdot 10^{-6} + 0,62 \cdot 10^3/208 \cdot 10^{-6} = 12,8 \text{ МПа} < R_u$ .

*Проверяем прогиб прогона.*

Составляющие нормативной нагрузки:

$$g_x^H = g^H \cos \alpha = 0,8 \cdot 0,97 = 0,78 \text{ кН/м} = 0,78 \cdot 10^{-3} \text{ МН/м};$$

$$g_y^H = g^H \sin \alpha = 0,8 \cdot 0,24 = 0,19$$

$$\text{кН/м} = 0,19 \cdot 10^{-3} \text{ МН/м.}$$

Модуль упругости древесины  $E = 10^4 \text{ МПа.}$

Моменты инерции сечения:

$$I_x = bh^3/12 = 10 \cdot 12,5^3/12 = 1630 \text{ см}^4 = 1630 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

$$I_y = hb^3/12 = 12,5 \cdot 10^3/12 = 1040 \text{ см}^4 = 1040 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4.$$

Составляющие прогиба:

$$f_x = (5/384) g_x^H l^4 / (EI_x) = (5/384) 0,78 \cdot 10^{-4} \cdot 4^4 : (10^4 \cdot 1630 \cdot 10^{-8}) = 0,015 \text{ м};$$

$$f_y = (5/384) g_y^H l^4 / (EI_y) = (5/384) 0,19 \cdot 10^{-4} \cdot 4^4 : (10^4 \cdot 1040 \cdot 10^{-8}) = 0,0025 \text{ м} = 0,25 \text{ см.}$$

$$\text{Полный относительный прогиб } f/l = \frac{\sqrt{f_x^2 + f_y^2}}{l} = \frac{\sqrt{1,5^2 + 0,25^2}}{4} = 1/263 < [f/l] = 1/200.$$

**Настилы и обрешетки.** При чердачных покрытиях ограждающая часть крыши состоит из *кровли и настила*.

Основным назначением *кровли* является защита от атмосферной влаги. *Настил* служит для укладки и поддержания кровли, воспринимает нагрузки от собственного веса кровли, давление ветра, веса снега и т. п. и передает их на стропильные конструкции.

*Настил* способствует правильной вентиляции воздуха внутри кровли, что снижает опасность загнивания, резко уменьшает уровень конденсации влаги. На изготовление *настилов* расходуется большая часть древесины, используемой при сооружении деревянных покрытий. Поэтому их экономное проектирование во многом определяет экономическую эффективность покрытия в целом. Настилы служат основанием водо- и теплоизоляционных слоев покрытия. Они принимают участие в обеспечении устойчивости стропильных и подстропильных конструкций при восприятии основных вертикальных и ветровых нагрузок.

Конструкция настила зависит от типа кровли и теплоизоляционных свойств покрытия. При рулонной кровле настил должен иметь сплошную ровную дощатую или фанерную поверхность, на которую непосредственно можно наклеивать рулонный ковер. Утеплитель при этом может быть жестким и располагаться поверх настила под кровлей или быть мягким и располагаться в полостях, как в kleefанерных плитах.

При чешуйчатой кровле в виде волнистых листов асбестоцемента, стеклопластика или черепичных плиток настил должен иметь для них отдельные опоры в виде досок или брусьев обрешетки или открытых ребер kleefанерных плит. Утеплитель при этом может быть мягким и располагаться между брусками обрешетки или между ребрами kleefанерных плит. С чешуйчатой кровлей особенно эффективно применение деревянных покрытий, так как она паропроницаема, способствует высыханию древесины и препятствует ее загниванию.

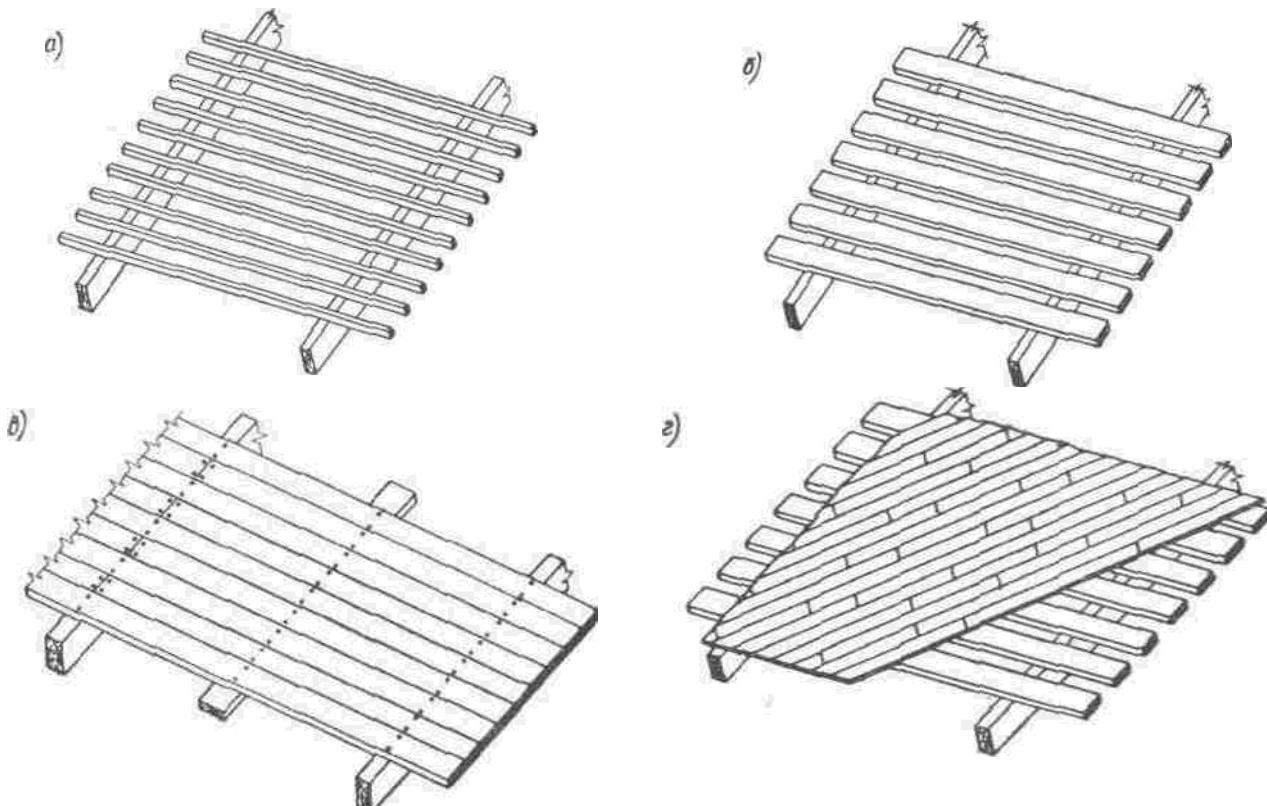
Деревянные настилы делятся на два основных вида — *дощатые* и *kleefанерные*.

**Дощатые настилы** являются наиболее распространенным видом деревянных настилов. Они могут изготавляться как в цехах деревообрабатывающих предприятий, так и в небольших мастерских строительных площадок. Для их изготовления может применяться древесина 2-го и 3-го сортов, поскольку местные дефекты настилов не снижают прочности покрытия в целом. Поэтому такие настилы имеют относительно невысокую стоимость.

Основными недостатками дощатых настилов являются трудоемкость изготовления и ограниченная несущая способность.

Дощатые настилы изготавливаются из досок на гвоздях и укладываются на прогоны или основные несущие конструкции покрытий при расстоянии между ними не более 3 м. Рабочие

доски настилов должны иметь длину, достаточную для опирания их не менее чем на три опоры, с целью увеличения их изгибной жесткости по сравнению с однопролетным опиранием. Основными типами дощатых настилов являются *разреженный* и *двойной перекрестный*.



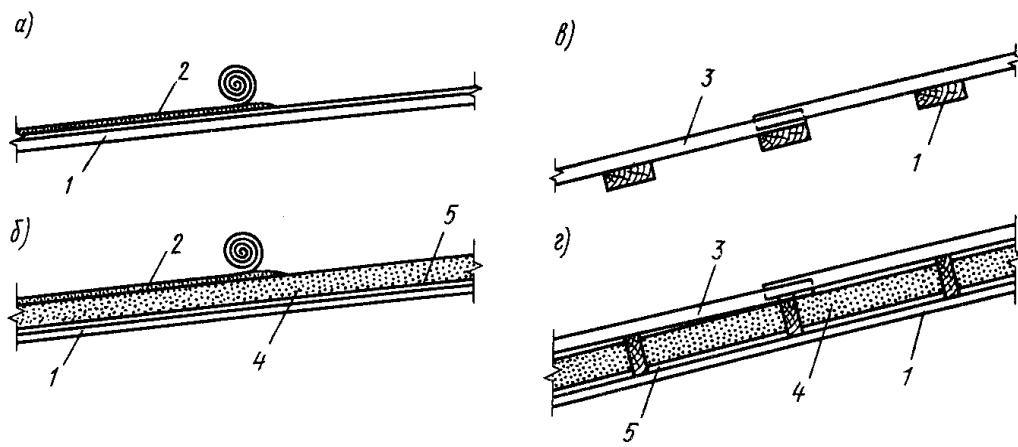
*Разреженный настил (обрешетка): а- из брусков; б- из разреженных досок; в- сплошная дощатая; г- двойная дощатая*

**Разреженный настил**, или *обрешетка*, представляет собой несплошной ряд досок уложенных с шагом, определяемым типом кровли и расчетом. Зазоры между кромками досок для их лучшего проветривания должны быть не менее 2 см. Для ускорения сборки этот настил целесообразно собирать из заранее изготовленных плит, щитов, соединенных снизу поперечинами и раскосами, с габаритными размерами, увязанными с расстановкой опорных конструкций с учетом условий транспортирования.

**Обрешетки** устраиваются из брусков или досок, уложенных с прозорами или в виде *одинарных* или *двойных сплошных настилов*. При устройстве двойных настилов нижний слой досок делается разреженным.

Выбор обрешетки зависит от типа кровли. Разреженные обрешетки пригодны под кровли, собираемые из отдельных достаточно жестких и прочных плиток или листов (черепицы, кровельного сланца, волнистых асбестоцементных листов и т. п.). При этом расстояния между элементами (брусками или досками) обрешетки принимаются в соответствии с размерами и прочностью кровельных плит и листов. При более тонких и хрупких (например, плоских асбестоцементных) или совсем не жестких (например, рубероидных) плитках применяются сплошные дощатые настилы.

**Комбинированные двухслойные основы** устраиваются и под рулонные (рубероидные и толевые) кровли. Одинарные дощатые настилы в данном случае не пригодны, так как недостаточная жесткость и коробление отдельных досок легко приводят к разрывам рулонного ковра, приклеиваемого к обрешетке.

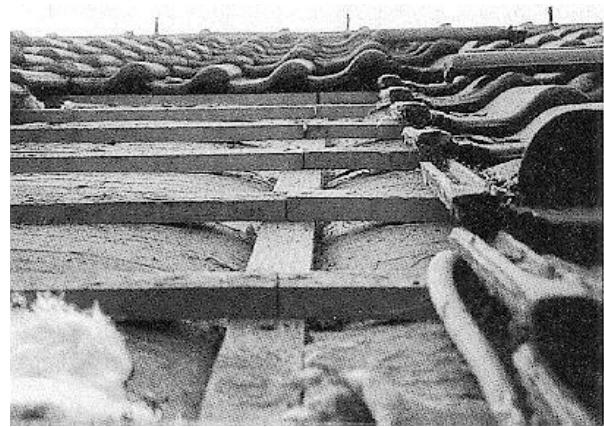


2- Разреженный настил (обрешетка): а- неутепленный под рулонную кровлю; б- то же, утепленный; в, д- неутепленный настил под асбестоцементную кровлю; г, е- то же, утепленный под асбестоцементную кровлю;  
 1- настил; 2- рулонная кровля; 3- асбестоцементная кровля; 4- утеплитель; 5- пароизоляция

Для уменьшения абсолютной величины коробления доски верхнего слоя двойного настила применяются как можно более узкие (до 50 мм).

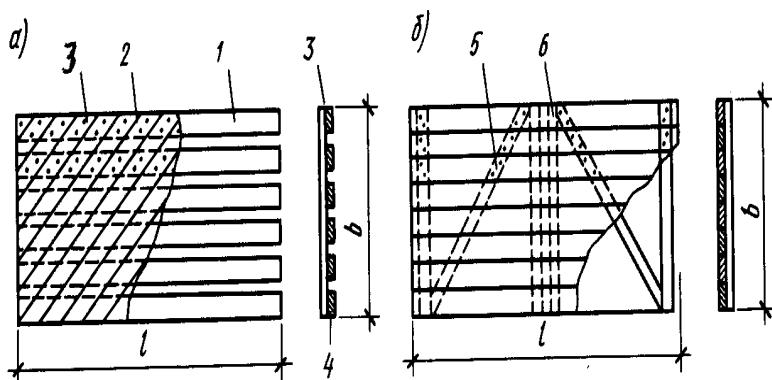
Элементы обрешетки (доски, бруски) прибиваются к стропильным ногам гвоздями.

**Двойной перекрестный настил** состоит из двух слоев: нижнего — рабочего и верхнего — защитного. Рабочий настил представляет собой разреженный или сплошной ряд более толстых досок и несет на себе все нагрузки, действующие на покрытие. Защитный настил представляет собой сплошной ряд досок минимальной толщиной 16 мм и шириной 100 мм. Они укладываются на рабочий настил под углом 45...60° и крепятся к нему гвоздями.



Вскрытие кровельного покрытия и обрешеток при обследовании настилов

Защитный настил образует необходимую сплошную поверхность, обеспечивает совместную работу всех досок настила, распределяет сосредоточенные нагрузки на полосу рабочего настила шириной 50 см и защищает кровельный ковер от разрывов при короблении и растрескивании более толстых и широких досок рабочего настила. Двойной перекрестный настил имеет значительную жесткость в своей плоскости и служит надежной связью между прогонами и основными несущими конструкциями покрытия. Этот настил тоже целесообразно собирать из заранее изготовленных крупных плит и щитов. Применяются также настилы из сплошных однослоистых щитов, соединенных снизу раскосами и поперечинами, имеющие меньшую жесткость, чем двойные.



Дощато-гвоздевые щиты настилов: а- щит двойного перекрестного настила; б- щит однослоиного раскосного настила; 1- доски; 2- гвозди; 3- косой защитный настил; 4- разреженный рабочий настил; 5- раскосы; 6- поперечины

**Расчет дощатых настилов** осуществляют по прочности и прогибам при изгибе при действии нормативных и расчетных значений линейных распределенных и сосредоточенных нагрузок.

Постоянная нагрузка от собственного веса настила, утеплителя и кровли определяется с учетом толщины и плотности всех элементов покрытия и является равномерно распределенной по площади поверхности настила.

При расчете настила скатных покрытий, имеющих угол наклона  $\alpha$ , удобно нагрузку от собственного веса  $g_a$  относить к горизонтальной проекции этой площади, при этом  $g_a = g/\cos\alpha$ .

Снеговая нагрузка  $s$  принимается по нормам на площадь горизонтальной проекции и определяется с учетом климатического снегового района и угла наклона покрытия  $\alpha$ . Сосредоточенная нагрузка от веса человека с грузом принимается равной 1 кН.

Расчетные значения этих нагрузок определяются с учетом различных коэффициентов надежности  $\gamma$ . Для собственного веса настила  $\gamma = 1,1$ , для веса утеплителя и кровли  $\gamma = 1,3$  и для веса снега при  $g/s < 0,8$   $\gamma = 1,6$ .

Расчетная схема дощатого настила представляет собой двухпролетную шарнирную оперту балку с пролетом  $l$ . В качестве условной длины пролетов удобно принимать горизонтальные проекции расстояний между его опорами  $L$ .

При скатных покрытиях расчетные пролеты настила будут равны

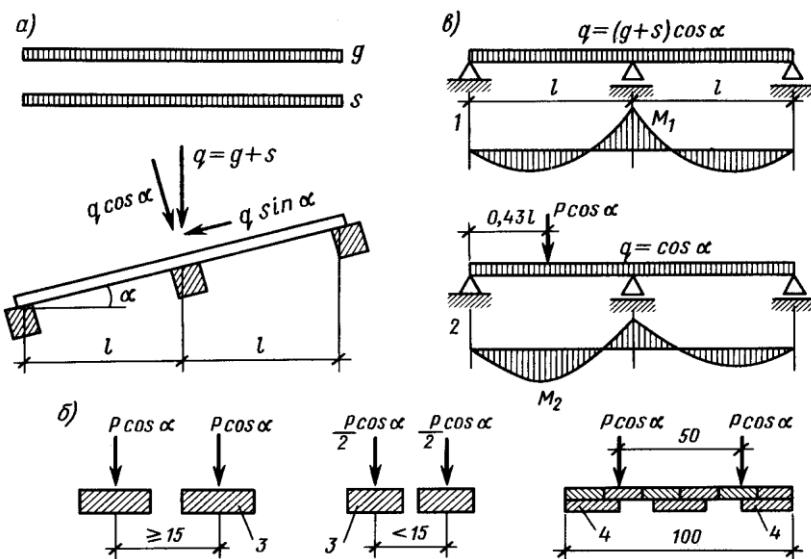
$$l = L \cos\alpha.$$

Расчетную ширину настила принимаем условно  $B = 1 \text{ м}$ .

**Дощатый настил** покрытия рассчитывается на два сочетания нагрузок.

**Первое сочетание**— это общая нагрузка от собственного веса  $g$  и веса снега  $s$ , расположенного на всей длине плиты настила  $q = g + s$ .

На расчетное значение этой нагрузки настил проверяется по несущей способности при изгибе. При этом максимальный изгибающий момент, возникающий в сечении над средней опорой,  $M = qL^2/8$ . Момент сопротивления сечений всех досок настила на расчетной ширине  $W = Bb^3/6$ . Действующие в них напряжения  $\sigma = M/W \leq R_u$ , где расчетное сопротивление изгибу древесины 3-го и 2-го сортов  $R_u = 13 \text{ МПа}$ .



Расчетные схемы настилов: а- схемы нагрузок равномерных; б- то же, сосредоточенных; 1- первое сочетание нагрузок; 2- второе сочетание нагрузок; 3- доски разреженного настила; 4- доски рабочего настила

На нормативные значения нагрузок проверяется максимальный относительный прогиб настила:

$$f/l = (2,13/384) [ql^3/(EI)] \leq [f/l] = 1/150.$$

*Второе сочетание*— это общее действие равномерной нагрузки от собственного веса  $q=g$  и сосредоточенной силы  $P$ , приложенной на расстоянии  $0,43l$ .

В этом сечении возникает максимальный изгибающий момент  $M=0,07ql^2+0,21Pl$ .

На этот изгибающий момент сечение настила проверяется только по несущей способности при изгибе по формуле  $\sigma=M/W \leq R_u$ , где расчетное сопротивление изгибу древесины 3-го и 2-го сортов с учетом коэффициента условия работы при временной силе  $R_u=1,2 \times 13 \text{ МПа} = 15,6 \text{ МПа}$

В некоторых случаях применяются однопролетные настилы и настилы с числом опор более двух.

*Расчет разреженного настила*, расположенного поперек ската скатной кровли, производится на косой изгиб. Расчетная ширина настила принимается равной шагу расстановки досок с учетом сечения только одной доски или принимается равной 1 м, но при этом учитываются сечения всех досок, расположенных на этой ширине. Сосредоточенный груз  $P=1,2 \text{ кН}$  считается приложенным к каждой доске полностью при шаге досок более 15 см, а при шаге менее 15 см к каждой доске прикладывается  $P \cos \alpha/2$ .

*Двойной перекрестный настил* рассчитывается на изгиб только рабочего настила и только от нормальных составляющих нагрузок, поскольку скатные составляющие воспринимаются с помощью защитного настила. Расчетная ширина настила принимается  $B=1 \text{ м}$  с учетом всех входящих в нее досок, количество которых при шаге  $a$   $n=1/a$ . Сосредоточенные грузы распределяются здесь на ширину 0,5 м и поэтому в расчетную ширину входят удвоенные величины  $P=2,4 \text{ кН}$ . При подборе сечения настила удобно задаваться сечением досок  $b \times h$  (см), затем определять требуемый момент сопротивления  $W_{mp} = M/R$ , требуемую общую ширину досок  $B_{mp} = W_{mp}/h^2$ , затем шаг их расстановки  $a=100 b/B$  (м).

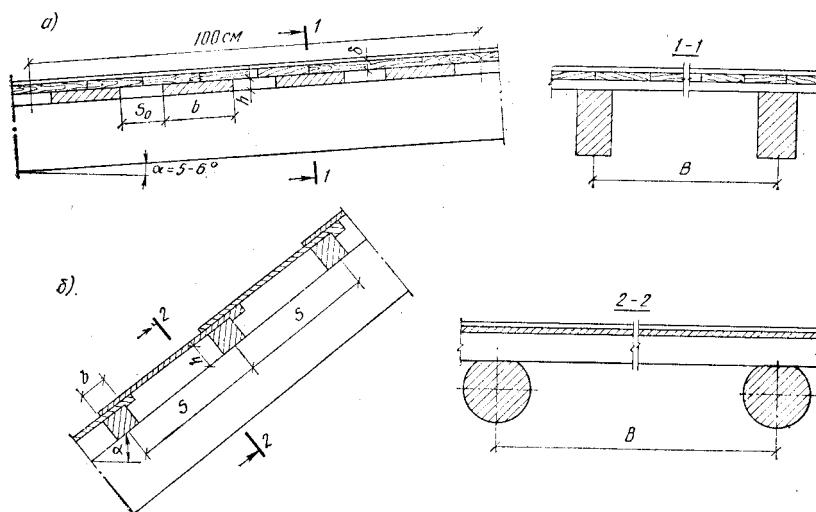
Соединительные гвозди слоев настила или настила с раскосами часто работают со значительными запасами прочности. При больших уклонах и нагрузках их рассчитывают на скатные составляющие нагрузок по условной схеме балки, образованной двумя соседними прогонами и настилом.

**Рассчитаем, например, деревянную основу под трехслойную рубероидную кровлю.** Она состоит из нижнего разреженного рабочего настила (доски сечением  $b \times h = 15 \times 2,2 \text{ см}$ , уложенные с зазорами  $s_0 = 10 \text{ см}$ ) и верхнего сплошного защитного косого настила толщиной  $\delta = 1,6 \text{ см}$ . Настилы опираются на стропильные ноги, размещенные через  $B = 1,5 \text{ м}$  одна от другой. Проверить прочность и жесткость рабочего настила. Нормативный снеговой покров —  $100 \text{ кгс/м}^2$ . Уклон кровли  $i = 1/12$  (около  $5^\circ$ ).

**Решение.** Расчет настила ведем для полосы шириной 1 м. Угол наклона кровли к горизонту ввиду его незначительности при расчете настила во внимание не принимаем.

Сбор нагрузок на 1 пог. м расчетной полосы настила представим в табличной форме.

Расчетный пролет настила  $l = B = 1,5 \text{ м}$ .



К расчету настила и обрешетки под кровлю

Элементы и подсчет нагрузок	Нормативная нагрузка в кгс/м	Коэффициент перегрузки	Расчетная нагрузка в кгс/м	
Трехслойная рулонная кровля	9	1,1	9,9	
Защитный настил, $0,016 \times 50$	100	1,1	8,8	
Рабочий настил, $0,15 \times 0,22 \times 500$	15 + 10	6,6	1,1	7,3
<b>Итого</b>		<b><math>g^H = 24</math></b>	<b><math>g = 26</math></b>	
Снеговая нагрузка	100	1,4	140	
<b>3- Всего</b>				

Максимальный изгибающий момент определяем при первом сочетании нагрузок (собственный вес и снег):

$$M' = 0,125 \times 166 \times 1,5^2 = 46,8 \text{ кгсм.}$$

Благодаря наличию защитного настила действие сосредоточенного груза  $P = 100 \times 1,2 = 120 \text{ кгс}$  от веса человека с инструментом считаем распределенным на ширину 0,5 м

рабочего настила. Тогда расчетная сосредоточенная нагрузка, приходящаяся на ширину настила 1 м, равна:

$$P_{\text{расч}} = \frac{120}{0,5} = 240 \text{ кгс.}$$

Максимальный изгибающий момент находим при втором сочетании нагрузок (собственный вес и сосредоточенный груз):

$$M'' = 0,07 \times 26 \times 1,5^2 + 0,207 \times 240 \times 1,5 = 78,7 \text{ кгсм.}$$

Очевидно, более невыгодным для проверки прочности настила будет второй случай нагружения. Момент сопротивления настила

$$W = \frac{6}{6} \times \frac{b + s_0}{b + s_0} = \frac{15 \times 2,2^2}{6} \times \frac{100}{15 + 10} = 48,4 \text{ см}^3$$

Здесь - число досок, укладывающихся на ширине настила 1 м.

$$\text{Напряжение изгиба } \sigma = \frac{M''}{W} = \frac{7870}{48,4} = 163 \times 130 \times 1,15 \times 12 = 180 \\ = 46,8 \text{ кгс/м}^2,$$

где 1,15 - коэффициент условий работы настилов и обрешетки кровли;

1,2 — коэффициент, учитывающий кратковременность действия сосредоточенной нагрузки.

Жесткость настила проверяем при первом сочетании нагрузок, так как проверка прогиба по второму случаю нагружения не требуется.

Момент инерции настила

$$J = W \frac{h}{2} = 48,4 \frac{2,2}{2} = 53,2 \text{ см}^4.$$

Относительный прогиб:

$$\frac{f}{l} = \frac{2,13 \times 1,24 \times 150^3}{384 \times 10^5 \times 53,2} = \frac{1}{228} \times \frac{1}{150}.$$

В качестве другого **примера** рассчитаем *разреженный настил (обрешетку)* под кровлю из **пазовой черепицы** при следующих данных: угол наклона кровли к горизонту  $\alpha = 35^\circ$  ( $\cos \alpha = 0,819$ ;  $\sin \alpha = 0,574$ ); расстояние между осями брусков  $s = 30 \text{ см}$ ; расстояние между осями стропильных ног  $B = 133 \text{ см}$ ; нормативный снеговой покров —  $150 \text{ кгс/м}^2$ .

*Решение.* Обрешетку проектируем из брусков сечением  $5 \times 6 \text{ см}$ .

Определяем погонную равномерно распределенную нагрузку на один брусков, сбор нагрузок представим в табличной форме.

$$\text{Коэффициент снегозадержания } c = 0,71 = \frac{60 - \alpha}{35} = \frac{60 - 35}{35} \text{ при } \alpha = 35^\circ.$$

Обрешетку рассматриваем как двухпролетную неразрезную балку с пролетом

$$l = B = 133 \text{ см.}$$

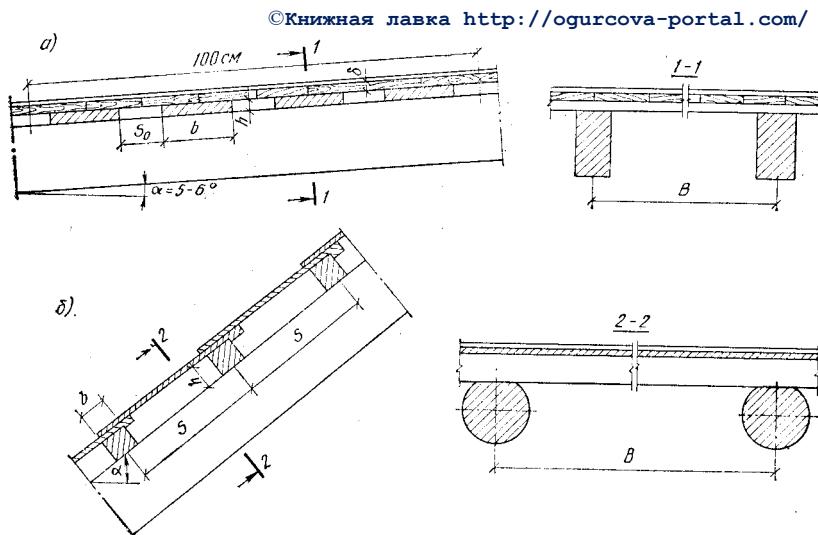
Наибольший изгибающий момент равен:

а) для первого сочетания нагрузок (собственный вес и снег):

$$M' = 0,125 \times 55 \times 1,33^2 = 12,2 \text{ кгсм},$$

б) для второго сочетания нагрузок (собственный вес и монтажная нагрузка):

$$M'' = 0,07 \times 18,2 \times 1,33^2 + 0,207 \times 120 \times 1,33 = 35,4 \text{ кгсм.}$$



К расчету разреженного настила (обрешетки) под кровлю из пазовой черепицы

Более невыгодный для расчета прочности бруска — второй случай нагружения.

Так как плоскость действия нагрузки не совпадает с главными плоскостями сечения бруска, то бруск рассчитываем на косой изгиб.

Элементы и подсчет нагрузок	Нормативная нагрузка в кгс/м	Коэффициент перегрузки	Расчетная нагрузка в кгс/м
Черепица, 50 x 0,3	15	1,1	16,5
Бруск обрешетки, 0,05 x 0,06 x 500	1,5	1,1	1,7
Итого	$g^H = 16,5$	-	$g = 18,2$
Снеговая нагрузка 150 x 0,71 x 0,3 x 0,819	26,2	1,4	36,7
<b>Всего</b>	$g^H = 43$	-	$g = 55$

Составляющие изгибающего момента относительно главных осей бруска равны:

$$M_x = M'' \cos \alpha = 35,4 \times 0,819 = 29 \text{ кгсм},$$

$$M_y = M'' \sin \alpha = 35,4 \times 0,574 = 20,3 \text{ кгсм}.$$

Моменты сопротивления и инерции сечения следующие:

$$W_x = 30 \text{ см}^3; W_y = 25 \text{ см}^3; J_x = 90 \text{ см}^4; J_y = 63 \text{ см}^4.$$

$$\sigma = \frac{2900}{30} + \frac{2030}{25} = 178(130 \times 1,15 \times 1,2) = 180 \text{ кгсм}^2.$$

При расчете по второму случаю нагружения проверка прогиба бруска не требуется. Определим прогиб бруска при первом сочетании нагрузок.

$$\text{Прогиб в плоскости } f_y = \frac{0,13 \times 1,15 \times 1,2 \times 0,819 \times 133^4}{884 E J_x} = \frac{0,13 \times 1,15 \times 1,2 \times 0,819 \times 133^4}{384 \times 10^5 \times 90} = 0,07 \text{ см.}$$

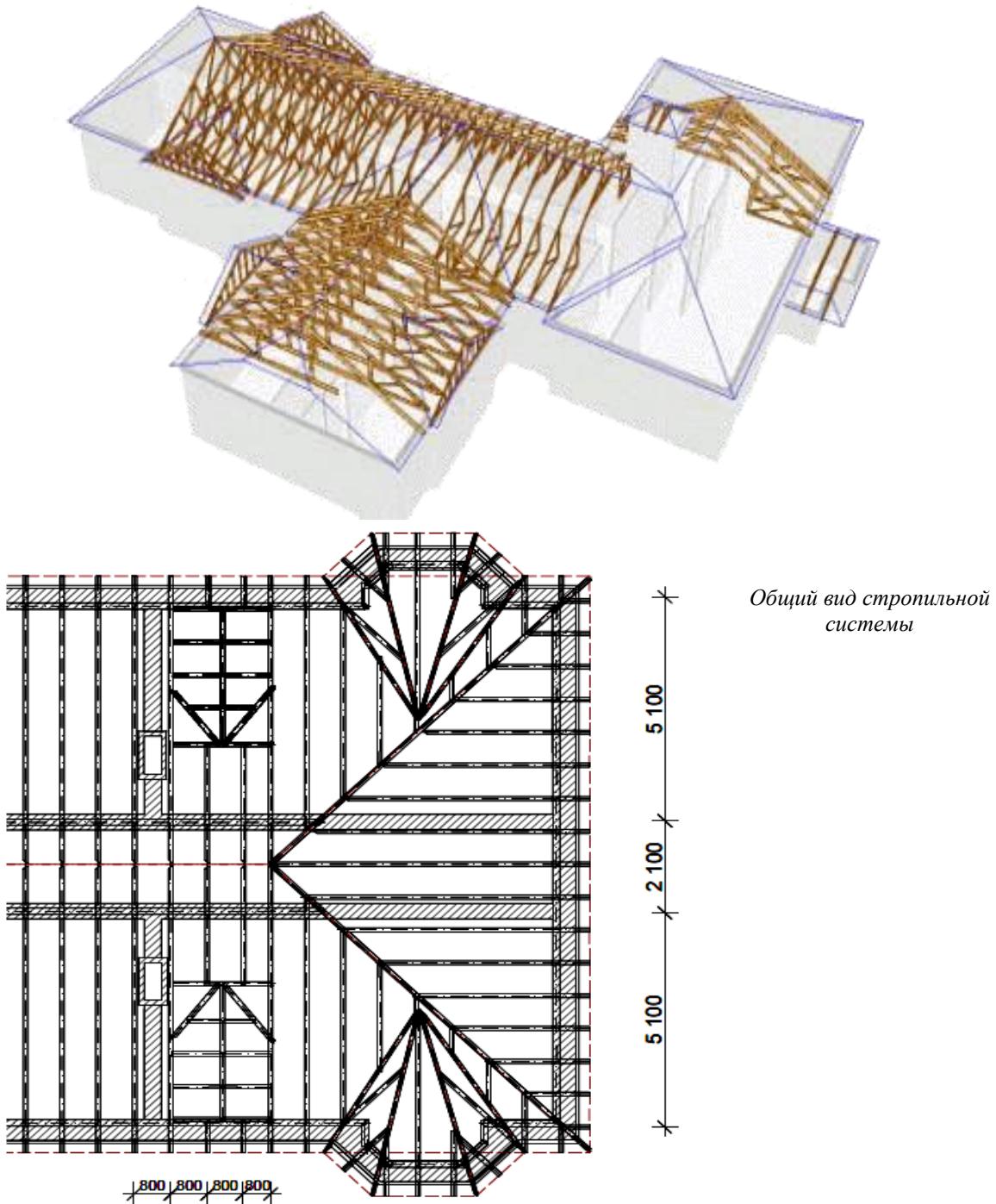
$$\text{Прогиб в плоскости } f_x = \frac{0,13 \times 1,15 \times 1,2 \times 0,43 \times 0,574 \times 133^4}{884 E J_y} = \frac{0,13 \times 1,15 \times 1,2 \times 0,43 \times 0,574 \times 133^4}{384 \times 10^5 \times 63} = 0,07 \text{ см.}$$

Полный прогиб

$$f = \sqrt{0,07^2 + 0,07^2} \approx 0,1 \text{ см.}$$

Относительный прогиб

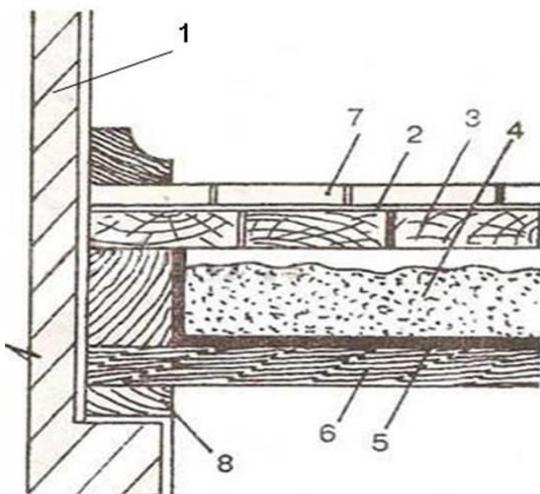
$$\frac{l}{l} = \frac{133}{133} = \frac{1330}{1330} < \frac{150}{150}.$$



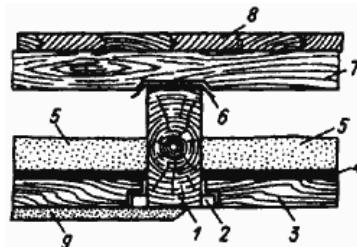
**Деревянное перекрытие** является одним из главных конструктивных решений перекрытий и в новом малоэтажном строительстве. Основным достоинством таких перекрытий является их легкость, что позволяет производить их монтаж без привлечения грузоподъемных механизмов и грузозахватных приспособлений.

В жилье III группы капитальности до индустриализации строительной отрасли в 60-х годах прошлого столетия деревянные перекрытия не только являлись наиболее экономичным, но и в ряде случаев – единственным возможным вариантом, из-за отсутствия грузоподъемных

механизмов. Деревянные перекрытия просты в изготовлении, имеют низкую теплопроводность, однако более низкая механическая прочность, требующая больших сечений; низкая пожаростойкость и устойчивость к поражению микроорганизмами и термитами – предъявляют особые требования к их эксплуатации.



Решение междуэтажного перекрытия по деревянным балкам (разрез): 1 - кирпичная стена; 2 - звуко- и гидроизоляция; 3 - щиты наката; 4 - засыпка; 5 - толь (рубероид); 6 - подшивной потолок; 7 - чистый пол; 8 - черепные бруски и лаги



Конструкция балочного перекрытия по деревянным балкам с накатом: 1 - балка; 2 - черепные бруски; 3 - щиты из досок; 4 - известковая или глиняная смазка; 5 - слой звукоизоляции; 6 - прокладка из картона; 7 - лага; 8 - пол по лагам; 9 - штукатурка

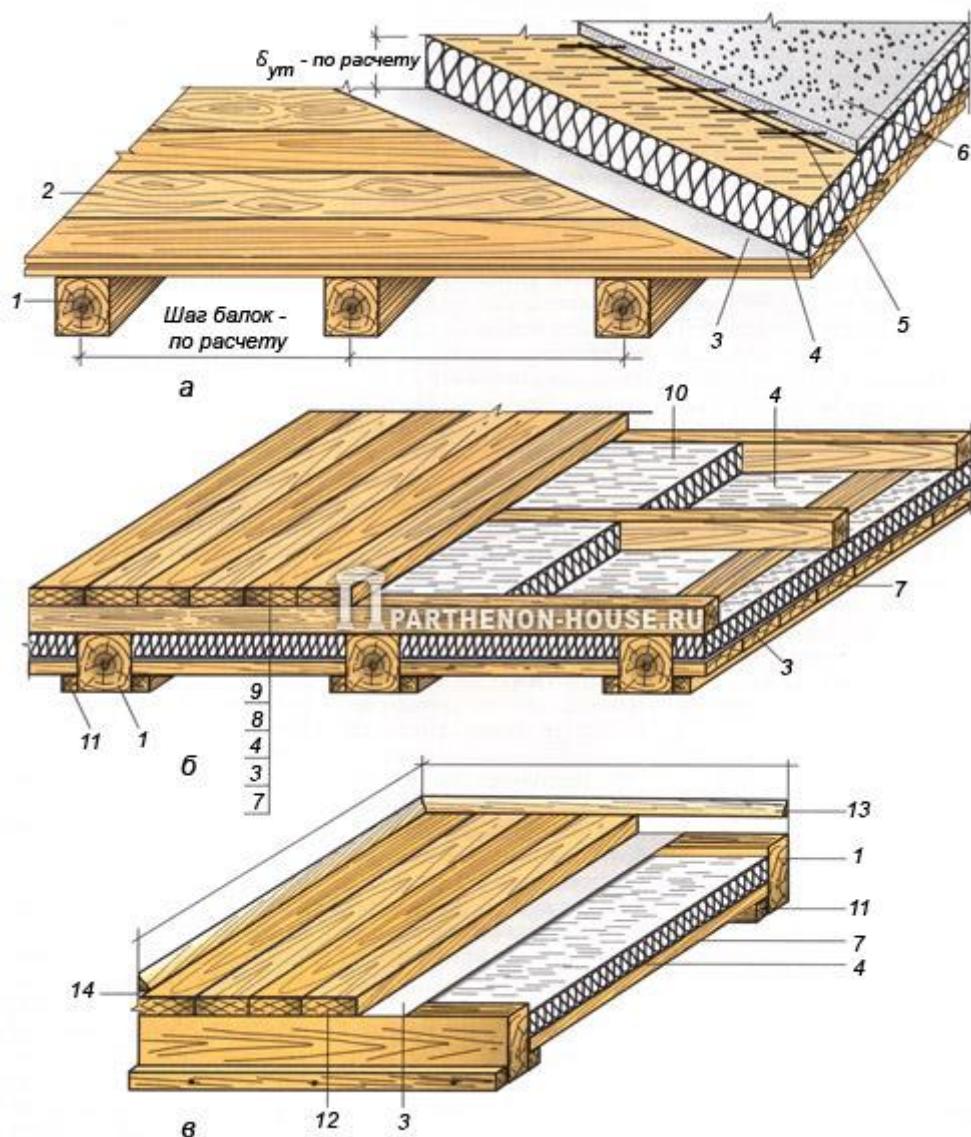
Деревянные перекрытия состоят из несущей деревянной балки, пола, межбалочного заполнения, являющегося тепло- и звукоизоляцией, и отдельного слоя (потолка). Нижняя часть межбалочного заполнения называется накатом и представляет собой настил, поддерживающий слой тепло- и звукоизоляции верхней части межбалочного перекрытия.

В качестве звукоизоляции наиболее часто применялся песок, шлак, керамзит и др. сыпучие материалы.

Накат служит для восприятия нагрузки от утепляющего слоя и передачи ее на балку. Накаты могут быть в виде: щитов из продольных досок, щитов из поперечных досок и щитов из продольных и поперечных досок. Щиты опирают на пробоины (черепные бруски), прибитые к боковым граням балок. Для этого к балкам прибивают черепные бруски с сечением 40×40 или 50×50 мм.

Для обеспечения лучшей звукоизоляции от воздушного переноса звука по накату в жилье III группы капитальности выполнялась глинопесчаная смазка толщиной 20-30 мм, поверх которой насыпался шлак или сухой прокаленный песок толщиной 6-8 см. Таким образом, засыпка из пористого материала поглощала и гасила часть звуковых волн.

Засыпка без глинопесчаной смазки принималась толщиной не менее 80 мм. Поверх нее укладывали лаги, к которым прибивался пол из шпунтованных досок, прикрепляемых гвоздями к лагам, из пластин или досок, которые укладываются поперек балок через 500-700 мм.



Виды деревянных перекрытий: **а** - чердачное перекрытие с утеплением по верхней обшивке; **б** - перекрестное чердачное утепление; **в** - надподвальное перекрытие с межбалочным утеплением; 1 - балки перекрытия; 2 - дощатая обшивка; 3 - пароизоляция; 4 - первый слой утеплителя; 5 - арматурная сетка; 6 - паропроницаемая стяжка; 7 - деревянный (дощатый) накат; 8 - перекрестный каркас; 9 - дощатая обшивка (как вариант - паропроницаемая армированная стяжка); 10 - второй слой утеплителя; 11 - черепной бруск; 12 - деревянный пол; 13 - плинтус; 14 - щель воздухообмена.

Снизу к балкам прибивают подшивку из тонких досок толщиной 12 - 18 мм. В качестве наката можно использовать однослойные щиты из бакелизированной фанеры, доски и другие листовые материалы, способные выдержать вес засыпки и т.д.

Сами балки изготавливают из древесины хвойных пород, а черепные бруски, кроме того, — и из древесины ольхи, осины.

Наиболее оптимальными пролетами для деревянных балок считались пролеты до 4 м, но в жилье II группы капитальности деревянные балки использовались и при больших пролетах (до 6 м).

Балки чаще всего представляют собой деревянные брусья прямоугольного сечения. Высота балки зависит от величины пролета и составляет его длины. Ширина баки зависит от ее высоты. Соотношение размеров балки составляет 7:5.

Основными несущими элементами деревянного балочного перекрытия являются деревянные балки прямоугольного сечения высотой 140-240 мм и толщиной 50-160 мм, уложенные через 0,6; 0,8; 1 м. Сечение деревянных балок перекрытий принималось в зависимости от нагрузки, подшивки (наката) с засыпкой, и дощатого пола, настеленного по лагам как непосредственно по лагам.

**Таблица 4. Минимальное сечение деревянных балок перекрытия прямоугольного сечения**

Ширина пролета, м	Расстояние между балками, м						
	0,5		1				
	Распределенная общая нагрузка, кПа (кгс/м <sup>2</sup> )						
	1,5 (150)	2,5 (250)	3,5 (350)	4,5 (450)	1,5 (150)	2,5 (250)	3,5 (350)
2,0	5 x 8	5 x 10	5 x 11	5 x 12 (10 x 10)	10 x 10	10 x 10	10 x 11
2,5	5 x 10	5 x 12 (10 x 10)	5 x 13 (10 x 11)	5 x 15 (10 x 12)	10 x 10	10 x 12	10 x 13
3,0	5 x 12 (10 x 10)	5 x 14 (10 x 11)	5 x 16 (10 x 13)	5 x 18 (10 x 14)	10 x 12	10 x 14	10 x 15
3,5	5 x 14 (10 x 11)	5 x 16 (10 x 13)	5 x 18 (10 x 15)	10 x 16	10 x 14	10 x 16	10 x 18 (15 x 16)
4,0	5 x 16 (10 x 13)	5 x 18 (10 x 15)	10 x 17 (15 x 15)	10 x 18 (15 x 16)	10 x 16	10 x 19	10 x 21 (15 x 19)
4,5	5 x 18 (10 x 14)	10 x 17 (15 x 15)	10 x 19 (15 x 17)	10 x 20 (15 x 18)	10 x 18	10 x 21	10 x 23 (15 x 21)
5,0	10 x 16	10 x 19 (15 x 16)	10 x 21 (15 x 18)	10 x 23 (15 x 20)	10 x 20	10 x 23	10 x 26 (15 x 23)

Использование лиственных пород дерева в качестве балок перекрытия недопустимо, так как они плохо работают на изгиб. Поэтому в качестве материала для изготовления деревянных балок перекрытия применяют хвойные породы древесины, очищенные от коры и антисептированные в обязательном порядке. Чаще всего концы балок заводятся в специально оставляемые для этой цели гнезда в кирпичных стенах непосредственно в процессе кладки, либо врубаются в верхний венец бревенчатых, брускатых и каркасно-щитовых стен.

Балки для устройства перекрытий обычно изготавливались из кругляка, обработанного на четыре канта, бруса или досок толщиной 60–80 мм, установленных на ребро. Применялись и спаренные доски толщиной 50 мм, которые «сшивались» между собой гвоздями или металлическими скобами. При больших пролетах среднюю часть балок опирали на внутренние стены или на промежуточные столбы.

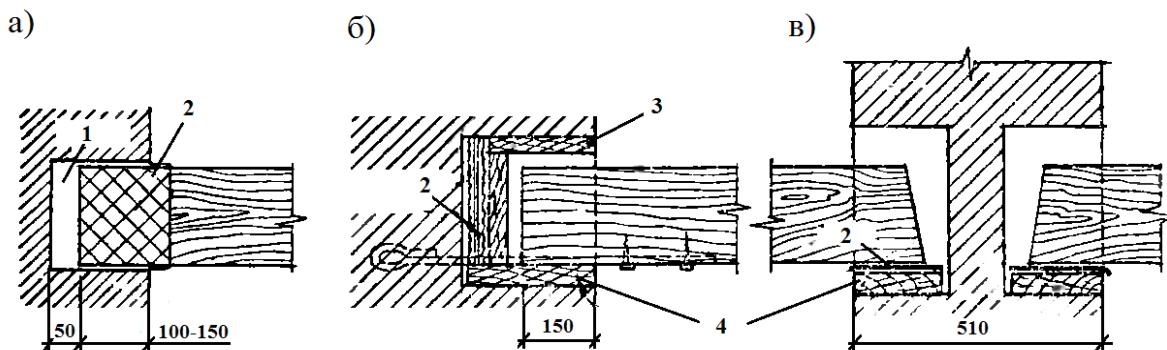
Для изготовления балок (лаг) использовали древесину сосны, ели, лиственницы, влажностью не более 14 процентов (при правильном хранении древесина приобретала такую влажность через год). Чем суще балка, тем она прочнее и тем меньше прогибается от нагрузки.

Чтобы междуэтажные балки не прогибались, их укладывали на расстоянии не более метра друг от друга, а то и ближе. Уже в начале XVIII в. было известно, что наиболее прочная на изгиб балка – это брус с соотношением сторон 7:5. Круглое бревно прочнее, чем вытесанный из него брус, поскольку наиболее твердые слои древесины прилегают непосредственно к коре. Однако оно было менееочнона изгиб, трещало под нагрузкой, а круглое сечение было нетехнологичным в узловых соединениях.

Для обеспечения жесткости балок необходимо их укладывать на расстоянии примерно до 1,2 м друг от друга. При устройстве перекрытия крайние балки нельзя укладывать так, чтобы

они соприкасались со стеной. Между ними необходимо устроить зазор шириной около 30 мм. Балки опирают на несущие стены, заглубляя концы на 150 - 200 мм.

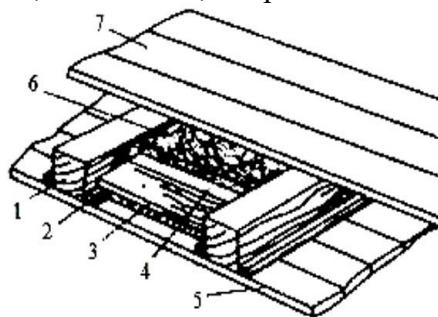
При заделке деревянных балок в гнезда кирпичных стен концы балок рекомендуется обработать битумом и просушить, чтобы снизить вероятность гниения от увлажнения. Торцы балок обязательно оставляют открытыми. Пространственные ниши при заделке деревянных балок перекрытий заполняют вокруг балки эффективным утеплителем (минеральная вата, пенопласт). При толщине кирпичных стен до 2-х кирпичей зазоры между концами балок и кирпичной стенкой заливались цементным раствором. Кроме того, концы балок, предварительно обмазанные смолой, утеплялись деревянными коробами.



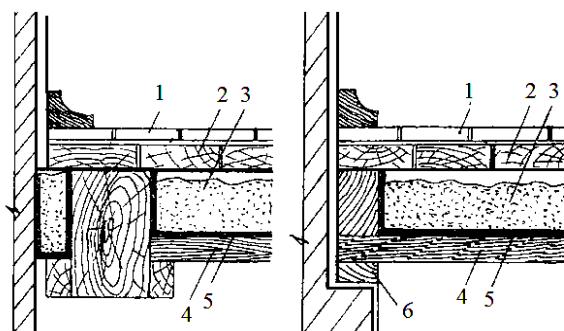
Заделка концов деревянных балок в наружные и внутренние несущие стены:

1 – зазор; 2 – толь; 3 – ящик из досок; 4 – антисептированная подкладка

В кирпичных стенах концы балок не прикрывали, оставляя вентиляционные продушины. Это предохраняло концы балок от конденсации влаги. Деревянные балки перекрытия опирались на несущие стены в открытые гнезда, заделывая их на 150 мм. Опорные концы балок, чаще всего, обворачивались двумя слоями толя для предотвращения их загнивания.



Деревянное перекрытие: 1 – балка; 2 – черепной бруск; 3 – щит наката; 4 – пароизоляция; 5 – подшивка; 6 – засыпка (шлак); 7 – покрытие пола



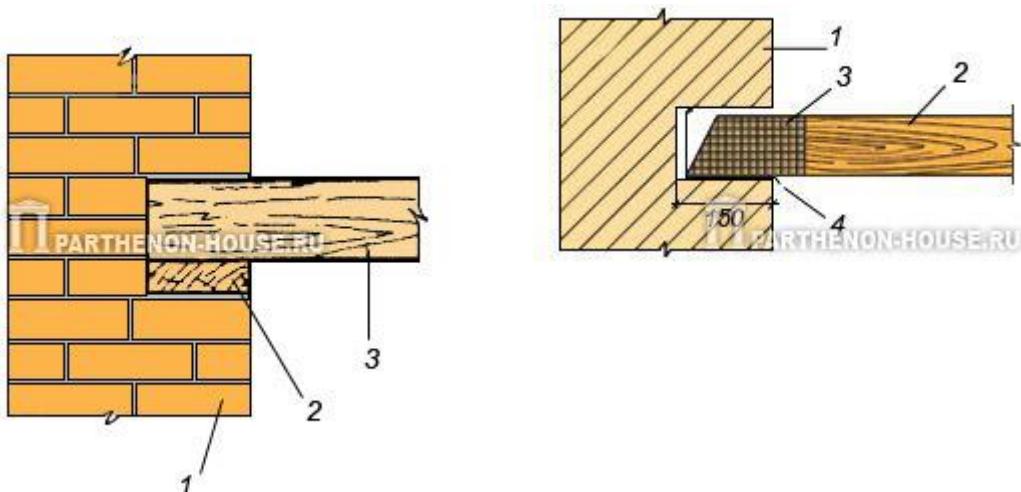
Разрез перекрытия: 1 – покрытие пола; 2 – настил; 3 – засыпка; 4 – накат; 5 – картон на обмазке; 6 – черепной бруск

В ходе эксплуатации из-за конденсирования теплого воздуха, проникающего из дома, с холодным, находящимся в гнездах, - концы балок междуэтажных и чердачных перекрытий в каменных зданиях нередко загнивали в специально выполненных для их опирания гнездах. Поэтому с середины 50-х годов для многоквартирных домов III группы капитальности гнезда в кирпичных стенах выполнялись несколько больших размеров, чем концы балок. Нижняя часть гнезда должна быть сухой, для выравнивания и предотвращения загнивания она прокладывалась холстиной, вымоченной в дегте. Глубина гнезда в каменных зданиях обычно составляла 250 мм, а концы балок заводились в кладку не менее чем на 150 мм.

Каждую третью балку, заделываемую в наружную стену, закрепляли Т-образным анкером – для создания своеобразного горизонтального диска жесткости в области перекрытий. Анкеры крепились к балкам с боков или снизу и заделывались в кирпичную кладку. Высота такой балки принималась 200 мм, ширина 100 мм. Длина опорных концов заделки балки была не менее 15 см.

При отсутствие бруса подходящего сечения можно использовать сколоченные и поставленные на ребро доски, при этом общее поперечное сечение, по сравнению с целой балкой, не должно уменьшиться.

Щиты наката опирались на черепные бруски сечением 50×50 мм, прибитые к боковым граням балок. Поверх наката устраивалась засыпка из шлака, снизу к балкам прибивалась подшивка из тонких досок толщиной 12 мм.



Заделка деревянных балок перекрытия в наружную стену: 1 - стена, 2 - подкладка, 3 - заделываемый конец балки.

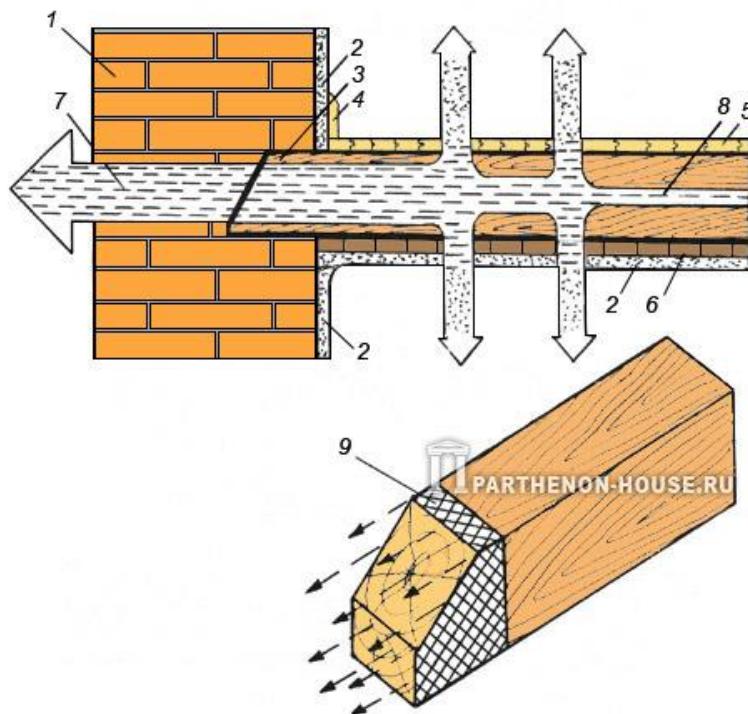
Заделка деревянной балки перекрытия в кирпичную стену: 1 - кирпичная стена, 2 - деревянная балка, 3 - конец балки, обработанный антисептической пастой или обернутый рубероидом, 4 - гидроизоляция из двух слоев рубероида.

Укладку балок вели "маячковым" способом, вначале устанавливая крайние балки, а затем промежуточные. Правильность положения крайних балок проверялась уровнем или ватерпасом, а промежуточных - рейкой и шаблоном. Балки выравнивали, подкладывая под их концы просмоленные обрезки досок разной толщины. Подкладывать щепки или подтесывать концы балок не рекомендуется.

Деревянные балки перекрытий укладывали, как правило, по короткому сечению пролета по возможности параллельно друг другу и с одинаковым расстоянием между ними. Учитывая все сказанное выше, концы балок, опирающиеся на наружные стены, срезали наискось под углом 60 град., антисептировали, обжигали или обертывали двумя слоями толя или рубероида. При заделке деревянных балок в гнезда кирпичных стен - концы балок обрабатывались битумом и сушились, чтобы снизить вероятность гниения от увлажнения. Торцы балок оставляли открытыми. Пространственные ниши при заделке деревянных балок перекрытий заполнялись вокруг балки утеплителем, к примеру, деревянными коробами, предварительно просмолив их.

При опирании балок на внутренние несущие стены под их концы подкладывают два слоя толя или рубероида.

В ограждающих конструкциях концы балок не прикрывали, оставляя вентиляционные продушины. Это предохраняло концы балок от конденсации влаги.



Диффузия водяного пара в деревянной балке: 1 - кирпичная стена; 2 - слой штукатурки; 3 - воздушный зазор между торцом деревянной балки и кирпичом; 4 - плинтус; 5 - пол из шпунтованных досок; 6 - деревянные доски; 7 - водяные пары; 8 - жидккая влага; 9 - рубероид или толь

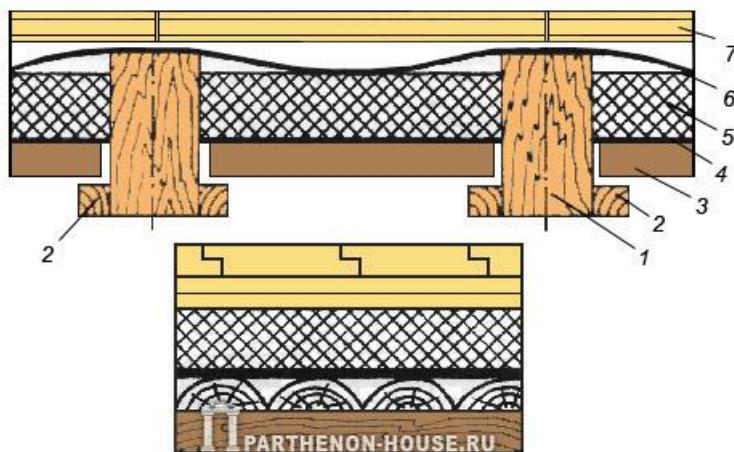
Вместо брускатых балок использовались и бревна соответствующего диаметра, обтесанные с трех сторон, что более экономично (круглый лес значительно дешевле пиломатериалов), но в этом случае бревна должны быть выдержаны в сухом помещении не менее одного года, подобно бревенчатому срубу.

Для усиления несущей способности перекрытия использовалась перекрестная схема установки силовых балок. При применении такой схемы перекрытие опирается на все стены здания по контуру. Узлы пересечений балок стягивались хомутами или проволочными скрутками. Перекрестная схема перекрытий в жилье III группы капитальности встречается достаточно редко, лишь у квадратных в плане сооружений, так как гораздо проще было уменьшить шаг несущих балок и сделать обычное перекрытие, хотя на изготовление перекрестного перекрытия расходовалось меньшее количество пиломатериалов, чем на традиционное, при одинаковой несущей способности перекрытий.



*Подготовка к выполнению перекрестного перекрытия*

Конструктивные различия перекрытий в жилье III группы капитальности наблюдаются по способу их утепления. Междуэтажное перекрытие, как правило, почти не утеплялось, чердачное (с холодным чердаком) - утеплялось с устройством нижнего пароизоляционного слоя, а надподвальное - утеплялось с устройством верхнего пароизоляционного слоя.



*Накат на черепных брусках с утеплителем: 1 - балки; 2 - черепные бруски; 3 - черный пол; 4 - пергамин; 5 - утеплитель; 6 - пергамин; 7 - доски пола*

Для его крепления настила наката к балкам прибивались черепные бруски сечением 5 x 5 см, непосредственно на которые и укладываются доски наката. Пластины наката плотно подгонялись друг к другу, чтобы убирать все щели между отдельными досками. Нижняя поверхность наката должна была находиться в одной плоскости с балками перекрытия. Для этого в досках наката выбиралась четверть (фальц). Для сооружения наката не всегда

использовались полноценные доски, чаще всего их заменяли горбылем. Подшивка из досок толщиной 20-25 мм крепилась гвоздями, забиваемыми под углом.

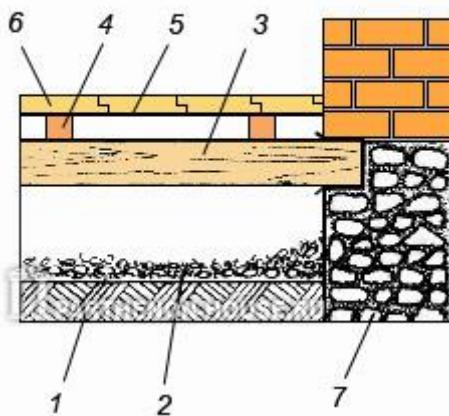
Уложенный накат покрывали слоем толя или рубероида и засыпали утеплителем. Сыпучие утеплители не утрамбовывали. Вид утеплителя и его толщина определялись по расчетной наружной температуре воздуха.

**Таблица 5. Толщина засыпки чердачного перекрытия в зависимости от температуры наружного воздуха**

Материал	Объемный вес, кг/м <sup>3</sup>	Толщина засыпки (мм) при температуре наружного воздуха, °C		
		-15	-20	-25
Опилки древесные	250	50	50	60
Стружки древесные	300	60	70	80
Аглопорит	800	100	120	140
Котельный шлак	1000	130	160	190

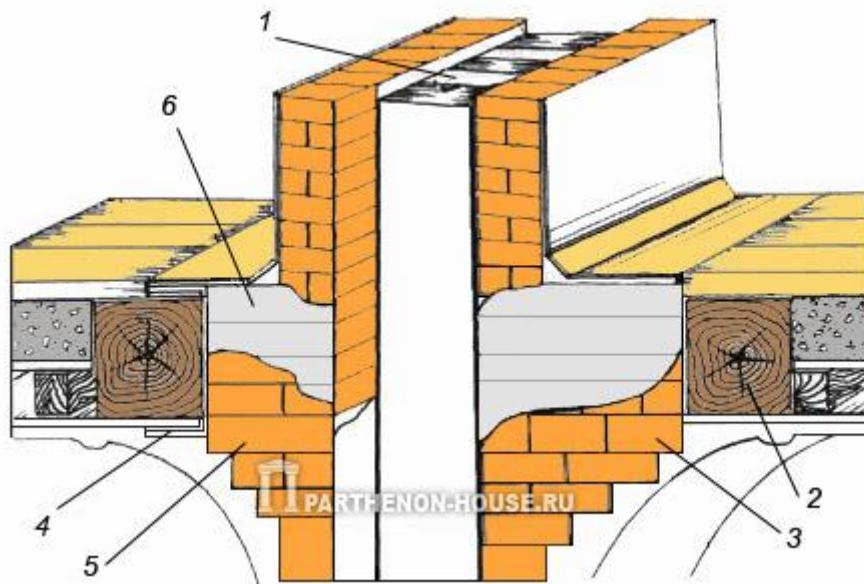
В последнюю очередь верхнюю грань балок застилалась толем или рубероид, а сверху накладывали лаги, если балки имели редкое расположение. При этом в цокольном перекрытии не использовалась подшивка, а в чердачном перекрытии - лаги и чистый пол.

Цокольное перекрытие конструировалось таким образом, чтобы без ущерба для эксплуатационных качеств не использовать при его изготовлении накат и утеплитель (разумеется. В этом случае использовалась рубероидная прокладка по всей площади пола, а в качестве засыпки применялся гравий или утрамбованный щебень.



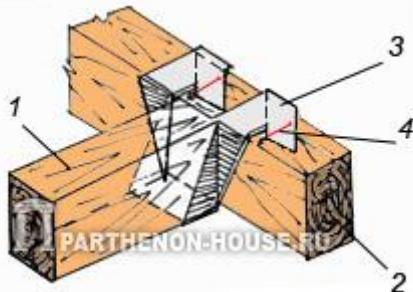
*Вариант устройства цокольного перекрытия: 1 - утрамбованный грунт; 2 - гравий; 3 - балка; 4 - лага; 5 - рубероид; 6 - чистый пол; 7 - фундамент-цоколь*

Поскольку изначально жилье III группы капитальности проектировалось с печным отоплением, в местах соприкосновения деревянных перекрытий с дымовыми каналами устраивали разделку - утолщение стенок трубы. Расстояние от края дымового канала до ближайшей деревянной конструкции принималось не менее 380 мм. Проемы перекрытий в местах прохода дымовых труб обшивались несгораемыми материалами.



*Разделка в месте выхода дымохода в междуетажном деревянном перекрытии:*  
 1 - дымовой канал; 2 - балка перекрытия; 3 - разделка в 1,5 кирпича; 4 - два слоя асбеста; 5 - разделка в один кирпич с дополнительной изоляцией; 6 - обшивка

В пределах разделки толщина стенок дымовой трубы увеличивалась до 1 кирпича, то есть до 25 см. Но и в этом случае балки перекрытия не должны касаться кирпичной кладки трубы и отстоять от горячей поверхности не менее чем на 35 см. Это расстояние могло быть уменьшено до 30 см путем прокладки между разделкой и балкой смоченного в глиняном растворе войлока или асбестового картона толщиной 3 мм. Конец укороченной балки, расположенной напротив разделки, опирался на ригель, подвешенный на хомутах к двум соседним балкам.



*Деталь крепления балок из древесины на металлических хомутах в местах дымохода:* 1 - укороченная балка; 2 - ригель; 3 - хомут из стальной полосы; 4 - гвоздь либо шуруп

Экономичным считалось перекрытие, состоящее из деревянных щитов с односторонней и двухсторонней обшивкой, воспринимающей вместе с каркасом щитов вертикальные нагрузки. Обшивка является несущим элементом перекрытия, если она прочно соединена с ребрами досок каркаса щита. Прочно связанные друг с другом ребра и обшивка обладают высокой несущей способностью.

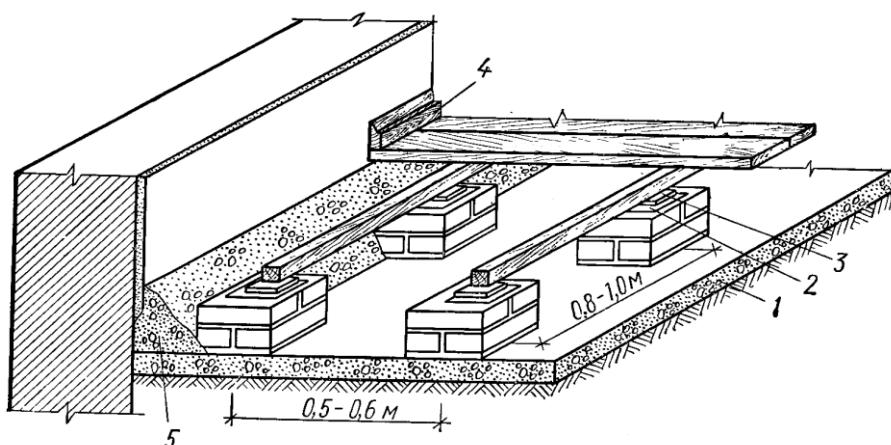
В качестве обшивки в конце 50-х годов использовалась строительная бакелизированная фанера, показавшие высокие эксплуатационные качества. Доски, ввиду большого количества одинаково ориентированных швов, не способствуют повышению несущей способности перекрытия.

Для одно- и двухпролётных конструкций при превышении расчётных значений под перекрытие подводились дополнительные опоры, что существенно повышало стоимость сооружения.

Для однопролётного перекрытия, где щиты имели опирание только на концах рёбер жёсткости, ширина пролёта, несколько превышавшая ширину помещения в свету, не должна была превышать 5 м. Для двухпролётного перекрытия допустимая ширина пролёта и, соответственно, помещения увеличивалась до 6м.

**Полы** в рассматриваемом типе сооружений имели особенности изготовления лишь на первом этаже зданий без подвалов и подполья. Деревянные дощатые полы первого этажа устраивались по спланированному грунту с подсыпкой песка - на кирпичных столбиках. На столбики опирались деревянные лаги, по которым настипался дощатый пол. Кирпичные столбики по лаги засыпались утеплителем.

В результате получалось экономически выгодная, но достаточно холодная в период отопительного сезона конструкция.



Дощатый пол по лагам на кирпичных столбиках: 1 – бетонная подготовка; 2 – два слоя толя; 3 – осмоленная подкладка; 4 – плинтус; 5 - утеплитель

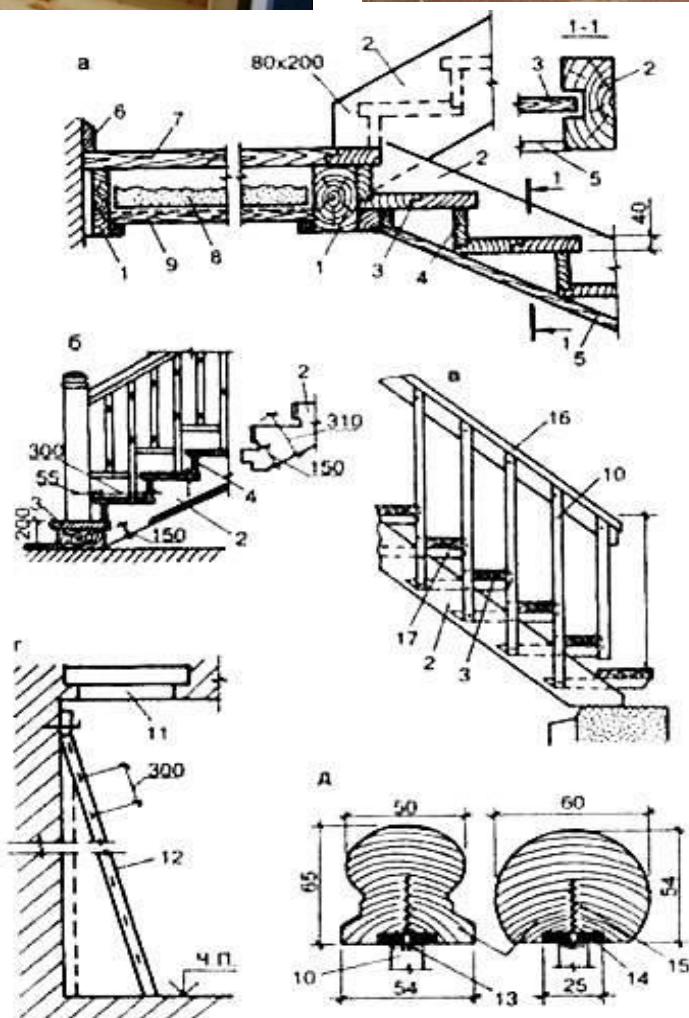
**Лестницы** служат для сообщения между этажами, а также эвакуации людей из здания. Они состоят из маршей, лестничных площадок и ограждения с перилами. Лестничные площадки на уровне каждого этажа называют этажными, а площадки между этажами – промежуточными. Марш представляет собой конструкцию, состоящую из ступеней и поддерживающих их балок. Балки, располагаемые под ступенями, называют косоурами, а балки, к которым ступени примыкают сбоку – тетивами. Вертикальную грань ступени называют подступенком, а горизонтальную – проступью. Ступени чаще всего имели высоту 150 мм, а ширину – 300 мм. Эти размеры позволяли устраивать уклон марша в соотношении 1 : 2. Ширина лестницы принималась не менее 1 200 мм, ширина площадок – не менее ширины марша. Количество ступеней в одном марше колебалось от 5 до 18. В каменных домах-храмах деревянные лестницы богато украшались деревянными резными колоннами, а ограждение – затейливыми балюсинами.

Несущими элементами деревянных лестниц служили площадочные балки и тетивы толщиной 60–80 мм. Для сопряжения ступеней с тетивами по боковой поверхности тетив выбирались пазы, в которые вставлялись концы досок проступей и подступенков. Снизу марши имели дощатую подшивку, которая иногда штукатурилась.

В жилых зданиях III группы капитальности использовались два типа деревянных лестниц: двухмаршевая и трехмаршевая. Ширина марша составляет 1,2 м, высота марша 1,5 м. Высота подступенка равна 150 мм, ширина проступи - 300 мм.

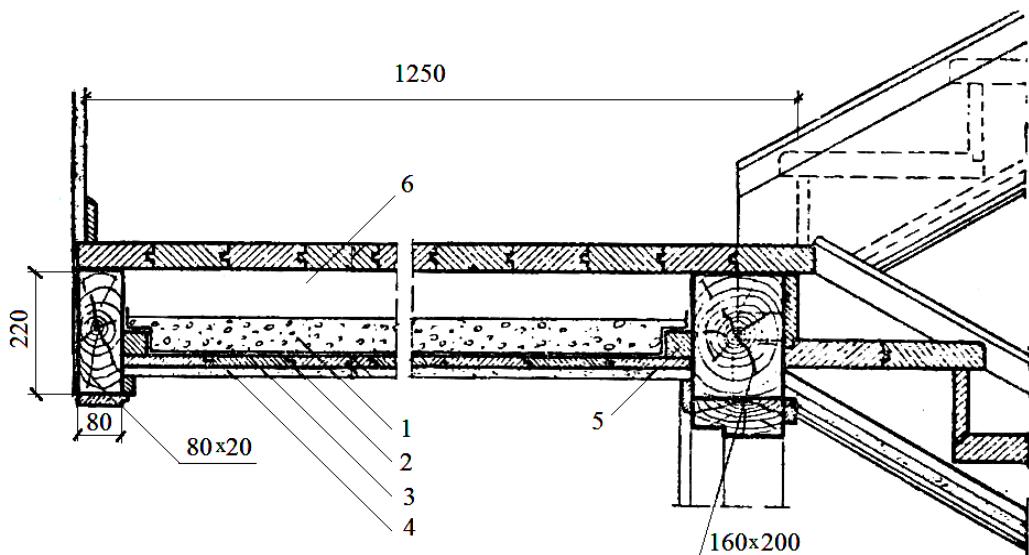


Фрагменты деревянных лестниц: а – узел лестничной площадки; б – деталь соединения проступи с подступенкой; в – лестница со ступенями, прибитыми к брускам; г – деревянная стремянка; д – деревянные поручни; 1 – площадочная балка; 2 – тетивы; 3 – проступь; 4 – подступенок; 5 – подшивка; 6 – плинтус; 7 – пол; 8 – песок или шлак; 9 – накат; 10 – стойка ограждения; 11 – чердачный люк; 12 – стремянка; 13 – сварка; 14 – верхняя тяга; 15 – шуруп; 16 – деревянный поручень; 17 – брускок





Деревянная лестница: 1 – площадочная балка; 2 – тетива; 3 – проступь; 4 – подступенок; 5 - подшивка



Узел лестничной площадки: 1 – засыпка; 2 – толь; 3 – подшивка; 4 – штукатурка; 5 – бруск; 6 - ригель

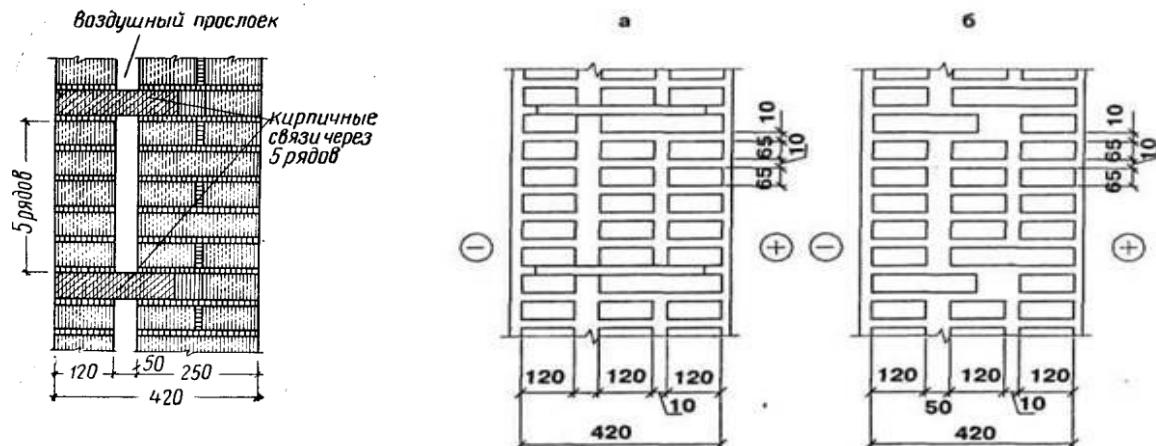
До индустриализации строительной отрасли в 60-х годах прошлого столетия кирпич оставался основным конструктивным строительным материалом. Бурные темпы послевоенного строительства жилья, объектов социального назначения, заводов и фабрик, электростанций приводили к резкой нехватке кирпича.

Жилые здания III группы капитальности имеют сравнительно небольшие строительные объемы, два этажа вообще находятся в пределах постоянных значений ветровой нагрузки. Поэтому основным конструктивным отличием жилья III группы капитальности от «сталинок» II группы капитальности – является использование облегченной кладки в ограждающих конструкциях, а также каменных стен с воздушным прослойком.



Жилой дом III группы капитальности на ул. Володарского в Пензе. 1948 г.  
Фрагмент фасада жилого дома в Пензе, с символами Победы

**Каменные стены с воздушным прослойком** имели меньший вес и позволяли снизить количество затрачиваемого раствора и кирпича. Этот тип ограждения использовался с целью исключить мокрые процессы при массовом жилищном строительстве. Однако отделочный кирпич, использовавшийся в этой системе, дававший возможность «дышать» основной кладке ограждающих конструкций, как это позволял защитный слой штукатурки, в этот период производится в недостаточных объемах.



Кирпичная стена с воздушным прослойком: а – с металлическими связями; б- со связями из кирпича

Стена, состоящая из двух разделенных воздушным прослойком кирпичных стенок толщиной в 1 и 0,5 кирпича, имела толщину 420 мм. По расходу кирпича и по весу она была равнозначна сплошной стене в 1,5 кирпича, но ее теплозащитные качества, по существовавшим это время требованиям к теплопроводности, были эквивалентны сплошной стене толщиной 2,5 кирпича. Таким образом, получалась экономия кирпича до 40% при исключении трудоемких процессов оштукатуривания фасада.

Основной несущей частью стены, на которую опиралась конструкция деревянных перекрытий, являлась внутренняя стенка толщиной в 1 кирпич. Внешняя стенка в 0,5 кирпича служила теплозащитным экраном. Воздушный прослой, в целях предупреждения конденсации в нем водяных паров, устраивался вентилируемым.

Хотя по теплотехническим соображениям кладка обеих стенок отличалась большой тщательностью в отношении заполнения швов раствором, тем не менее, даже тщательно

сложенная стенка толщиной в 0,5 кирпича имела достаточную воздухопроницаемость, поэтому при неоштукатуренной наружной поверхности внешней стенки в воздушном прослойке обеспечивался надлежащий воздухообмен. При оштукатуренной наружной поверхности в нижней части воздушного прослойка (на уровне обреза цоколя) и в верхней (под карнизом) оставлялись отверстия площадью 3–5 см<sup>2</sup>, сообщающие воздушный прослой с атмосферой. Несущая способность этих стен признавалась вполне достаточной для использования их при строительстве многоэтажных зданий до пяти этажей.



Внутренний фасад дома на ул. Володарского в Пензе. Уличный фонарь перед домом

**Облегченные кладки** были широко распространены в России еще в XIX веке. Наиболее часто из этого вида кладок применялись системы, разработанные инженером И. К. Герардом (личным инженером Екатерины II, построившим Тайцкий водопровод) и упоминавшимся выше разработчиком легких бетонов и кладочных растворов – инженером Н. А. Поповым. Однако сама по себе система облегченных кладок ассоциируется, прежде всего, с так называемой колодцевой кладкой, предложенной архитектором С. А. Власовым.

Развитие облегченных кладок в сооружения небольшого строительного объема было вызвано необходимостью выполнять во внутренних стенах значительные участки дымовых и вентиляционных каналов. Предтечей всех облегченных кладок была русская кирпичная *стена с термовкладышами*, которая выполнялась из двух вертикальных кирпичных стенок – наружной и внутренней, толщиной до 120 мм. Между этими стенками закладывались заранее заготовленные сплошные блоки из валяной шерсти со смоляной пропиткой, торфяные блоки, деревянные горбыли и т. п.

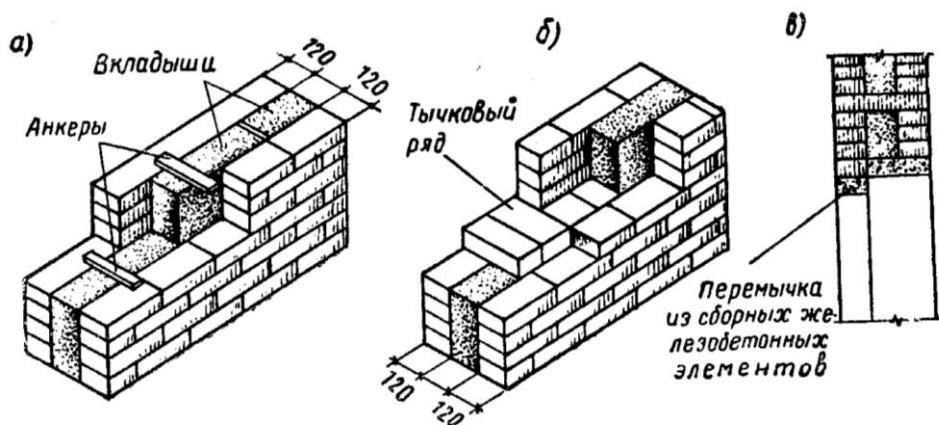
Работу над конструкцией облегченной кладки Н. А. Попов начал с разработки изготавления термовкладышей из легких бетонов, поскольку войлок, употреблявшийся для утепления дверных проемов и в качестве основы теплоизоляционного блока, становился рассадником моли. Термовкладыши имели различную толщину в зависимости от требуемого термического сопротивления стены. Связь между двумя кирпичными стенками, необходимая для придания стенеенной устойчивости, осуществлялась через введением тычковых рядов кирпичной каждые 3–4 ряда, а впоследствии – стальными анкерами.

Облегченная кладка велась на теплом растворе, независимо от температуры окружающего воздуха, что тоже способствовало популярности данного вида конструкций. Поскольку прочность термовкладышей была невысокой, эти стены не применялись в сооружениях выше трех этажей. Перемычки над проемами выполнялись рядовыми кирпичными, а притолоки снабжались четвертьями и обделялись кирпичом.

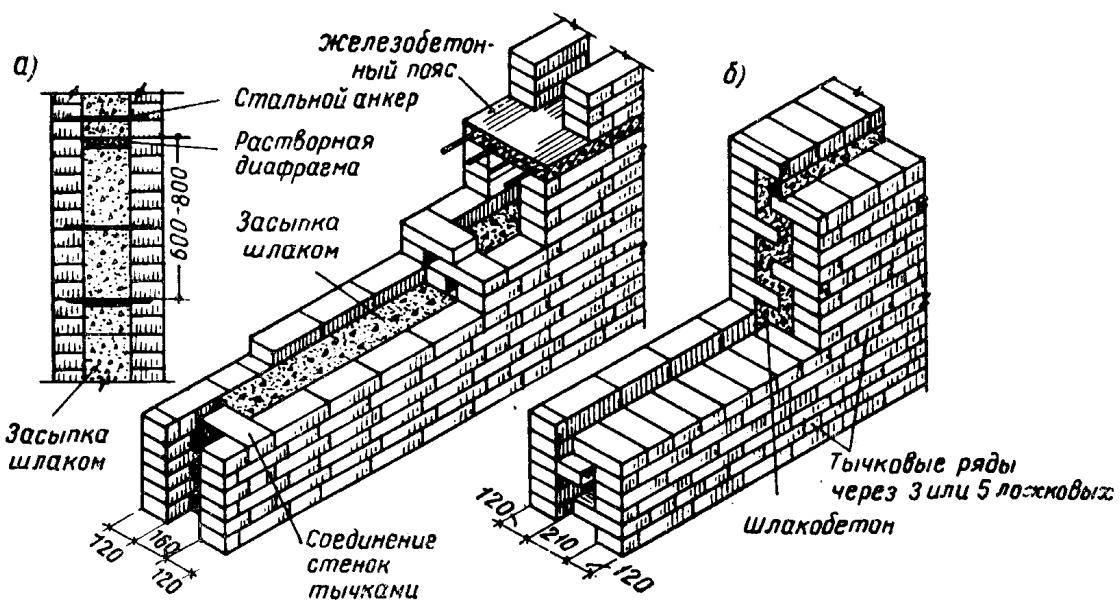
Разновидностью этих стен были стол же традиционные *стены с рыхлым или плотным заполнением*. Несущей конструкцией этих видов стен, как и стен с термовкладышами, являлись две связанные между собой кирпичные стенки толщиной в 0,5 кирпича. Образующаяся между стенками полость заполнялась каким-либо сыпучим теплоизоляционным материалом, в основном стружкой и опилками, как это было принято при строительстве деревянных домов.

В *стенах Герарда* применялась засыпка шлаком. Рыхлая засыпка со временем давала значительную осадку, вследствие чего нарушались теплозащитные свойства стены и возникала реальная опасность продувания. При этом прочность подобной конструкции обеспечивалась лишь несущей способностью двух слабо связанных между собой тонких кирпичных стенок.

И. К. Герард значительно доработал свою систему: через 600–800 мм по высоте стены им устраивались растворные диафрагмы, состоявшие из слоя раствора толщиной 30–40 мм, что несколько снижало осадку утеплителя. Для повышения общей устойчивости стены в тычковых рядах устанавливали металлические анкера. Тычковые ряды образовывали «холодные мостики», что являлось еще одним серьезным недостатком такого решения.



Кирпичная стена с термовкладышами: а – с анкерами; б – в перевязку; в – устройство перемычки

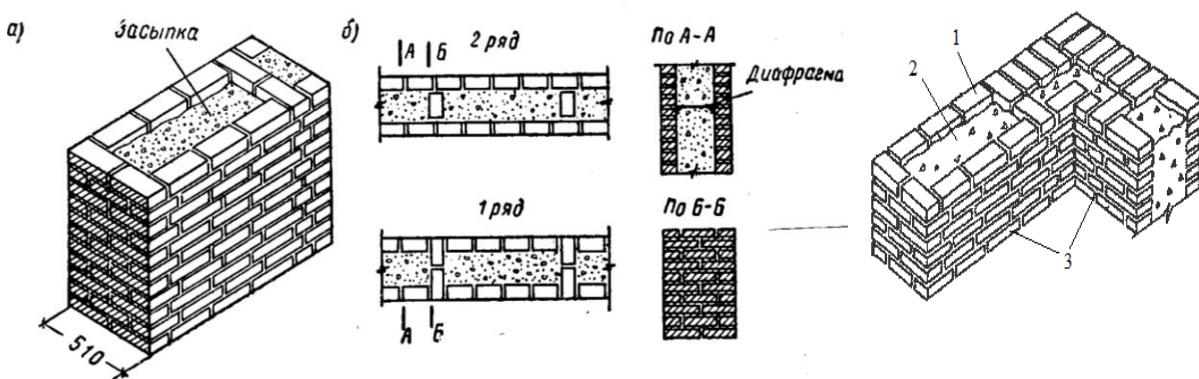


Стены системы Герарда (а) и системы Попова (б)

В *стенах Попова* пространство между стенками заполнялось набиваемым на месте тощим шлакобетоном. Таким образом, недостатки *стен Герарда* частично устраивались, поскольку

сцеплением бетона с кладкой обеспечивалась более надежная связь между полукирпичными стенками, а бетон воспринимал часть нагрузки, передаваемой на стену. Однако при заполнении пространства между кирпичными стенками бетоном, находящимся в пластичном состоянии, в конструкцию вносились значительное количество влаги. Тем не менее, стены Попова применяли достаточно широко, поскольку в этой конструкции устранился существенный недостаток всех облегченных кладок — при пожарах такие стены превращались в аэродинамические трубы.

*Колодцевая кладка* выполнялась с вертикальными пустотами — колодцами, которые засыпались шлаком или другим рыхлым малотеплопроводным материалом с устройством растворных диафрагм. Такая кладка широко применялась при возведении 2–3-этажных жилых домов III группы капитальности.



Колодцевая кладка: а — общий вид; б — раскладка кирпича в типовых рядах

Кладка колодцевого типа: 1 — наружная верста; 2 — засыпка (шлак); 3 — внутренняя верста

Впоследствии вместо рыхлых оседающих засыпок стали применяться неоседающие заполнения. Для этих целей в засыпку вводилось вяжущее (как правило, гипс), который, поглощая влагу, схватывался и связывал рыхлый материал. Во избежание продувания наружная поверхность таких стен обязательно оштукатуривалась. Отделка поверхности стен с внутренней стороны (плотная штукатурка с окраской или оклейкой обоями) препятствовала диффузии водяных паров, оседавших внутри «колодцев» стены при конденсации.

В Ижевске наружные стены зданий выполнялись из облегченной кирпичной кладки колодцевого типа: с вертикальными пустотами — колодцами, засыпанными шлаком, с устройством растворных диафрагм из шлакобетона. Толщина наружной стены — 510 мм. Внутренние несущие стены возводились из сплошной кирпичной кладки толщиной 380 мм.

Облегченные кладки требовали производства больших объемов **теплоизоляционных материалов**, использовавшихся для заполнения пазух и полостей. Еще до войны в 1928—1932 гг. в СССР появились предприятия, производящие стеклянное волокно, шлаковую вату, совелит, пенобетон, торфоплиты и др. К концу же второй пятилетки была создана самостоятельная отрасль — промышленность теплоизоляционных материалов.

Большинство теплоизоляционных материалов одновременно использовались и в качестве акустических, так как они обладают достаточно хорошими звукоизоляционными свойствами.

Объемная масса теплоизоляционных материалов — один из важных показателей их теплоизолирующих качеств: чем меньше объемная масса, тем выше качество материала. С повышением объемной массы, как правило, увеличивается теплопроводность (отрицательный показатель), но увеличивается также и прочность (положительный показатель). По объемной массе в сухом состоянии ( $кг/м^3$ ), теплоизоляционные материалы делились на марки 15, 25, 35,



Скульптура во внутреннем дворике дома по ул. Володарского в Пензе

Основным показателем теплоизоляционных материалов, определяющим технические свойства, считалась *пористость*. По существовавшим в тот период требованиям, пористость должна обеспечивать материалу теплопроводность меньше  $0,21 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$  и объемную массу не более 700 кг/м.

У высокопористых материалов, в которых масса твердого вещества очень мала (например, мипора), теплопроводность приближается к теплопроводности воздуха. Ниже приведены значения пористости теплоизоляционных материалов и для сравнения некоторых конструктивных строительных материалов.

Пористость некоторых материалов

Материал	Пористость, %	Материал	Пористость, %
Ячеистые бетоны	50-90	Сталь	0
Трепельный кирпич	60-75	Гранит, мрамор	0,2-0,8
Пеностекло	85-90	Тяжелый бетон	9-17
Древесноволокнистые пористые плиты	82-87	Глиняный кирпич	24-33
Пористые пластмассы	90-98	Древесина сосны	67-73

Номенклатура теплоизоляционных материалов и изделий, применявшимся в строительстве жилья III группы капитальности, весьма обширна. Классифицировать их можно по разным признакам: по основному исходному сырью, форме и внешнему виду, назначению и области применения.

Все теплоизоляционные материалы по виду исходного сырья разделяют на две большие группы — *органические* и *неорганические*. К первой группе относятся торфяные и камышитовые плиты. Вторая, более обширная группа материалов включает трепельные

керамические изделия, асбестосодержащие изделия (асбестоцементные, асбестодоломитовые, асбестомагнезиальные и т.д.), а также сыпучие теплоизоляционные материалы — керамзитовый гравий, вспученные вермикулит, перлит, различные шлаки.

*Органические материалы* менее прочны и надежны в эксплуатации, так как они гигроскопичны и легко загнивают при увлажнении, а также не выдерживают действия температур выше 100°C.

*Неорганические материалы*, не имеющие этих недостатков, могут работать при весьма высоких температурных перепадах. Это деление не является достаточно четким, поскольку в этот период использовались и комбинированные теплоизоляционные материалы, т. е. содержащие как органическое, так и неорганическое сырье. Примером может служить фибролит, изготавляемый из древесной шерсти и цемента, а также изделия из неорганического сырья, но с органическим (например, полимерным) материалом в качестве связующего.

По внешнему виду теплоизоляционные материалы делятся на *штучные* и *сыпучие*. Сыпучие материалы применялись для утепления путем засыпки чердачных перекрытий и пустот в стенах зданий облегченного типа.

Теплоизоляционные материалы по строению разделяют на несколько групп — *ячеистые, зернистые, волокнистые, пластинчатые и смешанные*. Строение материала влияет не только на теплоизоляционные свойства, но и на прочность, объемную массу и другие физико-механические показатели. На теплоизоляционные свойства материалов оказывает влияние и его структура, особенно на материалы волокнистого строения, так как теплопроводность поперек волокон значительно меньшая, чем вдоль волокон (древесины, например, в два раза).

Значительное влияние на качество теплоизоляционных материалов оказывает их влажность: высокопористое строение способствует увлажнению материалов, что в свою очередь ухудшает основные свойства — теплопроводность, прочность, биостойкость и морозостойкость.

Не менее важный показатель теплоизоляционных материалов — водопоглощение. Более высокое водопоглощение имеют изделия с сообщающимися порами, а более низкое — изделия с замкнутыми порами. Для многих теплоизоляционных изделий, если они не увлажняются в условиях эксплуатации, большое водопоглощение не имеет значения. Однако в наружных стенах, где шло постоянное оседание конденсата в процессе теплообмена, оно является отрицательным свойством, так как при этом значительно снижаются их теплозащитные и прочностные свойства.

Теплоизоляционные материалы, имеющие высокопористое строение и сообщающиеся поры, особенно склонны к значительному увлажнению, но это компенсируется и положительным их качеством — возможностью расширения воды при замерзании без разрушения материала.

Кроме того, у органических теплоизоляционных материалов учитывалась биологическая стойкость, тесно связанная с водостойкостью, а для всех теплоизоляционных материалов, используемых в наружных стенах зданий, определялась морозостойкость. Учитывалась и огнестойкость теплоизоляционных материалов, расположенных в конструктивных пазухах, которые могли в условиях пожара превратиться в аэродинамические трубы. Обычно предел огнестойкости теплоизоляционных материалов вследствие их высокой пористости и малой теплопроводности — был значительно выше предела огнестойкости родственных им изделий из плотных материалов.

**Теплоизоляционные органические материалы** после войны вырабатывались из различного растительного сырья и отходов: из горбыля, реек, древесной стружки, опилок, камыша, торфа, очесов льна, конопли, а также войлока. Опилки, торф, стружки не применялись в качестве теплоизоляционных засыпок, особенно в естественном виде, так как не антисептированные и несвязанные, они, подвергаясь увлажнению, быстро загнивали и могли явиться источником заражения деревянных конструкций. Кроме того, такая засыпка давала

неизбежную осадку, вследствие чего верхняя часть стен оказывается лишенной теплоизоляционного слоя, что резко снижало эффективность теплоизоляции.

Сырье этих видов использовалось для производства плит с применением каких-либо вяжущих веществ. В процессе производства плит его антисептировали и вводили антиприреновые добавки для повышения огнестойкости, а для уменьшения гигроскопичности - парафиновую эмульсию. Малая объемная масса материалов давала возможность изготавливать большие и в то же время легкие плиты, долговечностью 30-40 лет.

**Торфяные плиты** изготавливались из торфа, имеющего волокнистую структуру. Для выработки плит, а также других видов торфяных изоляционных изделий (скорлуп, сегментов, блоков) применяли неперегнивший мох-сфагнум, залегающий на поверхности торфяных болот и не используемый в качестве топлива. В 1920-х годах для скрепления торфяных волокон в массу добавляли битум и каменноугольный пек, что увеличивало объемную массу и теплопроводность изделий. В дальнейшем от применения вяжущих материалов отказались. Волокна сфагнума, образующие изделия, склеиваются под влиянием термической обработки, во время которой из них выделяются собственные kleящие вещества в результате перехода содержащихся в волокнах сфагнума коллоидов в нерастворимую форму. Сырье, применяемое для изготовления плит, следует подбирать особенно тщательно, так как свойства изделий предопределяются свойствами торфа.

Торфяные теплоизоляционные плиты всех видов выпускались в виде блоков, склеенных по толщине из двух или нескольких плит. Поверхности плит выполняли гладкими; иногда со следами сетки и маркировки. В изломе плиты имели однородную структуру без пустот, трещин, расслоений и посторонних включений. В плитах не допускались трещины, надломы, отбитые на всю толщину углов, и заусенцы длиной более 2 мм.

Торфяные теплоизоляционные плиты применялись для изоляции стен, междуэтажных и чердачных перекрытий, часто для утепления тонких кирпичных стен снаружи, поскольку они хорошо крепились к изолируемой поверхности. В этом случае плиты оштукатуривали и защищали от действия влаги. Объем плит изменялся в зависимости от влажности и резких колебаний температуры, поэтому многие наружные плиты покоробились. Долговечность этого утеплителя не превышает полувека.

**Фибролитом** называют теплоизоляционный материал, получаемый в виде плит в результате затвердевания спрессованной массы, состоящей из древесной шерсти и цементного теста. Фибролитовые плиты помимо хороших теплоизоляционных качеств обладают достаточной прочностью. Основная составная часть фибролита — древесная шерсть, представляющая собой тонкую древесную стружку длиной 400—500 мм, шириной 4—7 мм и толщиной 0,25—0,5 мм. Вырабатывают древесную шерсть на древесношерстных станках из отходов древесины — ели, липы, сосны и осины.

Плиты выпускались двух размеров: 200x50 см (при толщине 2,5, 5, 7,5 и 20 см) и 240x55 (при толщине 5; 7,5 и 10 см). Технические условия допускали выработку плит и других размеров по согласованию с потребителем.

По объемной массе, которая зависит от степени прессования, плиты делились на четыре марки — 300, 350, 400 и 500. Плиты объемной массой 300 и 350 кг/м<sup>3</sup> относились к теплоизоляционным, а при 400—500 кг/м<sup>3</sup> — к конструктивным. Влажность цементного фибролита всех марок не превышала 20%, водопоглощение — 60—70%. При влажности выше 35% фибролит может поражаться домовым грибом, поэтому плиты надо защищать от увлажнения как при хранении, так и в конструкциях, поэтому фибролитовые плиты применялись для теплоизоляции внутри зданий в качестве основания под штукатурку. Фибролит хорошо поддавался пилению, сверлению, его шероховатая поверхность способствует прочному сцеплению их со штукатуркой. Цементный фибролит не горит открытым пламенем, а только тлеет.

**Камышитовые плиты** представляли собой прямоугольные изделия из прессованного и прошитого проволокой камыша. Плиты изготавливались двух типов: с поперечным

расположением стеблей камыша и с продольным расположением стеблей. Камышитовые плиты имеют следующие размеры, см: длина 240, 260 и 280, ширина 55, 95, 115 и 150 и толщина 3, 5, 7 и 10. Плиты должны иметь правильную прямоугольную форму и ровные торцовые срезы. В зависимости от степени прессования объемная масса плит толщиной 3 и 5 см  $200-250 \text{ кг/м}^3$ , а 7—10 см  $175-200 \text{ кг/м}^3$ . Камышитовые плиты под действием огня не горят открытым огнем, но тлеют; чем сильнее спрессована плита, тем выше ее огнестойкость. Для защиты от гниения и повреждения грызунами камышитовые плиты пропитывались обычно 5%-ным раствором железного купороса. Положительные свойства камышитовых плит — легкость механической обработки, хорошее сцепление со штукатуркой без применения дранки, что значительно облегчает отделочные работы. Существенный их недостаток — малая гнилостойкость и подверженность порче грызунами; кроме того, они плохо держат гвозди. Долговечность таких плит — не более 15-20 лет.

Камышитовые плиты применялись в строительстве малоэтажных жилых зданий III группы капитальности в качестве заполнителя наружных каркасных стен, каркасных перегородок, в перекрытиях, покрытиях и в качестве теплоизоляционного материала. Не допускается применять камышитовые плиты в капитальных зданиях с относительной влажностью воздуха выше 70% и конструкциях зданий, которые при эксплуатации могут увлажняться.

**Строительный войлок** выпускался в виде прямоугольных полотнищ длиной 100—200 и шириной 50—200 см при толщине 1,2 см. Сырьем для производства войлока служила грубая шерсть (коровья, конская и др.) с добавкой не более 10% льняной пакли. Использовались также отходы шерстяного и мехового производства. При вальке войлока для лучшего скрепления полотна добавлялись клеящие вещества.

Строительный войлок широко применялся плоть до конца 80-х годов прошлого столетия для теплоизоляции дверных проемов. В жилых зданий III группы капитальности строительный войлок использовался для теплоизоляции стен и потолков, под штукатурку, которую наносили по дранкам, для утепления оконных и дверных коробок, для изоляции концов деревянных блоков при закладке их в кирпичные стены и пр.

Простейший теплоизоляционный материал **шевелин** изготавливали из льняной пакли, помещаемой между двумя листами толя, пергамина или плотной бумаги, пропитанной нефтяным битумом. Волокна льняной пакли по всей длине полотна толя разделяли двумя промежуточными листами бумаги и прошивают подлине крепкими крученными нитками с расстоянием между швами 15-20 см. Полотнища шевелина изготавливали длиной до 25 м, шириной 10 см, толщиной 12,5 и 25 мм. Готовые полотнища скатывали в рулоны. Объемная масса шевелина 100—150  $\text{кг/м}^3$ , теплопроводность 0,047  $\text{Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$  при нормальной влажности 15%. Однако шевелин малогигроскопичен и обладал небольшой воздухопроницаемостью, он горит открытым пламенем и подвергался порче грызунами.

**Пакля** представляла собой спутанное льняное волокно — отход при обработке льна. Пакля, используемая для строительных целей, должна быть мягкой, с небольшим содержанием костры, без посторонних включений, сухой, без прелого и гнилостного запаха. Паклю применялась для конопатки в целях утепления оконных и дверных коробок. Просмоленную паклю использовали для уплотнения пазов гидротехнических сооружений, заделки растресканных соединений труб и пр.

При производстве **неорганических материалов и изделий** применяют горные породы, шлаки, стекло и асбест.

**Вспученным вермикулитом** получали путем измельчения и кратковременного обжига в течение 3-5 мин природного вермикулита. Вермикулит — сложный алюмосиликат магния (продукт изменения слюд, преимущественно биотита). В процессе обжига при 800—1000°C вермикулит вспучивается, увеличиваясь в объеме в 20 раз и более. Вспученный вермикулит обладает высокой пористостью, малой объемной массой и низкой теплопроводностью.

Насыпная объемная масса его зависит от условий обжига и размеров зерен. В зависимости от размеров зерен вермикулит делили на три фракции: крупную 5—10, среднюю 0,6—5 и мелкую до 0,6 мм. С учетом объемной массы вермикулит вырабатывали трех марок — 100, 150

и 200. Вспученный вермикулит — эффективный теплоизоляционный материал. Используют вермикулит и для изготовления теплоизоляционных изделий — при добавке вяжущих веществ из него формуют плиты, скорлупы и сегменты. Температуростойкость изделий из вспученного вермикулита зависит от применяемого вяжущего вещества. Изделия на основе портландцемента имели температурную стойкость до 1000°C, на основе глины с добавкой крахмала — до 900°C, на основе полимерных связующих — не выше 200°C. Вспученный вермикулит применялся в качестве заполнителя для легких бетонов и приготовления штукатурных теплоизоляционных растворов. Долговечность вермикулита превышает 60 лет.

**Перлит** — кремнеземистая горная порода вулканического происхождения. При кратковременном обжиге измельченного перлита при 700—1200°C образуется пористый материал в виде песка или щебня — вспученный перлит.

**Перлитовый щебень** применялся в качестве заполнителя в теплоизоляционных и конструктивно-теплоизоляционных бетонах, перлитовый песок — в качестве заполнителя в бетонах и растворах и для изготовления теплоизоляционных изделий, а также для огнезащитных штукатурок. Используют песок и для теплоизоляционных засыпок при температуре изолируемых поверхностей от 200 до +800°C. Теплоизоляционные изделия из вспученного перлита получались добавлением к нему в качестве связующего портландцемента, жидкого стекла, диатомита и других минералов. В зависимости от вида вяжущего изделия имели различные показатели объемной массы, прочности, теплопроводности и теплостойкости.

**Асбестовые материалы.** Для производства теплоизоляционных материалов использовался главным образом *хризотил-асбест*, так как его волокна более прочны и эластичны, чем другие виды асбеста. При этом они слабее связаны между собой и легче распушиваются на отдельные волокна.

Асбестовый картон («сухая штукатурка») изготавлялся из асбестовой бумаги или асбестового волокна, смешанного с наполнителем — каолином и связующим веществом — крахмалом. Ячеистый асбестовый картон состоит из чередующихся слоев гладкой и гофрированной бумаги, склеенных между собой жидким стеклом или kleem. В зависимости от толщины бумаги и размеров воздушных прослоек его объемная масса составляет 250—600 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,052—0,093 Вт/(м·°C) при 50°C. Асбестовый картон в виде плит применялся для теплоизоляции плоских поверхностей.

Кроме того, для заполнения пазух облегченной кладки повсеместно использовались различные **шлаки**. Все они обладали высокой гигроскопичностью и низкой долговечностью. В жилье, где в качестве утеплителя применялись шлаки, сохранялась повышенная влажность, намокание и коробление деревянных конструкций заполнений проемов.



Многослойные стены, выполняемые в виде облегченных кладок различных типов, обычно состояли из двух кирпичных стенок (наружной и внутренней) толщиной в полкирпича, пространство между которыми заполнялось более легкими теплоизоляционными материалами. Рассмотрим основные **принципы расчета** этой ограждающей конструкции, применявшиеся в 50-х годах прошлого столетия.

Отдельные слои кладки многослойных стен работают неравномерно, так как они имеют различные упругие свойства. Считалось, что разрушение облегченных кладок начинается с

более **жесткого** слоя, имеющего меньшую деформативность, поэтому прочность остальных слоев используется не полностью, что учитывается коэффициентами условий работы  $m_1$  и  $m_2$ .

Несущая способность многослойных кладок определяется прочностью и площадью поперечного сечения отдельных слоев, а также способом соединения их между собой.

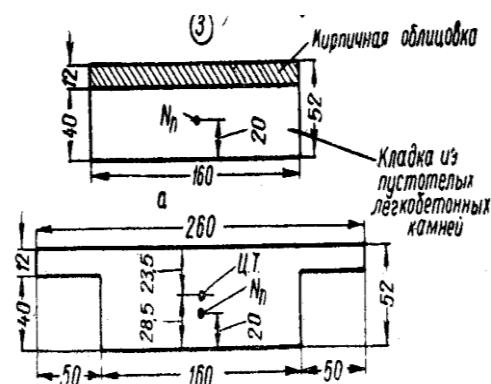
Ось многослойной стены, по отношению к которой определяются эксцентрикитеты приложения усилий, принимается проходящей через центр тяжести сечения, приведенного к одному материалу.

### Коэффициенты использования прочности материалов отдельных слоев многослойной кладки $t_1$ и $t_2$

Кладка	Для слоя из кирпичной кладки $t_1$	Для слоев из других материалов $t_2$
Кирпичная с применением:		
Легкого бетона марки <b>10</b> и выше	1	0,6
Камней марки:		
<b>25</b> и выше	0,9	1
<b>15</b>	1	0,9
ниже <b>15</b>	1	0,5



Район Железнодорожного вокзала, г. Ижевск



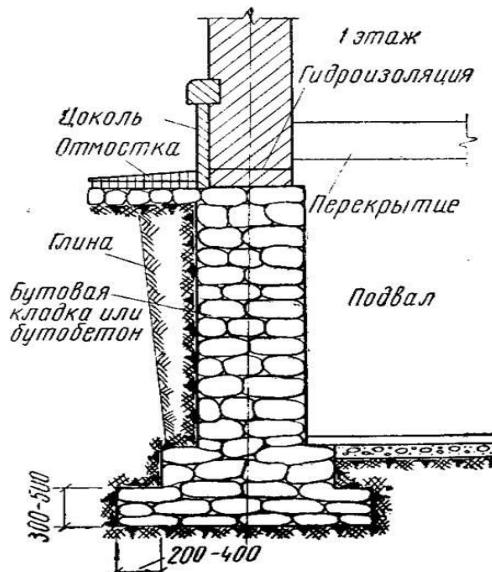
Расчетная схема простенка из пустотельных легкобетонных камней с облицовкой

**Фундаменты** предназначены для восприятия нагрузок от стен, вышележащих конструкций и бокового давления грунта; кроме того, они защищают подвалы и цокольные этажи от грунтовых вод и сырости. Для каменных зданий с подвалами использовался, как правило, ленточный тип фундамента из бутовой кладки и бутобетона. Уширения для образования подушки такого фундамента производились уступами. Каждый уступ представляет собой как бы консоль, изгибающую силой упругого отпора грунта. Поэтому ширина и высота уступов выбирались с таким расчетом, чтобы они не разрушились, а равномерно передавали усилия на большую площадь. Обычно отношение высоты уступа к ширине определялось углом распространения давления в материале фундамента и составляло 1,75–1,25 м, а высота уступа назначается 300–500 мм.

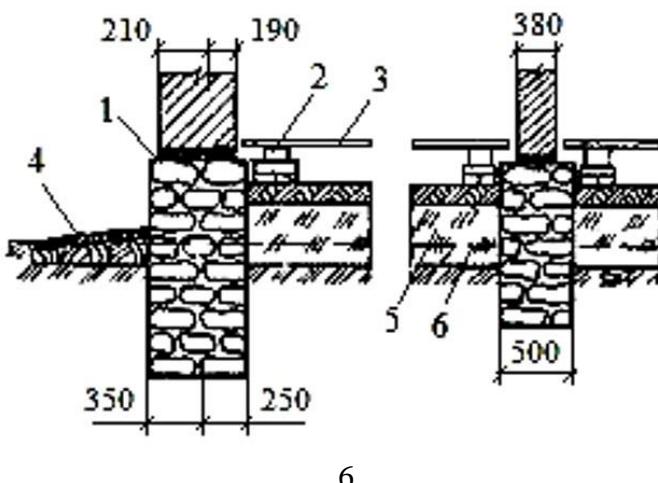
Для защиты от капиллярной влаги стен или столбов выше уровня земли устраивалась горизонтальная гидроизоляция. Если с внутренней стороны в бесподвальных зданиях грунт имел более высокую отметку, устраивалась и вертикальная гидроизоляция по внутренней поверхности фундамента. Горизонтальная изоляция обычно делалась из рулонных материалов (холст с нанесенным слоем парафина) или из жирного цементного раствора, вертикальная – обмазкой смолой за два раза.

В зданиях с подвалами решение гидроизоляции зависело от положения уровня грунтовых вод. Если грунтовые воды расположены ниже подошвы фундамента, горизонтальная гидроизоляция устраивалась в двух уровнях, а вертикальная (обмазочная) – по наружной поверхности фундамента. Если грунтовые воды находились на уровне или немного выше (на 0,1–0,2 м) отметки пола подвала и возникает гидростатическое давление, вертикальная гидроизоляция дополнялась слоем мягкой жирной глины и, кроме того, под бетонную подготовку пола подвала также укладывалась глина.

При более высоком уровне грунтовых вод делалась горизонтальная и вертикальная оклеечная гидроизоляция из рулонных материалов. С наружной стороны она защищалась стенкой из пережженного кирпича.



Ленточный фундамент каменного здания



Бутовый фундамент: 1 – гидроизоляция; 2 – лага; 3 – покрытие пола; 4 – отмостка; 5 – грунтовая подсыпка; 6 - уровень земли.

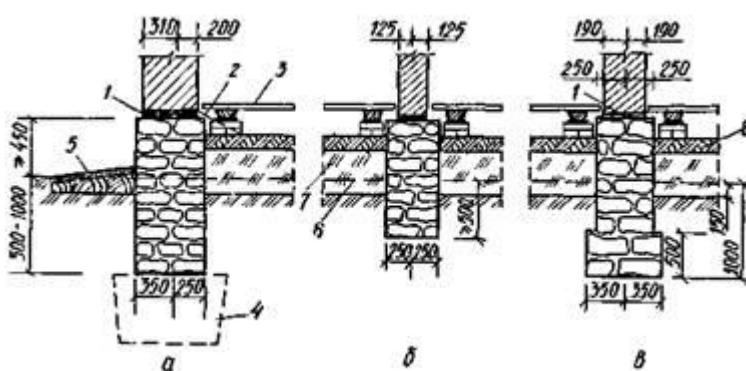
Смесь обычно приготавливалась в следующей пропорции: к одной части оксида кальция (негашеной извести), смешанного с водой (загашенного), добавляли три-четыре части песка (по массе). В качестве сырья использовались плотные белые известняки, дававшие наиболее чистую и жирную известь.

Фундаменты в зданиях данного типа – ленточные, выполненные из искусственного бутового камня на известковом растворе, отметка заложения – 1,85 м. Ширина фундамента под наружными стенами – 700 мм, под внутренними стенами – 500 мм. Поперечное сечение фундамента имеет прямоугольную форму.

Для защиты фундамента от воздействия атмосферных осадков по периметру здания устраивалась отмостка шириной 0,7 м и горизонтальная и вертикальная гидроизоляция.



Общий вид бутобетонного фундамента



Бутовый ленточный фундамент: под наружную сену, под внутреннюю стену в прочных и слабых грунтах;

1 – гидроизоляция; 2 – утепляющая отсыпка из шлака или керамзита; 3 – уровень чистого пола; 4 – грунтовая или песчаная подушка при глубоком залегании несущего слоя; 5 – отмостка; 6 - уровень земли; 7 – грунтовая подсыпка; 8 - глинобитная подготовка

Бутобетонные и бутовые фундаменты, как правило, выполнялись враспор со стенками траншеи, без опалубки. Первый ряд бута клался непосредственно на предварительно утрамбованный грунт. Пустоты между камнями засыпались мелким камнем, щебенкой или галькой. Слой гальки высотой 15–20 см уплотняют трамбовкой, после чего заливают жидким цементным раствором, заполняющим в ней пустоты. Камни второго и последующих рядов укладывают горизонтальными слоями толщиной 15–20 см с тщательной расщебенкой и заливкой жидким раствором в соотношении 1:3 – до заполнения всех пустот и снова каждый слой уплотняли.

Для нижнего ряда кладки отбирались камни с плоскими гранями. Кладку бутовых стен над уровнем земли выполняли одновременно с кирпичной облицовкой в полкирпича. Крепление облицовки со стенами фундамента производили укладкой одного тычкового ряда кирпичей, заделанных на 0,5 кирпича в бутовую кладку, через каждые 4–6 ложковых рядов.



Москва, Бутырский хутор. Улица Руставели, 3



Санкт-Петербург, квартал «немецких домов» на  
Васильевском острове, внутренний дворик

Особо бережное отношение к жизни в послевоенный период, стремление украсить быт, как можно скорее восстановить мирный уклад – особым образом отразил архитектурный облик этого достаточно скромного типа жилища.

Входные группы нередко имели традиционный для российской архитектуры портик с треугольным фронтоном, снабженный, согласно классической традиции **стоечно-балочной системой**. Наиболее ответственный, с конструктивной точки зрения, участок стоечно-балочной конструкции – узел опирания балки на «оголовок» колонны, принимавший на себя всю тяжесть этого архитектурного украшения.



Реконструкция кирпичных колонн с гипсовой лепниной



Балконы и эркеры на фасаде «сталинки»,  
Москва

Для расширения площади опирания балки оголовок выполнялся более мощным, с капителью, которая оформлялась богатой гипсовой лепниной. Отвердение гипса происходило в течение 6–30 минут. При твердении гипс увеличивается в объеме до одного процента, при этом смесь заполняла самые мелкие углубления формы, и рисунок получался более четким. Колонны, как и основное здание, выполнялись на кирпичной кладке.

Как правило, жилье III группы капитальности имело две наружные несущие кирпичные стены и две внутренние, образующие широкие коридоры. Такую конструктивную схему стали называть «четырехстенок». Внутри стены имели множество ложных колонн (пилястр и полуколонн).



Жилье III группы капитальности с «парадными» фасадами  
Ижевск, ул. Баранова

**Балконы** - это открытые поэтажные площадки жилого здания, связывающие внутренние пространства эксплуатируемых помещений с внешней средой. Для жилья III группы капитальности балконы имели функцию «второго выхода», так как все пути эвакуации в них выполнялись из материалов, поддерживающих горение. Более экономное использование внутреннего пространства делало невозможным разделение входов в здание на «парадный» и «черный», как это предусматривалось в зданиях II группы капитальности. Поэтому в аварийных ситуациях балконы могли быть использованы для эвакуации людей.

Кроме градостроительных аспектов на стадии проектирования здания и определения местоположения балконов учитывались следующие задачи социального плана и связи с объемно-планировочным решением сооружения:

- зрительное восприятие с улицы;
- степень (необходимость) защиты от ветра, дождя, солнца;
- вид окрестностей, открывающийся с балкона или лоджии;
- расположение относительно соседних домов;
- связь с примыкающими комнатами квартиры.

Балконы должны были иметь достаточные размеры, быть зрительно изолированными с улицы и защищенными от шума, ветра, дождя и перегрева солнечными лучами. Их местоположение должно было быть спроектировано так, чтобы открывающийся с балкона вид был максимально красивым. Кроме того, обеспечивалось правильное расположение балконов относительно соседних квартир и домов и удобная связь с примыкающими комнатами квартиры.

**Балконы**, расположенные во входящих углах здания, были лучше изолированы зрительно и защищены от ветра, чем открытые балконы, которые выполнялись в жилье III группы капитальности без устройства ветрозащитных экранов с наветренной стороны. При группировке балконов смежных квартир не учитывалась и их зрительная изоляция.

Многие балконы представляли собой элемент архитектурного декора и выполнялись в виде «французских балконов», являвшихся, по сути, подставкой для цветочных горшков. В расположении балконов на фасаде старались придерживаться шахматного порядка, что придавало живописность и архитектурную выразительность самому сооружению, однако уменьшало зрительную изоляцию и степень защиты от ветра и солнца.

Ограждения балконов, в основном, выполнялись из дерева и металла. Балконные решетки из вертикальных металлических элементов так же не обеспечивали зрительной изоляции и защиты от ветра. Зазоры между ограждением и балконной плитой способствовали образованию сквозняков и гниению заполнения проема балконной двери. Поэтому в зданиях, выполнявшихся в 50-х годах, ограждение опускалось ниже плиты или устраивалось сплошное ограждение, конструктивно связанное с плитой. При этом верхняя часть ограждения на нормативной высоте выполнялась в виде поручня, зачастую снабженного креплением для цветочных ящиков.



Балкон «сталинки», Ижевск, ул. 30 лет Победы, 2012 г.

Конструктивное решение балконов зависит от схемы опирания балконной плиты – (консольное, балочное опирание или угловое защемление).

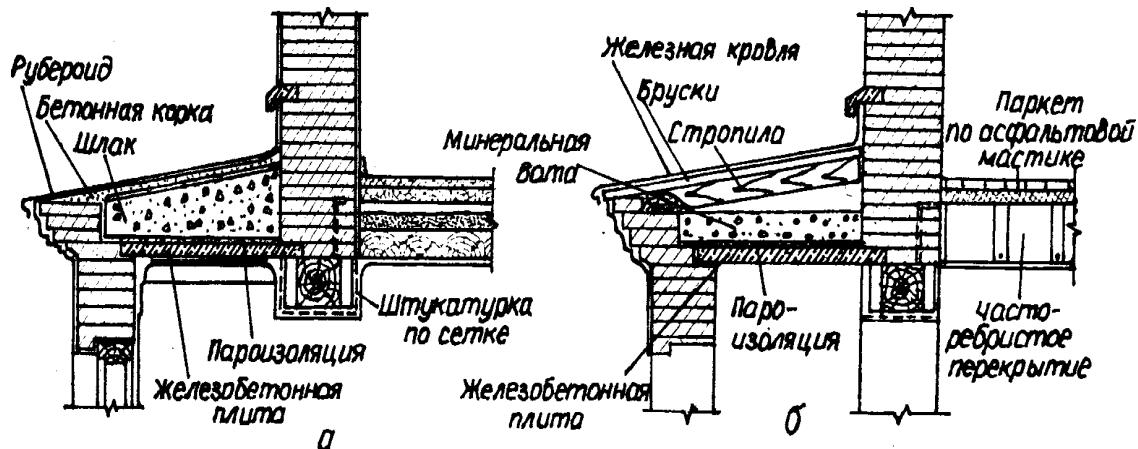
В жилье III группы капитальности балконные плиты закреплялись в кирпичной кладке стены, металлическое обрамление балкона приваривалось при помощи стальных анкеров к закладным деталям монолитных железобетонных перемычек и крепилось к балкам перекрытий.

Сток воды с балконов осуществляется через отводящие отверстия. Уклон пола лоджий должен быть не менее 5%. Полы балконов обычно имеют гидроизоляцию из рулонного кровельного ковра или другого изолирующего материала.

От влаги стальные детали балконов защищались обетонированием, зачастую принимавшим причудливые архитектурные формы. В качестве таких архитектурных украшений балконов применяли цементно-песчаные или гипсовые детали. Детали креплений наиболее подвержены разрушению, поэтому их защите от атмосферных воздействий необходимо уделять особое внимание в ходе эксплуатации.

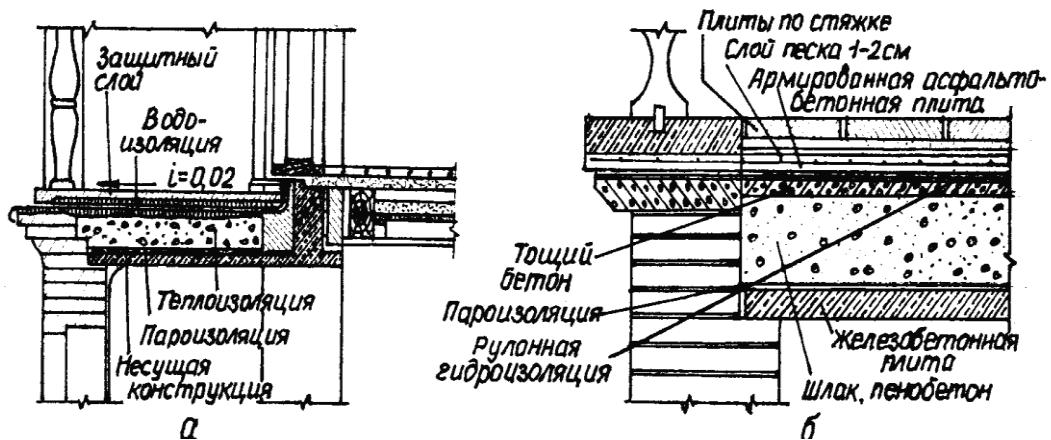
**Кирпичные своды**, являющиеся несущим заполнением между металлическими балками в жилье III группы капитальности, обычно выкладывали на известковом растворе, который при увлажнении со временем быстро разрушался.

**Эркер** — огражденная наружными стенами часть помещения, расположенная за внешней плоскостью фасадной стены (закрытый балкон). Эркер увеличивает полезную площадь помещения и несколько улучшает инсоляцию. Помимо этого он служит композиционным средством для вертикального членения фасада.



Покрытие эркера: а- с рулонной кровлей; б- со стальными кровельными материалами

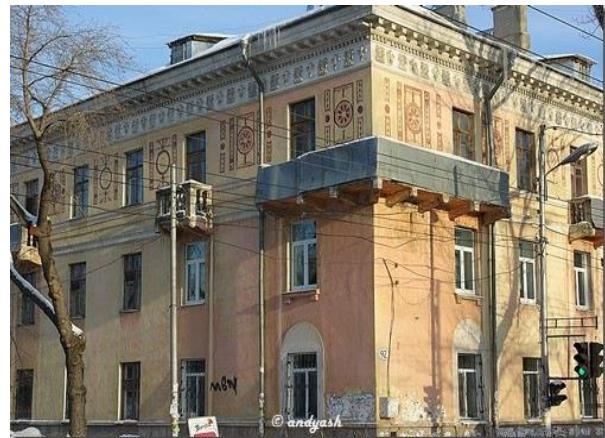
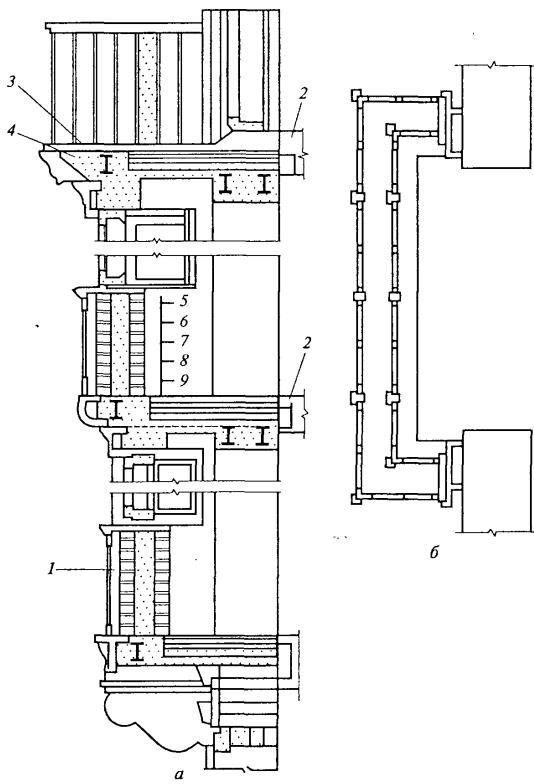
Эркер состоит из несущей и ограждающей конструкции. Элементы несущей конструкции представляют две или более однопролетные балки с консолями, заделанными в наружную или внутреннюю стены. Элементы ограждающей конструкции эркера (стены, потолки, пол) должны обладать необходимым термическим сопротивлением и низкой плотностью, поэтому материалом для них обычно служит пустотелая керамика, многодырчатый или щелевой кирпич, пенобетон или железобетонные панели с внутренним утепляющим слоем. Покрытие эркера часто служит балконом вышележащего этажа — плоской крышей.



Эркер с плоской крышей: а – плоская крыша; б- детали плоской крыши

Кроме термоизоляционных требований, к плоским покрытиям предъявляются высокие гидроизоляционные требования. Отвод воды с плоских крыш представляет собой сложную техническую проблему, требующую особого внимания при проектировании и, в особенности, при производстве работ. Плоское покрытие отапливаемого эркера, как и всякая плоская крыша, состоит из следующих основных элементов: *несущей конструкции, теплоизоляционного слоя, гидроизоляционного слоя и защитного слоя*, уложенных по вертикали в определенном порядке.

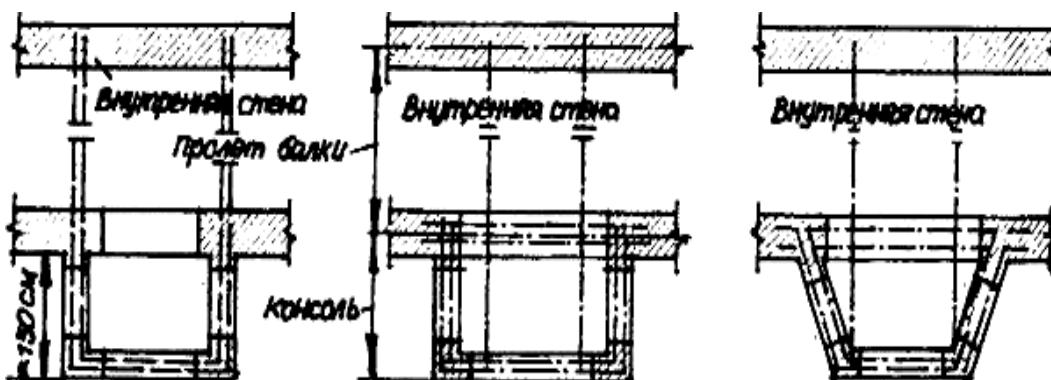
**Эркеры** позволяли не только улучшить внешний вид жилья III группы капитальности, но и расширить до 10% площади квартир средних этажей. Эркер мог быть отапливаемым и неотапливаемым, т.е. отделенным от основного помещения перегородкой. Обычно эркеры устраивались в виде вертикальной ленты по всему фасаду сооружения, что зрительно увеличивает высоту сооружения. Такие эркеры были даже больше по площади в силу меньших по величине вертикальных нагрузок.



Угловой балкон в здании III группы капитальности,  
г. Самара, ул. Льва Толстого д. 92

Конструкция эркера: а - разрез по эркеру; б - план балок эркера; 1 - облегченная кладка; 2 - перекрытие; 3 - цементный пол; 4 - шлак; 5 - паркет; 6 - черный пол; 7 - засыпка; 8 - железобетонная монолитная плита; 9 - штукатурка

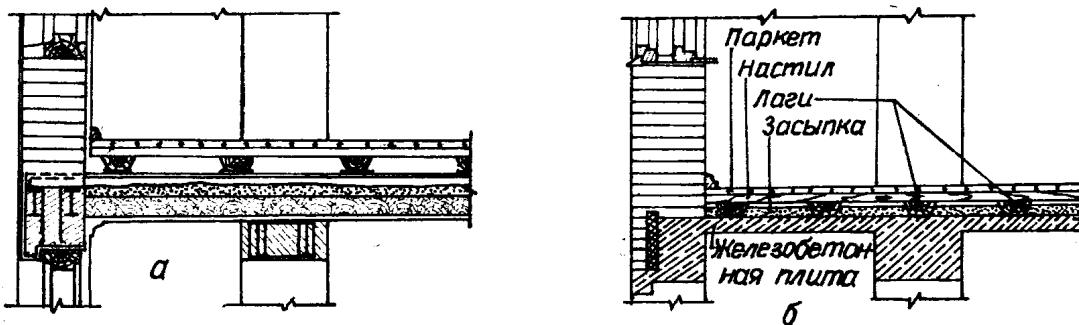
Эркер состоит из несущей и ограждающей конструкций. Элементы несущей конструкции представляют собой две (или больше) однопролетные балки с консолями, уложенные на наружную и внутреннюю стены. В зданиях с железобетонным несущим каркасом несущая конструкция эркера обычно является продолжением конструкции элементов перекрытия.



Схемы металлических балок эркера в плане

К несущей конструкции плоской кровли предъявлялись все требования расчетов на прочность, поскольку она представляла собой идеальное место для формирования «снеговых мешков». Теплоизоляционный слой (термоизоляция) укладывался по несущей конструкции или подвешивался к ней. В качестве теплоизоляции эркеров в СССР обычно применялись

неорганические сыпучие тела (гранулированный котельный или доменный шлак с объемным весом 800 – 1000 кг/м<sup>3</sup>, мелочь пемзы, туфа) или штучные искусственные камни с малым объемным весом (пенобетон и др.). Толщина теплоизоляционного слоя принималась по расчету в соответствии с расчетной температурой наружного воздуха, термоизоляционными свойствами утеплителя и назначением помещения. Так как утеплитель должен быть всегда сухим, поскольку увлажненный утеплитель теряет свои термоизоляционные свойства, он тщательно защищался сверху *гидроизоляционным слоем* от проникания дождевой или талой воды, а снизу – *пароизоляцией* (например, слоем толя) от проникания в утеплитель паров теплого комнатного воздуха.

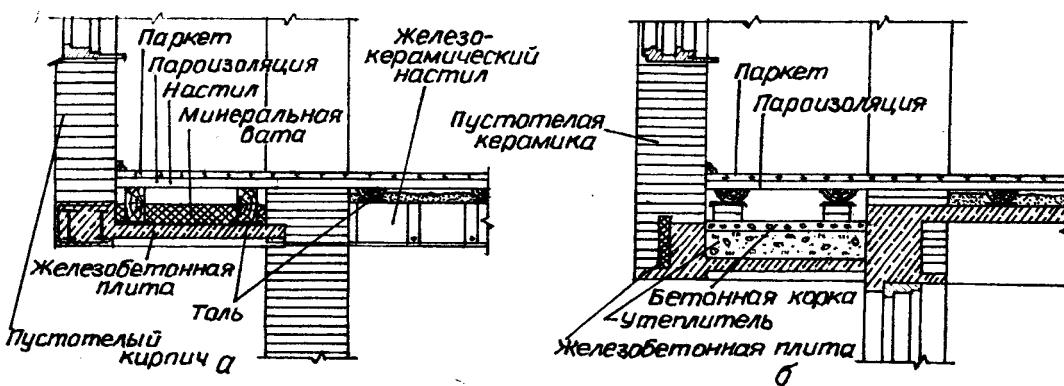


Несущие конструкции эркера: а- в металле; б- в железобетоне

Гидроизоляционный слой представлял собой сплошной ковер рулонных материалов (обычно использовался рубероид по kleemasse в 2-3 слоя и слой пергамина). Вследствие своей эластичности гидроизоляционный слой легко принимал форму подстилающего слоя – утеплителя. Поэтому в тех случаях, когда утеплителем служил шлак или другой легко деформирующийся под влиянием нагрузки материал, по утеплителю устраивалась бетонная корка толщиной 3 – 5 см, служащая жестким основанием для гидроизоляционного покрова. Утеплителю и бетонной корке придавались необходимые уклоны 1: 75 – 1 : 50 в сторону воронки для стока воды.

Защитный слой укладывался по водоизоляционному ковру и служит покровом, предохраняющим водоизоляционный ковер от механических повреждений при эксплуатации плоской крыши. Защитный слой предохраняет также водоизоляционный ковер от чрезмерного нагрева его солнечными лучами и непосредственного соприкосновения с ним кислорода воздуха, при которых происходит усиленное выделение летучих соединений водоизоляционного ковра и потеря его эластичности. В качестве защитного слоя рекомендовалась асфальтобетонная смесь толщиной 4 – 5 см с прокладкой металлической сеткой 5 – 6 см, предохраняющей защитную плиту от разрывов, которые могут произойти под влиянием температурных колебаний. Между гидроизоляцией и защитной плитой выстипалась крупный речной песок слоем в 1,5 - 2,0 см, обеспечивающий независимую их деформацию под влиянием температурных колебаний.

Пол, в зависимости от назначения плоской крыши, может быть бетонным, асфальтовым (литым), а также из сборных асфальтобетонных или метлахских плиток. Пол устраивается с уклонами к водоприемникам и с температурными швами через 12,0 – 15,0 м.



Конструкция нижней опорной плиты эркера: а- в металле; б- в железобетоне

Равнодействующая веса балкона или эркера и полезной нагрузки проходит вне плоскости стены и создает расчетный опрокидывающий момент  $M_o$  относительно наружной грани стены:

$$M_o = G^H n e_n + P^H n e_s = P_1 e_1, \text{ где}$$

$G^H, P^H$  - нормативная постоянная и временная нагрузки;

$n$  - коэффициенты перегрузки;

$e_n, e_s$  - расстояния от линий действия сил  $G$  и  $P$  до наружной грани стены.

Нагрузка от веса стены  $P_2$  создает удерживающий момент  $M_y$  относительно наружной грани стены:

$$M_y = G^H_y n_y e_2 = P_2 e_2, \text{ где}$$

$G^H_y$  - удерживающая сила;

$n_y$  - коэффициент перегрузки, принимаемый равным 0.8;

$e_2$  — расстояние от линии действия силы  $G_y$  до наружной грани стены.

В удерживающую силу  $G_y$  включают вес кладки стены, находящейся над эркером, и соседнюю кладку под углом  $30^\circ$  к вертикали, вовлекаемую в сопротивление опрокидыванию благодаря перевязке и монолитности кладки. Кроме того, сила  $G_y$  включает также и вес самих перекрытий, если последние — несгораемые.

Устойчивость балкона или эркера может считаться обеспеченной, если будет соблюдено неравенство:  $M_y > M_o$ .

Консольные балки балконов и эркеров рассчитываются на устойчивость и прочность, причем проверка на устойчивость предшествует расчету на прочность.

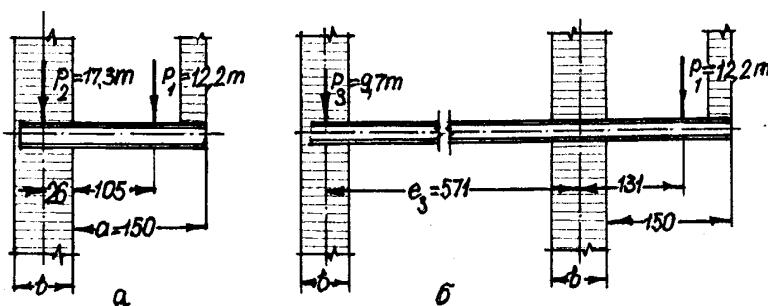
Рассмотрим **пример** устройства двухэтажного прямоугольного эркера в кирпичном здании с вылетом  $a = 150 \text{ см}$ . Эркер поконится на двух консольных балках, заделанных в кладку фасадной стены.

Величины  $P, e, M$  приняты:  $P_1 = 12,2 \text{ м}$ ;  $e_1 = 1,05 \text{ м}$ ; отсюда  $- M_o = 12,2 \times 1,05 = 12,8 \text{ тм}$ ;  $P_2 = 17,3 \text{ т}$ ;  $e_2 = 0,26 \text{ м}$ ;  $M_y = 17,3 \times 0,26 = 4,5 \text{ тм}$ .

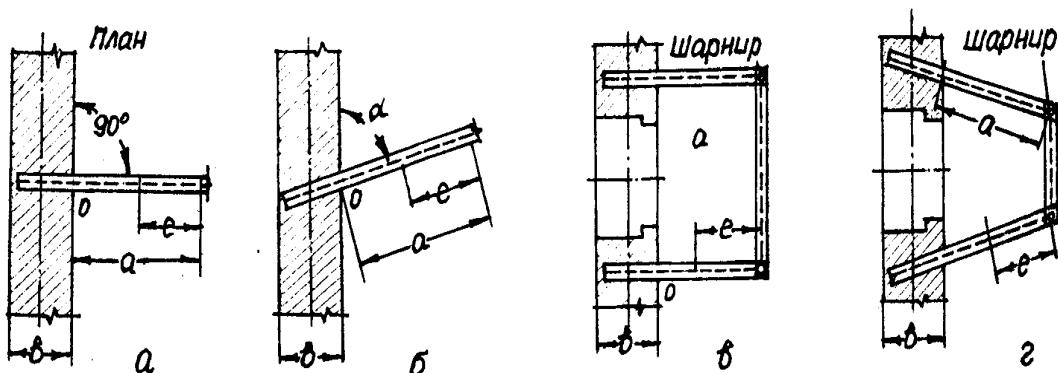
Это показывает, что сила  $P_2$  не в состоянии обеспечить устойчивость эркера и что для этого необходимо увеличить момент  $M_y$ . Последнее возможно либо увеличением силы  $P_2$ , что явно невыгодно, либо увеличением плеча  $e_2$ . На практике увеличение момента  $M_y$  производится за счет увеличения плеча  $e_2$ , т.е. консольную балку заменяют балкой на двух опорах с консолью, которая создает момент  $M_y = P_3 e_3$ . В этом случае момент, сопротивляющийся опрокидыванию,  $M_y = 9,7 \times 5,71 = 55,5 \text{ тм}$ .

Расчет на прочность состоит из определения изгибающего момента в консольных балках, подбора сечения балок и определения напряжений сжатия в кладке стен — в местах опирания балок. При определении изгибающих моментов различают два случая изгиба консольной балки.

**Первый случай**, когда балка прямолинейна в плане и нагрузка расположена в плоскости вертикальной оси балки.



Расчетные схемы к рассматриваемому примеру: а- консольные балки; б- балки на двух опорах с консолью



Балки эркера, нагруженные силой  $P$ , лежащей в плоскости вертикальной оси: а, б- прямолинейные балки; в, г- ломанные балки, соединенные между собой шарнирно

В этом случае в любом сечении балки возникают изгибающие моменты, равные:  
при сосредоточенной нагрузке  $M_u = Pe$ ;  
при равномерной нагрузке  $M_u = qe^2/2$ .

Расчетный (максимальный) изгибающий момент находится в сечении  $O$  заделки балки.

В таком же положении находятся консольные балки, к которым по оси шарнирно прикреплены балки другого направления.

*Второй случай* — балки криволинейные или ломаные в плане. В этом случае в любом сечении балки возникают моменты:

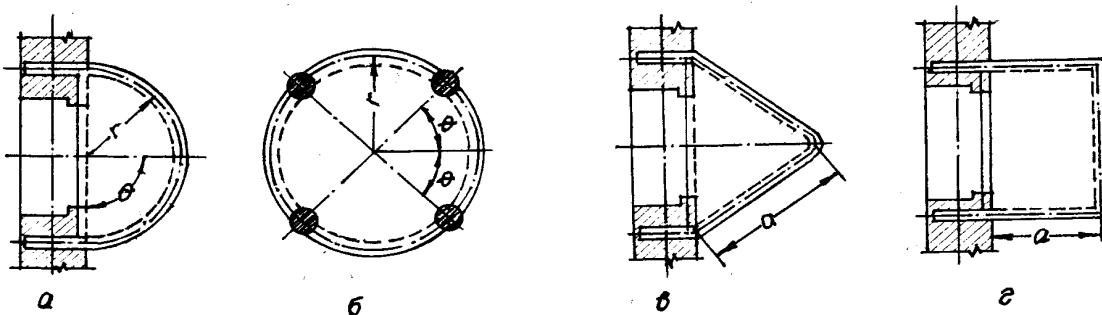
$M_u$  — изгибающие балку в вертикальной илоскости;

$M_{kp}$  — крывающие балку в плоскостях, перпендикулярных оси.

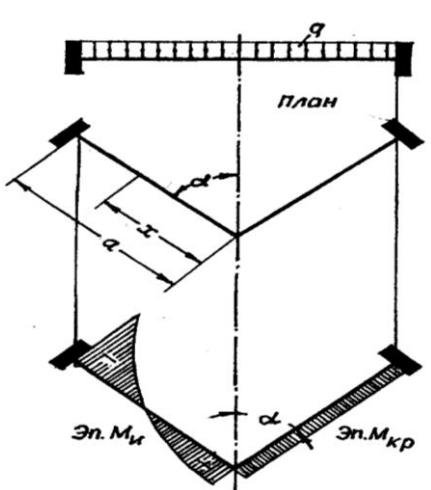
Когда консольные балки балкона или эркера упруго связаны с плитой, то она препятствует кручению балки. В этих случаях величины крывающих моментов, найденные по формулам или по таблицам, уменьшаются на 25—50% в зависимости от толщины плиты, погонной жесткости балок и жесткости их сопряжения. Меньший процент следует принимать только при свободном опирании плиты.

В таком положении находятся также прямолинейные консольные балки, когда к ним упруго присоединены балки другого направления.

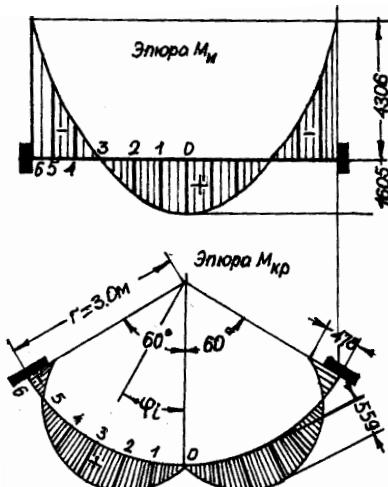
Величины моментов  $M_u$  и  $M_{kp}$  могут быть определены как по обычным формулам, применяемым при расчетах железобетонных плит и балок, так и с помощью табличных значений поправочных коэффициентов.



Криволинейные или ломанные балки эркера, жестко соединенные в узлах: а, б- криволинейные балки; в, г- ломанные



Расчетная схема к определению моментов несущих элементов эркера, изломанных в плане, с заделанными концами



Расчетная схема к определению моментов несущих элементов эркера, изогнутых в плане по дуге круга с заделанными концами

**Расчет балок, изогнутых в плане по дуге круга с заделанными концами.** Величины моментов в любом сечении балки с равномерно распределенной нагрузкой  $q$  определяются по формулам:

$$\text{изгибающие } M_u = c_u q r^2; \\ \text{крутящие } M_{kp} = c_{kp} q r^2.$$

**Например,** необходимо найти величины моментов в балке, изогнутой в плане по дуге круга радиусом  $r$  в сечениях балки 0 - 6. Дано:  $r = 3,0 \text{ м}$ ,  $q = 1150 \text{ кг/м}$ ,  $\theta = 60^\circ$ ;  $qr^2 = 1150 \cdot 3,0^2 = 10350 \text{ кгм}$ .

Величины моментов  $M = c qr^2$ :

$$M^0_u = 0,155 \times 10350 = 1605 \text{ кгм};$$

$$M^1_u = 0,137 \times 10350 = 1420 \text{ кгм};$$

$$M^2_u = 0,085 \times 10350 = 880 \text{ кгм};$$

$$M^3_u = 0,000 \times 10350 = 000 \text{ кгм};$$

$$M^4_u = -0,116 \times 10350 = -1210 \text{ кгм};$$

$$M^5_u = -0,258 \times 10350 = -2650 \text{ кгм};$$

$$M^6_u = -0,423 \times 10350 = -4306 \text{ кгм};$$

$$M^0_{kp} = 0,000 \times 10350 = 000 \text{ кгм}; M^1_{kp} = 0,026 \times 10350 = 269 \text{ кгм};$$

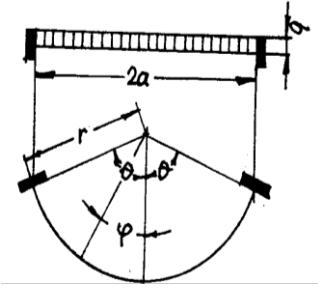
$$M_{kp}^2 = 0,046 \times 10350 = 476 \text{ кгм}; M_{kp}^3 = 0,054 \times 10350 = 559 \text{ кгм};$$

$$M_{kp}^4 = 0,044 \times 10350 = 455 \text{ кгм}; M_{kp}^5 = 0,012 \times 10350 = 124 \text{ кгм};$$

$$M_{kp}^6 = -0,047 \times 10350 = -476 \text{ кгм}.$$

По полученным величинам  $M_i$  построены эпюры  $M_u$  и  $M_{kp}$ .

**Коэффициенты  $c_u$  и  $c_{kp}$  для криволинейных балок в зависимости от углов кривизны**

$\theta$ (в град.)		20	30	40	50	60	70	80	90
$\varphi$ (в град.)									
0	$C_u$ $c_{kp}$	0,020 0,000	0,045 0,000	0,076 0,000	0,116 0,000	0,155 0,000	0,198 0,000	0,237 0,000	0,278 0,000
10	$C_u$ $c_{kp}$	0,005 0,003	0,029 0,007	0,059 0,012	0,097 0,019	0,137 0,026	0,179 0,034	0,219 0,040	0,254 0,047
20	$C_u$ $c_{kp}$	-0,041 0,000	-0,019 0,008	0,011 0,019	0,046 0,032	0,085 0,046	0,125 0,061	0,163 0,074	0,195 0,095
30	$C_u$ $c_{kp}$		-0,096 -0,001	-0,068 0,015	-0,036 0,033	-0,000 0,054	0,037 0,075	0,072 0,095	0,103 0,114
40	$C_u$ $c_{kp}$			-0,176 -0,006	-0,147 0,018	-0,116 0,044	-0,083 0,072	-0,052 0,098	-0,025 0,125
50	$C_u$ $c_{kp}$				-0,284 -0,019	-0,258 0,012	-0,230 0,045	-0,205 0,076	-0,181 0,103
60	$C_u$ $c_{kp}$					-0,423 -0,047	-0,401 -0,010	-0,381 0,025	-0,360 0,055
70	$C_u$ $c_{kp}$						-0,591 -0,096	-0,577 -0,059	-0,564 -0,024
80	$C_u$ $c_{kp}$							-0,785 -0,173	-0,785 -0,140
90	$C_u$ $c_{kp}$								-1,000 -0,300

**Расчет балок, изломанных в плане, с заделанными концами** - производится аналогично. Величины моментов в любом сечении балки с равномерно распределенной нагрузкой  $q$  определяются по формулам: изгибающие -  $M_u = c_u q a^2$ ; крутящие -  $M_u = c_{kp} q a^2$ .

Значения коэффициентов  $c_u$  и  $c_{kp}$  зависят от величины углов излома и помещены в таблицу.

**Например**, найдем величины моментов в сечениях балки через  $0,2a$ , изломанной под углом  $2a$ . Дано:  $a = 3,50 \text{ м}$ ;  $\alpha = 50^\circ$ ;  $q = 3000 \text{ кг/м}$ ;  $qa^2 = 3000 \times 3,50^2 = 36,800 \text{ кгм}$ .

Величины моментов  $M_i = c_i \times qa^2$ :

$$M_u (0,0 a) = 0,097 \times 36800 = 3570 \text{ кгм};$$

$$M_u (0,2 a) = 0,077 \times 36800 = 2840 \text{ кгм};$$

$$M_u (0,4 a) = 0,017 \times 36800 = 625 \text{ кгм};$$

$$M_u (0,6 \text{ a}) = -0,083 \times 36800 = -3060 \text{ кгм};$$

$$M_u (0,8 \text{ a}) = -0,223 \times 36800 = -8200 \text{ кгм};$$

$$M_u (1,0 \text{ a}) = -0,403 \times 36800 = -14800 \text{ кгм};$$

$$M_{kp} = 0,082 \times 36800 = 3030 \text{ кгм}.$$

*Величины коэффициентов  $c_u$  и  $c_{kp}$  для ломанных балок эркера*

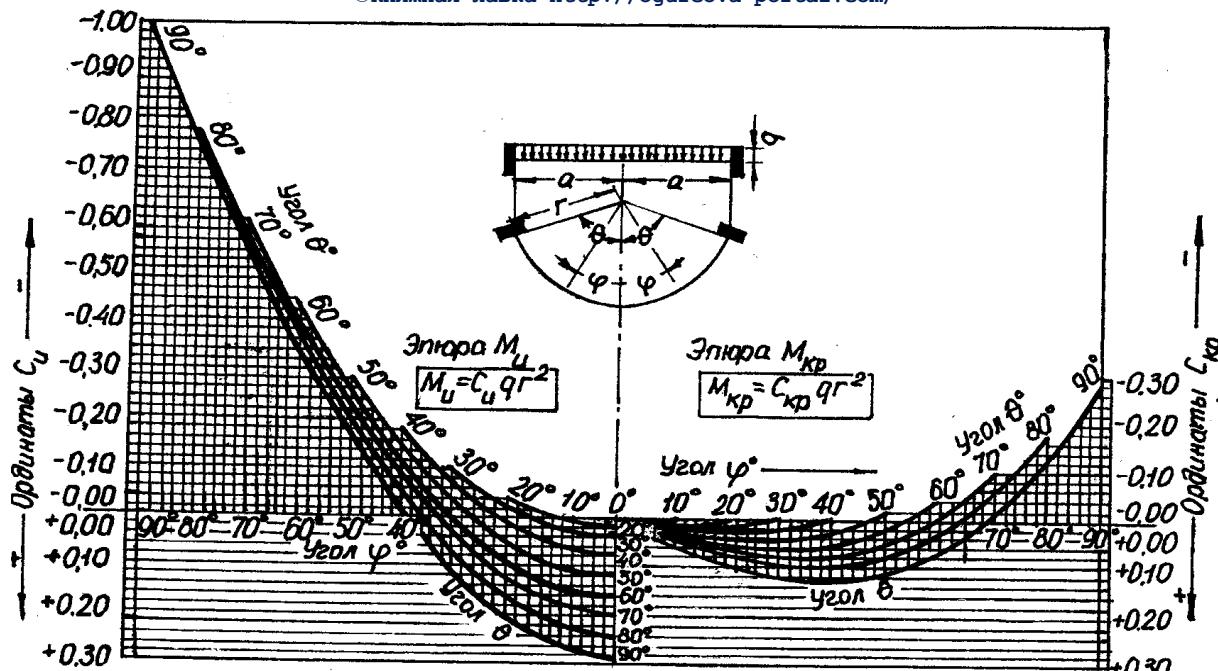
$\alpha$ (в град.)		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Множитель
$X$												
0,0a	Си Скр	0,000 0,000	0,005 0,029	0,020 0,054	0,042 0,072	0,069 0,082	0,125 0,072	0,146 0,054	0,162 0,054	0,162 0,029	0,167 0,000	qa <sup>2</sup>
0,1a	Си Скр	-0,005 0,000	+0,000 -0,029	0,015 0,054	0,037 0,072	0,064 0,082	0,092 0,082	0,124 0,072	0,141 0,054	0,158 0,029	0,162 0,000	
0,2a	Си Скр	-0,020 0,000	-0,015 0,029	+0,000 -0,054	0,022 0,072	0,049 0,082	0,077 0,082	0,105 0,072	0,126 0,054	0,142 0,029	0,147 0,000	
0,3a	Си Скр	-0,048 0,000	-0,040 0,020	-0,025 0,054	-0,003 0,072	0,023 0,082	0,051 0,082	0,080 0,072	0,100 0,054	0,117 0,029	0,122 0,000	
0,4a	Си Скр	-0,080 0,000	-0,075 0,029	-0,060 0,054	-0,038 0,072	-0,011 0,082	0,017 0,082	0,045 0,072	0,066 0,054	0,082 0,029	0,087 0,000	
0,5a	Си Скр	-0,128 0,000	-0,120 0,029	-0,106 0,054	-0,083 0,072	-0,056 0,082	-0,028 0,082	+0,00 -0,072	0,022 0,054	0,038 0,029	0,042 0,000	
0,6a	Си Скр	-0,180 0,000	-0,175 0,029	-0,160 0,054	-0,138 0,072	-0,111 0,082	-0,083 0,082	-0,055 0,072	-0,034 0,054	-0,018 0,029	-0,013 0,000	
0,7a	Си Скр	-0,248 0,000	-0,240 0,029	-0,223 0,054	-0,202 0,072	-0,175 0,082	-0,146 0,082	-0,118 0,072	-0,100 0,054	-0,082 0,029	-0,077 0,000	
0,8a	Си Скр	-0,320 0,000	-0,315 0,029	-0,306 0,054	-0,278 0,072	-0,251 0,082	-0,223 0,082	-0,195 0,072	-0,174 0,054	-0,158 0,029	-0,153 0,000	
0,9a	Си Скр	-0,409 0,000	-0,400 0,029	-0,386 0,054	-0,362 0,072	-0,335 0,082	-0,310 0,082	-0,280 0,072	-0,260 0,054	-0,245 0,029	-0,238 0,000	
1,0a	Си Скр	-0,500 0,000	-0,495 0,029	-0,480 0,054	-0,458 0,072	-0,431 0,082	-0,403 0,082	-0,375 0,072	-0,354 0,054	-0,338 0,029	-0,333 0,000	

Кроме того, величины моментов могли быть найдены по широко распространенным в тот период номограммам по интерполяции коэффициентов  $c_u$  и  $c_{kp}$ , когда значения  $\theta$ ,  $\varphi$  или  $\alpha$  выходили за рамки табличных значений.

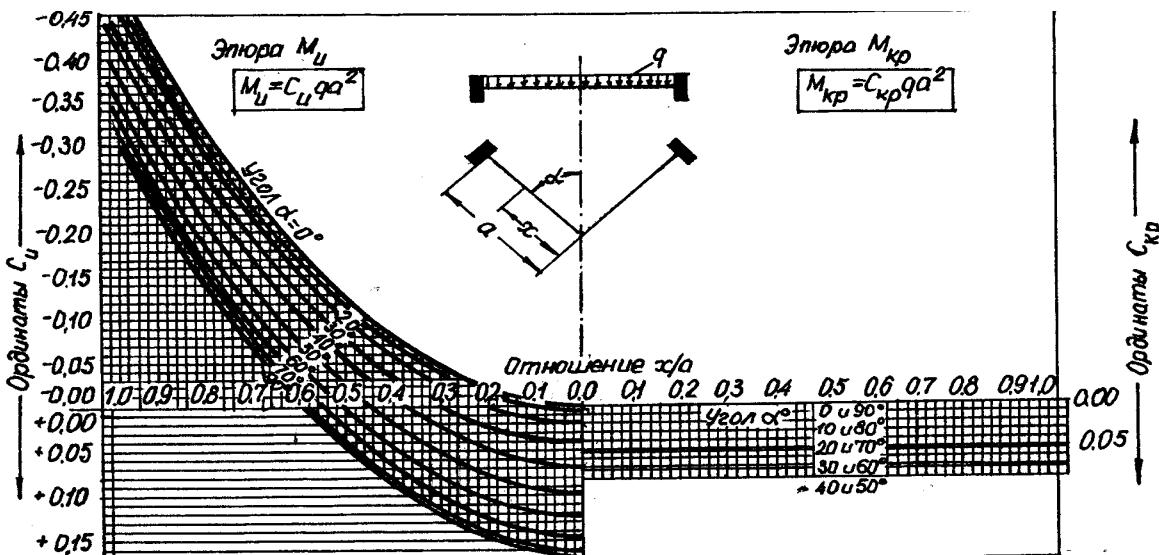
**Например**, дано  $a = 3,3 \text{ м}$ ;  $q = 1,2 \text{ м}$ ;  $\theta = 70^\circ$ ;  $\varphi = 65^\circ$ ; отсюда находим:  $c_u = -0,50$ ;  $c_{kp} = -0,05$ .

**Например**, дано:  $a = 3,3 \text{ м}$ ;  $q = 1,2 \text{ м}$ ;  $\alpha = 30^\circ$ ;  $x : a = 0,84$ .

Находим:  $c_u = 0,308$ ;  $c_{kp} = 0,072$ ; отсюда  $-M_u = 0,308 \times 1,2 \times 3,3^2 = -4,04 \text{ тм}$ ;  
 $M_{kp} = 0,072 \times 1,2 \times 3,3^2 = 0,945 \text{ тм}$ .



Величины ординат  $C_u$  и  $C_{kp}$  эпюры моментов балки с заделанными концами и изогнутой в плане



Величины ординат  $C_u$  и  $C_{kp}$  эпюры моментов балки с заделанными концами и изломанной в плане

Рассчитаем балку, заделанную концами в стойки рам и окаймляющую полукруглую плиту, монолитно связанную с балкой, при следующих данных: угол  $\theta = 90^\circ$ ; радиус кривизны балки  $r = 3,30$  м; нагрузка на 1,0 пог. м балки:  
от плиты  $800 \times 330/2 = 1320$  кг;  
вес ребра  $0,40 \times 0,50 \times 2400 = 480$  кг;  
перил = 100 кг.  
Итого:  $q = 1900$  кг.

Найденные величины усилий  $M_u$  и  $M_{kp}$  в расчетных сечениях балки ( $\theta = 0 - 90^\circ$ ) представлены в табличной форме, по данным таблицы построены приведенные выше эпюры.

При этом, поскольку плита монолитно связана с балкой, величины крутящих моментов уменьшены на 50 %.

### Величины усилий $M_u$ и $M_{kp}$

Угол $\varphi$ (в град.)	Коэффициент $c_u$	Моменты $M_u$ (в кгм)	Коэффициент $c_{kp}$	Моменты $M_{kp}$ (в кгм)
0	0,278	$0,278 \times 20\ 600 = 5750$	0,000	$0,000 \times 20\ 600 \times 0,5 = 0,00$
20	0,195	$0,195 \times 20\ 600 = 4050$	0,095	$0,095 \times 20\ 600 \times 0,5 = 825$
40	- 0,025	$0,025 \times 20\ 600 = -520$	0,125	$0,125 \times 20\ 600 \times 0,5 = 1290$
60	- 0,360	$0,360 \times 20\ 600 = -7470$	0,055	$0,055 \times 20\ 600 \times 0,5 = 565$
80	- 0,785	$0,785 \times 20\ 600 = -16\ 150$	- 0,140	$0,140 \times 20\ 600 \times 0,5 = -1450$
90	- 1,000	$1,000 \times 20\ 600 = -20\ 600$	- 0,300	$0,300 \times 20\ 600 \times 0,5 = -3080$

$$qr^2 = 1900 \times 3,30^2 = 20\ 600 \text{ кгм.}$$

Величина перерезывающей силы на опоре:

$$Q = q \pi r/2 = 1900 \times 3,14 \times 3,30/2 = 9800 \text{ кг.}$$

Подбор сечения балки выполняется из условия ее работы на изгиб и кручение и принимается сечением  $b \times h = 40 \times 50 \text{ см}$ ; бетон марки B15 ( $R_u = 80 \text{ кг/см}^2$ ). Арматура – сталь марки BCm3 ( $R_a = 2100 \text{ кг/см}^2$ ), отсюда окончательно определяется площадь продольной арматуры.

В сечении по середине пролета  $M_u = 5750 \text{ кгм}$ ;  $r = \sqrt{\frac{M}{mb}} = 46 / 5750/1 \times 0,40 = 0,384$ .

Находим  $\mu = 0,34\%$ , отсюда площадь арматуры в пролете

$$F_a = \mu b h_o = 0,34 \times 0,40 \times 46 = 6,25 \text{ см}^2.$$

В сечении у опоры  $M_u = -20\ 600 \text{ кгм}$ ;  $r = 46 / 20\ 600/1 \times 0,40 = 0,202$ .

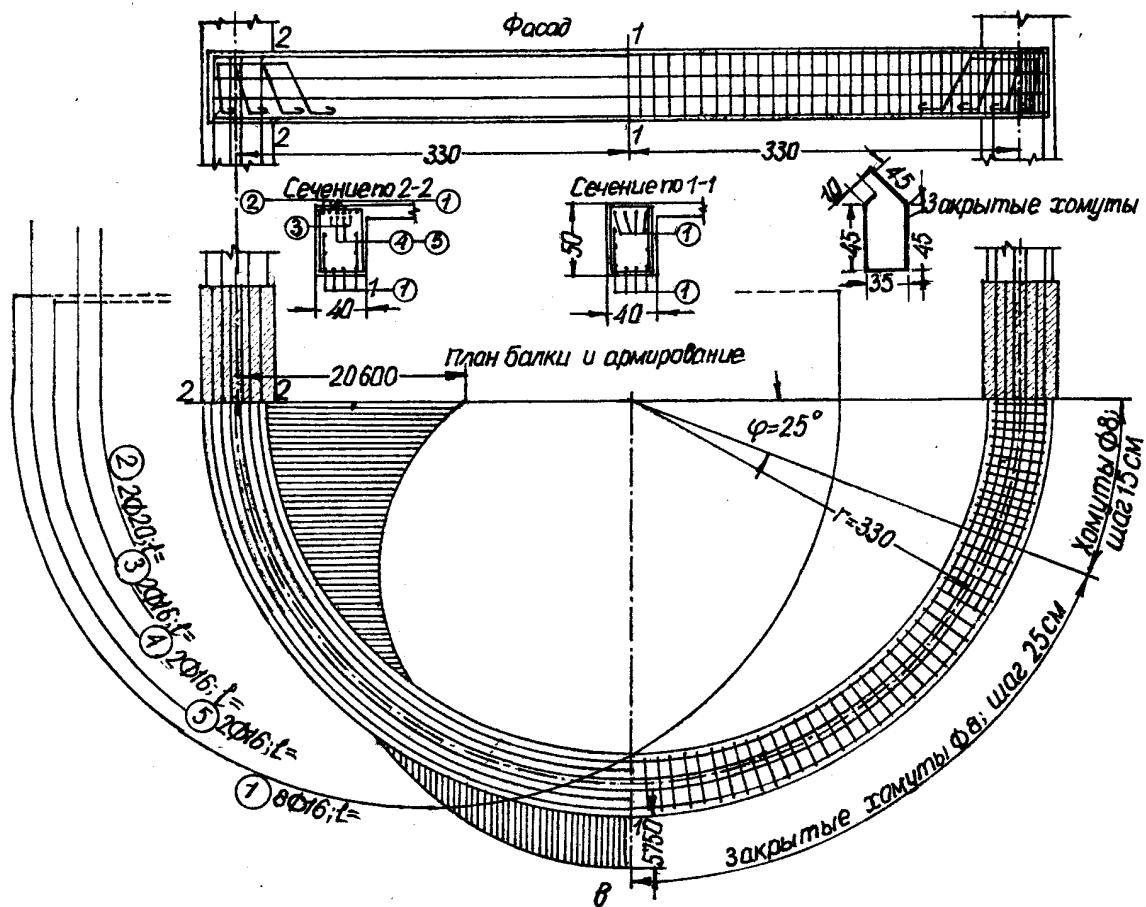
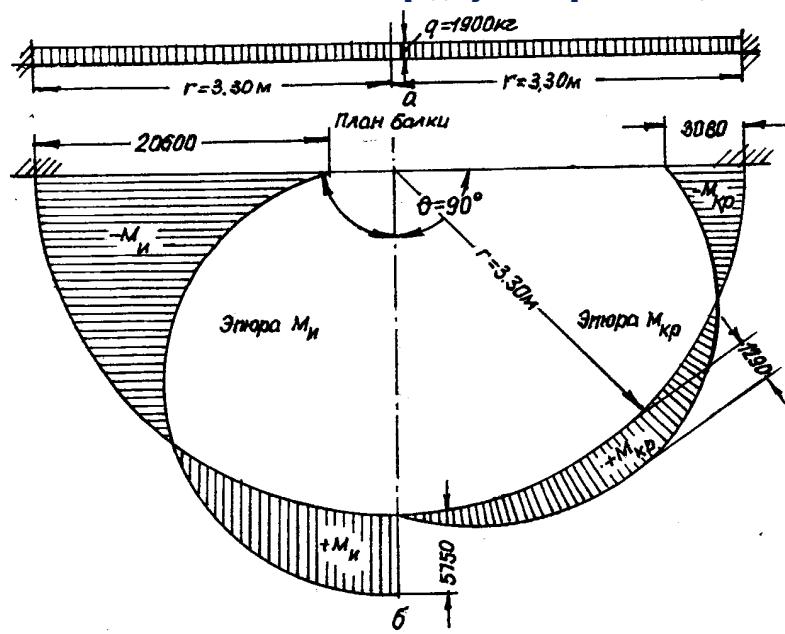
При  $\varphi = 0,2$ , интерполируя, находим  $\mu = 1,42\%$

$$F_a = 1,42 \times 0,40 \times 46 = 26,1 \text{ см}^2; F_a = 0,2 F_a = 0,2 \times 26,1 = 5,22 \text{ см}^2.$$

Расчет хомутов производится обычным порядком. В сечении на опоре действует перерезывающая сила  $Q = 9800 \text{ кг}$  и крутящий момент  $M_{kp} = 0,5 \times 3080 = 1540 \text{ кгм}$ .

Перерезывающая сила, которая может быть воспринята бетоном:  $mbh_o R_p = 1 \times 40 \times 46 \times 5,2 = 9600 \text{ кг}$ ; отсюда  $Q = 9800 \text{ кг}$ .

Расчет на скальвание можно не производить. Согласно указаниям норм принимаем двухсрезные хомуты  $\phi 8 \text{ мм}$  с шагом  $u = 25 \text{ см}$ .



Расчетная схема (а), эпюры моментов  $M_u$  и  $M_{kp}$  (б), схемы армирования балки (в) к рассматриваемому примеру

Площадь сечения хомутов на 1,0 пог. м балки у опор, необходимая для восприятия скальвающих усилий от действия крутящего момента, по формуле:

$$F_{x,kp} = \frac{M_{kp}}{2Fm_a R_a} = 154\ 000 \times 100 / 2 \times (35 \times 46) \times 1 \times 2100 = 2,28 \text{ см}^2, \text{ или } 4,5$$

дополнительных хомута  $\phi 8 \text{ мм.}$

$$\text{Сечение продольной арматуры в вертикальных гранях } F_a = \frac{0.5M_{kp}v_a}{2F_a m_a R_a} = 0.5 \times 308\ 000 \times$$

$$2(35 + 46)/2 \times (35 \times 46) \times 1 \times 2100 = 3,7 \text{ см}^2. \text{ Армирование балки приведено на рисунке с эпюрами моментов.}$$



**Кирпичная кладка под балками или столбами** проверяется на прочность (*местное смятие*). В кладке стены в местах заделки балок или опирания столба возникает местное смятие. Расчетная нагрузка при местном смятии определяется по формуле  $N = F_{cm} m m_k R_{cm}$ .  
Здесь  $R_{cm}$  - расчетное сопротивление кладки при местном смятии, определяемое по формуле  $R_{cm} = R \sqrt[3]{\frac{F_{cm}}{F_{cm}}} \leq 2R$ ;

где:  $F$  - площадь смятия кирпичной кладки, на которую непосредственно передается нагрузка;

$F_{cm}$  - условная расчетная площадь смятия;

$R$  - расчетное сопротивление кладки сжатию.

Условная расчетная площадь  $F_{cm}$  принимается равной:

- при распределении нагрузки в обе стороны от столба  $F = (a + 2d) d$ ;

- при местной краевой нагрузке  $F = (a + d) d$ ;

- при местной нагрузке кладки концом прогона и балки,

когда  $b \leq 2d$ ,  $F = bc$ ;

когда  $b > 2d$ ,  $F = 2dc$

При возведении эркеров учитывалось общее нагружение корпуса здания, чтобы создаваемая ими нагрузка с одной продольной стороны сооружения - уравнивалась аналогичным пригрузом с другой стороны. Нарушение баланса корпуса могло привести не только к разрушениям эркера, перекосам оконных проемов, но и к неравномерным осадкам всего сооружения.

## Глава 2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ III ГРУППЫ КАПИТАЛЬНОСТИ

### 2.1. Общие положения. Детальное обследование



Техническое обследование зданий проводят с целью получения объективных данных о фактическом состоянии строительных конструкций и инженерного оборудования с учётом изменения во времени. При обследовании изучается проектная документация, уточняются конструкции отдельных узлов, исследуется степень поражения материала конструкций коррозией, анализируются причины образования трещин и механических повреждений.

Рис. 2.1. Реконструированные дома III группы капитальности в г. Ижевске

Обследование жилья III группы капитальности проводится в 3 этапа.

**Первый этап** - сбор и изучение технической документации, обобщение сведений по строительству и эксплуатации здания. Этап заканчивается техническим отчетом об общем визуальном осмотре подготовленных к реконструкционным мероприятиям сооружений с определением их общего физического износа.

**Второй этап** - обследование несущих и ограждающих конструкций наземной части здания.

**Третий этап** - обследование фундаментов и грунтов основания.

При ознакомлении с техническими документами изучаются исполнительные рабочие чертежи здания, акты на скрытые работы, заключения комиссии по результатам ранее произведённых обследований, данные геологических изысканий на период проектирования. Поскольку большинство фундаментов жилья III группы капитальности выполнялось в виде кладки на известковых растворах, особое внимание при обследовании уделяется сведениям по технической эксплуатации здания: случаям подтопления фундаментов атмосферными, грунтовыми или техническими водами.

Обследование наземной части здания, как правило, начинается с оценки соответствия объёмно-планировочных и конструктивных решений здания в натуре исходному проекту. При этом проверяются важнейшие размеры конструктивной схемы: длина пролётов, размеры сечения несущих конструкций, высота этажей и пр. Диагностика состояния конструкций обычно производится с использованием нескольких методов: визуально, простейшими механическими инструментами, приборами неразрушимого контроля, лабораторными и натурными испытаниями.

Основой предварительного (визуального) обследования зданий и сооружений является осмотр их отдельных конструкций и зданий с применением измерительных инструментов и приборов: биноклей, фотоаппаратов, набора щупов, штангенциркуля, лазерной рулетки и др. (рис. 2.2).



Рисунок 2.2. Инструменты предварительного (визуального) обследования

В задачу визуального осмотра входит оценка физического состояния отдельных конструктивных элементов и здания в целом. Осмотре подлежат все несущие и ограждающие конструкции здания: кровля, стропила, перекрытия, стены и фундаменты. Особо тщательно обследуются узлы сопряжения элементов, площадь опирания конструкций перекрытия. По результатам визуального осмотра составляется карта дефектов и оценивается степень физического износа конструкций.

В процессе визуального осмотра выявляются конструктивные элементы, несущая способность которых вызывает опасение. При осмотре стен устанавливаются дефектные зоны, снижающие теплозащиту и прочность стенного ограждения, исследуется состояние облегченной кирпичной кладки, определяются зоны механических и физико-химических разрушений.



Рис. 2.3. Строительство монолитного жилого дома «точечной застройкой» в массиве жилья III группы капитальности в г. Ижевске по ул. Софии Ковалевской – привело к резкому снижению несущей способности фундаметов: сразу после сдачи соседнего сооружения в эксплуатацию вертикальная трещина посреди здания достигла карнизной кладки еще в период отопительного сезона, до оттаивания оснований

К особо опасным повреждениям относятся трещины, которые образуются в результате неравномерной осадки фундаментов и перегрузки. Перед детальным обследованием выясняется гидрогеологическая обстановка площадки, влияние соседней застройки. Участки стен с серьёзными повреждениями обследуются инструментально приборами неразрушающего контроля, на трещинах устанавливаются маяки, отбираются пробы материала стен для

испытания в лабораторных условиях, намечаются участки для шурфования и зондирования. По результатам визуальных наблюдений, испытаний и проверочных расчётов уточняются физический износ стен и оцениваются их эксплуатационные качества.

**Физический износ здания (элемента)** - величина, характеризующая степень ухудшения технических и связанных с ними других эксплуатационных показателей здания (элемента) на определенный момент времени.

**Моральный износ здания** - величина, характеризующая степень несоответствия основных параметров, определяющих условия проживания, объем и качество предоставляемых услуг современным требованиям.

**Детальное (инструментальное) обследование** проводят в зависимости от поставленных задач, наличия полноты проектно-технической документаций, характера и степени дефектов и повреждений, может быть полным и выборочным.

Полное детальное обследование зданий и сооружений проводят в том случае, когда отсутствует проектная документация или в ходе визуального осмотра обнаружены дефекты конструкций, снижающие их несущую способность. Кроме того, детальное обследование проводится, если возобновляется строительство, прерванное на срок более трех лет без мероприятий по консервации, а также при обнаружении в однотипных конструкциях неодинаковые свойства материалов после техногенных катастроф (пожаров и т.п.).

При планировании реконструкционных мероприятий, предполагающих значительное увеличение нагрузок, детальное обследование несущих строительных конструкций проводится в обязательном порядке.

**Реконструкция жилого дома** - комплекс строительных работ и организационно-технических мероприятий, связанных с изменением основных технико-экономических показателей жилого дома (количества и площади квартир, строительного объема и общей площади дома) или его назначения и осуществляемых в целях улучшения условий проживания и приведения эксплуатационных показателей жилого дома к уровню современных требований.

Реконструкция жилого дома включает в себя перепланировку внутренних помещений, возведение надстроек и пристроек, частичную разборку здания. Реконструкция предполагает полную смену инженерного оборудования, включая наружные сети (кроме магистральных), замену изношенных и морально устаревших конструкций и инженерного оборудования – с целью улучшения эксплуатационных показателей жилого дома; улучшение архитектурной выразительности здания, а также благоустройства прилегающей территории.

Выборочное детальное обследование зданий и сооружений проводят при необходимости обследования отдельных конструкций здания - в потенциально опасных местах, когда конструкции находятся в труднодоступных местах для проведения полного обследования.

Детальное (инструментальное) обследование технического состояния здания включает:

- работы по обмеру необходимых геометрических параметров зданий или сооружений, конструкций, их элементов и узлов;
- инструментальное определение параметров дефектов или повреждений;
- определение фактических характеристик материалов основных несущих конструкций и их элементов;
- измерение параметров эксплуатационной среды, присущей технологическому процессу в здании и сооружении;
- определение реальных эксплуатационных нагрузок и воздействий, воспринимаемых обследуемыми конструкциями с учетом влияния деформаций грунтов основания;
- определение реальной расчетной схемы здания или сооружения и его отдельных конструкций;
- определение расчетных усилий в несущих конструкциях, воспринимающих эксплуатационные нагрузки;

- проверочный расчет несущей способности конструкций по результатам обследования;
- анализ причин появления дефектов и повреждений в конструкциях.

Целью инструментального обследования зданий является получение количественных данных о состоянии несущих и ограждающих конструкций: деформациях, прочности, трещинообразовании и влажности. Инструментальному обследованию подлежат конструкции с явно выраженным дефектами и разрушениями, обнаруженными при визуальном осмотре, либо конструкции, определяемые выборочно по условию: не менее 10% и не менее трёх штук в температурном блоке, методы инструментального обследования и используемая для этого аппаратура приводятся в таблице 2.1.

**Таблица 2.1. Методы инструментального обследования**

Исследуемый параметр	Метод испытания или измерения	Инструменты, приборы, оборудование
1.Объёмная деформация здания	Нивелирование; теодолитная съёмка	Нивелиры: Н-3, Н-10, НА-3 и др. Теодолиты: Т-2, Т-15, ТаН и др. Фотоаппараты, стереокомпаратор
2.Прогибы и перемещения	Нивелирование Прогибомерами: а) механического действия б) жидкостными на принципе сообщающихся сосудов	Нивелиры: Н-3, Н-10, НА-1 и др. ПМ-2, ПМ-3, ПАО-5 П-1
3.Прочность бетона	Метод пластических деформаций (ГОСТ 22690.0-88) Ультразвуковой метод (ГОСТ 17624-87) Метод отрыва со скалыванием (ГОСТ 22690-88) Метод сдавливания	Молоток Физделя, молоток Кашкарова, пружинистые приборы: КМ, ПМ, ХПС и др. УКБ-2, Бетон-5, УК-14П, Бетон-12 и др. ГПНВ-5, ГПНС-4 Динамометрические клещи
4.Прочность раствора	Метод пластической деформации	Склерометр СД-2
5.Скрытые дефекты материала конструкции	Ультразвуковой метод Радиометрический метод	Приборы: УКБ-1, УКБ-2, Бетон-12, Бетон-5, УК-14П Приборы: РПП-1, РПП-2, РП6С
6.Глубина трещин в бетоне и каменной кладке	Подсечка трещин Ультразвуковой метод	Молоток, зубило, линейка УК-10ПМ, Бетон-12, УК-14П, Бетон-5, Бетон-8УРЦ и др.
7.Ширина раскрытия трещин	Измерение стальными щупами и пр. С помощью отсчётного микроскопа	Щуп, линейка, штангенциркуль МИР-2
8. Влажность древесины, штукатурки, воздуха, ограждающих конструкций	Диэлектрометрический метод	Электровлагомер ЦНИИМОД-ЭВА-2 Измеритель влажности воздуха MS-98 В Влагомер МГ4Д Источник излучения R <sub>a</sub> -B <sub>e</sub> , Датчик НВ-3 Счётные устройства: СЧ-3, СЧ-4, «Бамбук»
9.Плотность камня и сыпучих материалов	Радиометрический метод (ГОСТ 17623-87)	Источники излучения C <sub>s</sub> -137, C <sub>0</sub> -60 Выносной элемент типа ИП-3 Счётные устройства (радиометры): Б-3, Б-4, Бетон-8-УРЦ
10.Воздухопроницаемость	Пневматический метод	ДСК-3-1, ИВС-2М
11. Теплозащитные качества стенового ограждения	Электрический метод Тепловизионная съемка	Термощупы: ТМ, ЦЛЭМ, Термометр ЛТИХП
12. Звукопроводность стен	Акустический метод	Генератор «белого» шума ГШН-1 Усилители:

и перекрытий		УМ-50, У-50 Шумомер Ш-60В Спектрометр 2112
13. Параметры вибрации конструкции	Визуальный метод Механический метод Электрооптический метод	Вибромарка Виброграф Гейгера, ручной виброграф ВР-1 Осциллографы: Н-105, Н-700, ОТ-24-51, комплект вибродатчиков
14. Осадка фундамента	Нивелирование	Нивелиры: Н-3, Н-10, НА-1 и др.

\* \* \*

К наиболее характерным повреждениям, образующимися при эксплуатации зданий III группы капитальности, относится **увлажнение**, поскольку вода вообще является основным фактором физического износа. Ограждающие конструкции в жилых домах III группы капитальности выполнены не сплошными, поэтому в полостях облегченной кладки постоянно выпадает конденсат в процессе теплообмена.

Различают пять видов увлажнения:

- при изготовление конструкций (строительная влага);
- атмосферными осадками; утечками из водопроводно-канализационной сети;
- конденсатом водяных паров воздуха;
- капиллярным и электроосмотическим подсосом грунтовой воды.

Практика обследований показывала, что в жилых домах III группы капитальности встречаются все пять видов увлажнения. Повышенное влагосодержание отрицательно сказывается на эксплуатационных показателях несущих и ограждающих конструкций. С увеличением влажности возрастает коэффициент теплопроводности материала, ухудшаются его теплотехнические свойства. Кроме того, при изменении влажности изменяется объём материала, а при многократном увлажнении расшатывается его структура и снижается долговечность. Неблагоприятно сказывается переувлажнение и на состоянии воздушной среды помещений, ухудшая её с гигиенической точки зрения.

Содержание *строительной влаги* в конструкциях в период их изготовления, как правило, не превышала следующих величин: для деревянных конструкций – 12...15%, для облегченных каменных конструкций ограждения – 8...12%. В дальнейшем при неблагоприятных условиях эксплуатации влажность материала конструкции может существенно увеличиваться.

Увлажнение *атмосферными осадками* происходит при повреждениях кровли, неудовлетворительном состоянии водоотводящего оборудования здания (водосточных труб, желобов, водосливов), коротких карнизах и носит преимущественно сезонный характер.

Для защиты стен от увлажнения атмосферными осадками проводятся конструктивные мероприятия, направленные на удлинение коротких карнизов, ремонт и восстановление желобов, водосточных труб и водосливов. Кроме того, поверхность стен оштукатуривается или облицовывается водостойкими материалами. Применяется также покраска стен эмалевыми и лакокрасочными составами.

Увлажнение *утечками из водопроводно-канализационной сети* обычно встречаются в зданиях с изношенным санитарно-техническим оборудованием при нарушении сроков проведения планово-предупредительных ремонтов (ППР). Утечки приводят к переувлажнению и быстрому разрушению кладки стен, особенно из силикатного кирпича. Места увлажнения утечками легко обнаруживаются при обследовании стен по характерным пятнам возле стояков инженерных коммуникаций и санитарно-технического.

Увлажнение ограждающих конструкций *конденсатом водяных паров воздуха* происходит при температуре точки росы, когда влажность воздуха у поверхности конструкции или в порах её материала оказывается выше максимальной упругости пара при данной температуре и избыток влаги переходит в жидкую фазу.

Механизм образования конденсата внутри ограждающей конструкции достаточно сложен и зависит от многих параметров: разности парциального давления паров воздуха у противоположных поверхностей конструкций, относительной влажности и температуры

воздуха внутри и снаружи помещения, а также плотности материала. Степень насыщения воздуха парами воды выражается через относительную влажность воздуха  $\varphi, \%$ , определяемую по формуле:

$$\varphi = \frac{e}{E} \cdot 100\%,$$

где  $E$  – максимальная упругость паров воды при данной температуре;  
 $e$  – действительная упругость паров воды.

Для средней полосы России при разности температуры внутреннего и наружного воздуха в январе месяце  $40^0\text{C}$   $t_b = +20^0\text{C}$ ,  $t_h = -20^0\text{C}$ .

Значения относительной влажности воздуха и максимальной упругости паров воды составляют соответственно:

$$\begin{aligned} \varphi_b &= 55\%, \quad E_b = 2338 \text{ кПа}; \\ \varphi_h &= 86\%, \quad E_h = 102,6 \text{ кПа}; \end{aligned}$$

Действительная упругость паров воды составляет:

$$\begin{aligned} e_b &= E_b \cdot \varphi_b / 100 = 55 \cdot 2338 / 100 = 1286 \text{ кПа}; \\ e_h &= E_h \cdot \varphi_h / 100 = 86 \cdot 102,6 / 100 = 88 \text{ кПа}. \end{aligned}$$

Парциальное давление паров на внутреннюю поверхность ограждающей конструкции (стены):

$$e_b - e_h = 1286 - 88 = 1198 \text{ кПа} = (11,98 \text{ кг} / \text{см}^2).$$

Существенная величина парциального давления позволяет воздушному потоку достаточно свободно проникать сквозь толщу наружной стены. Замечено, что чем ниже теплоизоляция наружной стены и больше относительная влажность воздуха в помещении за этой стеной, тем выше опасность ее переувлажнения водяными парами из помещения. Если же наружная поверхность стены покрыта плотным паронепроницаемым материалом, то проникающий через стену водяной пар имеет возможность конденсироваться внутри стены, переувлажняя её и увеличивая теплопроводность.

Конденсационное увлажнение предотвращается путем рационального конструирования стен, основанного на выполнении требований норм и расчёте температурно-влажностного режима. Так, например, в зданиях, эксплуатируемых в условиях умеренно-влажностного и сухого климата, сопротивление наружных стен уменьшается от внутренней поверхности к наружной, при этом пароизоляция располагается на внутренней поверхности стены. Требуемое сопротивление паропроницанию ограждающих конструкций определяется расчетом по методике, изложенной СНиП II-3-79\*.

В подавляющем большинстве случаев конденсация влаги является единственной причиной повышения влажности ограждающих конструкций. Конденсация влаги может происходить как на поверхности ограждения, так и в его толще.

Следует отметить, что отсутствие конденсации влаги на поверхности ограждения не гарантирует ограждение от увлажнения, так как оно может происходить вследствие конденсации водяных паров в толще самого ограждения.

Увлажнение капиллярным и электроосмотическим подсосом грунтовой влаги характерно для стен, у которых отсутствует горизонтальная гидроизоляция или когда гидроизоляция расположена ниже отмостки.

Механизм капиллярного увлажнения основан на действии сил притяжения между молекулами твердого тела и жидкости (явление смачивания). При отсутствии в материале стены гидрофобных (водоотталкивающих) веществ вода смачивает стенки капилляров и поднимается по ним.

В капиллярно-пористых материалах, таких как плотный бетон, цементно-песчаный раствор или кирпич, радиус капилляров находится в пределах:  $1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-2} \text{ см}$ . Поверхностное натяжение воды при температуре  $+20^\circ\text{C}$  составляет  $72,8 \cdot 10^{-5} \text{ Н/см}$ . Если пренебречь плотностью воздуха, то максимальная высота подъёма воды в капилляре за счёт сил смачивания составит примерно 1,5м.

Грунтовая влага, которая может проникнуть в ограждение из грунта вследствие капиллярного всасывания, обычно может подниматься до высоты 2-2,5 м от уровня земли. Для предохранения ограждения от увлажнения в нем устраивают гидроизоляционные слои, препятствующие доступу влаги из грунта в ограждение.

Под электроосмосом понимается направленное движение жидкости, от анода к катоду, через капилляры или пористые диафрагмы при наложении электрического поля.

Следует отметить, что слабые электрические поля всегда присутствуют в стенах, испытывающих перепады температуры по длине или на противоположных поверхностях (термоэлектрический эффект Зеебека). При этом положительные заряды (аноды) группируются главным образом у основания стены в зоне контакта с грунтом, а отрицательные (катоды) – вверху.

Рассматривая стены из капиллярно-пористого материала как своеобразную диафрагму, следует полагать, что грунтовая вода за счёт электроосмотических сил поднимается вверх по стене в сторону катода. Так как потенциал электрического поля стены изменяется под воздействием внешних факторов (перепада температуры, интенсивной солнечной инсоляции, влажности воздуха), то и величина электроосмотического увлажнения – переменная.

Натурные обследования влажности материалов в зависимости от требуемой точности производится различными способами. Наиболее простым и достоверным способом является извлечение из конструкции при помощи шлямбуров пробы материала, помещаемой затем в специальные бюксы. Влажная проба материала непосредственно после извлечения из конструкции взвешивается, а затем высушивается нагреванием в сушильных шкафах до постоянного веса и снова взвешивается.

Массовая (весовая) влажность -  $W_B$ , %, определяется по формуле:

$$W_B = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \cdot 100$$

Где  $P_1$  и  $P_2$  - масса (вес) пробы соответственно до и после высушивания. При известной плотности материала  $g$ ,  $\text{кг}/\text{м}^3$ , объемная влажность  $W_{ob}$  вычисляется по формуле

$$W_{ob} = \frac{W_B \cdot \gamma}{1000}$$

Сушка отобранных проб производится в термостатах или сушильных шкафах, где температура поддерживается на уровне  $105^\circ\text{C}$  для всех материалов, за исключением органических и гипсовых, для которых температура сушки должна быть не выше  $60-70^\circ\text{C}$ .

При взвешивании проб на аналитических весах навеску следует брать весом не менее 2 г, а взвешивание производить с точностью до 0,001 г; при взвешивании на технических весах все навески должны быть не менее 10 г при точности взвешивания до 0,01 г.

После извлечения из конструкций материала пробы немедленно помещают в бюксы и плотно закрывают крышкой во избежание их усушки до первого взвешивания.

В зимнее время пробы в бюксы укладывают на холоде и закрывают плотно крышкой, так как в теплом помещении на них образуется конденсат. Края крышек бюксов смазывают жиром, самоклеющей лентой или другим паронепроницаемым материалом.

Из кирпичных и шлакобетонных конструкций пробы, как правило, отбираются шлямбуром диаметром 8, 10, 12 мм, из деревянных - буром Пресслера. При слоистых конструкциях пробы следует брать из каждого слоя.

В каменных сплошных стенах места взятия проб по сечению конструкции следующие: штукатурка внутренняя, поверхность стены под штукатуркой; в толще стены - через каждые 10-12 см, поверхность стены под наружной штукатуркой; штукатурка наружная.

При наличии в конструкции стены утеплителя пробы берут и из него.

В настоящее время разработан диэлектрометрический метод определения влажности строительных материалов, изделий и конструкций (см. п. 8 табл. 2.1). Он основан на корреляционной зависимости диэлектрической проницаемости материала от содержания влаги в нем при положительных температурах.

Измерение влажности производят при помощи электронного влагомера ВСКМ-12 или других диэлектрометрических влагомеров, отвечающих требованиям ГОСТ 21718-84.



Рис. 2.4. Влагомеры MG4 и ВСКМ-12

Для проведения измерений влажности бетона на его поверхности выбирают чистые ровные участки размером 300x300 мм, на которых не должно быть местных наплывов, вмятин и раковин глубиной более 3 мм и диаметром более 5 мм.

Число участков устанавливают из расчета один участок на 1,5 м<sup>2</sup> поверхности обследуемой конструкции, температура поверхности которой не должна превышать 40 °С.

Подготовку к работе и измерения влагомером производят в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора и в соответствии с требованиями ГОСТ 21718-84.

Результаты измерений записывают в журнал, который должен включать наименование материала, показания влагомера по результатам всех измерений, среднюю влажность материала, сопоставляя полученные данные с требованиями СНИП II-3-79\* (см. табл. 2.2).

**Таблица 2.2. Нормальная влажность некоторых материалов в наружных ограждающих конструкциях**

№ пп.	Материал	Плотность g, кг/м <sup>3</sup>	Влажность материала, %	
			массовая	объемная
1.	Красный кирпич в сплошных стенах	1800	1,5	2,7
2.	Кирпич красный в стенах с воздушной прослойкой	1800	0,5	0,9
3.	Кирпич силикатный	1900	2,5	4,8
4.	Бетон тяжелый	2000	1,5	3
5.	Шлакобетон	1300	3	3,9
6.	Керамзитобетон	1000	6	6

7.	Пенобетон в наружных стенах	700	10	7
8.	Пеностекло	350	3	1,1
9.	Штукатурка известково-песчаная	1600	1	1,6
10.	Шпак топливный в засыпке	750	3,5	2,6
11.	Минераловатные плиты	200	2	0,4
12.	Дерево (сосна)	500	15	7,5
13.	Фибролит цементный	350	15	5,2
14.	Торфоплиты	225	20	4,5
15.	Пенополистирол	25	5	0,12

\* \* \*

Свойство ограждения или материала пропускать воздух называется **воздухопроницаемостью**. При разности давлений воздуха с одной и с другой стороны ограждения через ограждение может проникать воздух в направлении от большего давления к меньшему. В зимних условиях в отапливаемых помещениях температура внутреннего воздуха существенно выше наружного воздуха, что обуславливает разность их объемных масс, в результате чего и создается разность давлений воздуха с обеих сторон ограждения. Разность давлений воздуха может возникнуть также под влиянием ветрового напора.

Если фильтрация происходит в направлении от наружного воздуха в помещение, то она называется *инфильтрацией*, при обратном направлении - *эксфильтрацией*.

С гигиенической точки зрения, ограждение должно иметь некоторую воздухопроницаемость, нормативные значения которой приводятся в табл. 2.3. С теплотехнической точки зрения воздухопроницаемость ограждения сооружений III группы капитальности является отрицательным явлением, так как в зимнее время инфильтрация холодного воздуха вызывает дополнительные потери тепла ограждениями и охлаждение помещений, а эксфильтрация неблагоприятно отражается на влажностном режиме конструкций ограждений, способствуя конденсации влаги в их полостях. По этой причине здания III группы капитальности возводились в пределах постоянной эпюры ветрового давления, чтобы исключить действие ветрового напора.

Методика расчета и требуемое нормативное сопротивление воздуха проницанию ограждающих конструкций регламентируются СНиП II-3-79\*.

Современные методы экспериментального определения воздухопроницаемости материалов и конструкций основаны на том, что в результате искусственно созданного избыточного давления или разрежения через образец материала или конструкции, заключенного в особую обойму, проходит воздушный поток, замеряемый счетчиком; в то же время замеряется избыточное давление или разрежение, поддерживаемое в продолжении испытаний на определенном уровне.

Обследование воздухопроницаемости стыковых соединений наружных стеновых панелей производят при помощи приборов типа ИВС-3 или ДСК-3.

**Таблица 2.3. Нормативная воздухопроницаемость  $G^H$  ограждающих конструкций зданий и сооружений**

Вид ограждающей конструкции	$G^H$ , кг/(м <sup>2</sup> ·ч), не более
1. Наружные стены, перекрытия и покрытия жилых, общественных, административных зданий и сооружений	0,5
2. Наружные стены, перекрытия и покрытия производственных зданий и помещений	1,0
3. Стыки между панелями наружных стен:	
а) жилых зданий	0,5
б) производственных зданий	1,0
4. Входные двери в квартиры	2
5. Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий, окна	6,0

производственных зданий с кондиционированием воздуха	
6. Окна, двери и ворота производственных зданий	8,0
7. Зенитные фонари производственных зданий	10,0

\* \* \*

Теплотехнические качества ограждающих конструкций характеризуются приведенными сопротивлениями: теплопередаче –  $R_0$ ,  $\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , паропроницанию -  $R_p$ ,  $\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}/\text{мг}$ , и воздухопроницанию -  $R_{\text{воз}}$ ,  $\text{м}^2 \times \text{ч}/\text{кг}$ . Конструкция полов в помещениях с длительным пребыванием людей, кроме отмеченных показателей, характеризуется также показателем тепловой активности (теплоусвоения).

Основной задачей определения теплотехнических качеств ограждающих конструкций является:

- определение температурного поля на внутренних поверхностях ограждающих конструкций, на участках теплопроводных включений, узлов примыканий внутренних и наружных стен, стыковых соединений с целью выявления зон с пониженной температурой, где возможно образование конденсата на поверхности конструкций, установление характера изменения температурного поля и выявление степени теплотехнической неоднородности конструкций;
- определение термического сопротивления конструкций  $R_k$ ,  $\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , коэффициент теплоотдачи внутренней  $a_e$ ,  $\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , и наружной  $a_n$ ,  $\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , поверхностей;
- определение динамики влажностного режима конструкций в разные сезоны года, установление зоны конденсации влаги и степени влагонакопления в холодный период года, определение влажностного состояния стыковых соединений;
- обследование воздухопроницаемости стеновых конструкций, стыковых соединений и светопрозрачных конструкций.

При обследованиях жилых зданий в зависимости от рассматриваемых задач производятся измерения температур газовых и жидкостных сред, сыпучих и твердых тел. Для измерений используются контактные и бесконтактные термометры. К контактным относятся жидкостные и биометаллические термометры, электрические и полупроводниковые термометры сопротивления, термопары. К бесконтактным термометрам относятся инфракрасные термометры, пиранометры, а также тепловизоры.

*Жидкостные термометры* (в основном ртутные и реже спиртовые) применяют для измерения газовых и жидких сред, сыпучих тел. Ртутные термометры применяют при интервалах температур от минус 35 до +600 °C. При необходимости измерения температур ниже минус 35 °C используют спиртовые термометры.

Измерение величин тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции, позволяет определить их теплозащитные свойства. Для измерения тепловых потоков часто применяют тепломеры, основанные на принципе дополнительной стенки. Термомеры, устроенные по этому принципу, как правило, состоят из трех пластин: двух защитных дисков с наружных сторон и средней рабочей пластины, на которой установлены термопары по двойной архимедовой спирали. Средняя пластина тепломера имеет две зоны - рабочую в центре диска и защитную кольцевую шириной не менее  $1/4$  части центральной рабочей зоны. В рабочей зоне смонтирована батарея термопар, соединенных последовательно. Термопары батареи расположены с обеих сторон рабочего диска. При прохождении теплового потока через тепломер на обеих сторонах рабочей пластины возникает термо-ЭДС вследствие разности температур на ее поверхностях.

Если коэффициент теплопроводности дополнительной стенки известен, то для определения теплового потока достаточно измерить разность температур на ее поверхности. Тепловой поток в этом случае определяют по формуле

$$q = \frac{\lambda}{\delta} \frac{\Delta t}{d},$$

где  $l$  - теплопроводность дополнительной стенки,  $\text{Вт}/(\text{м} \times ^\circ\text{C})$ ;

$d$  - толщина стенки, м;

$\Delta t$  - падение температуры на дополнительной стенке при прохождении теплового потока.

Если коэффициент теплопроводности дополнительной стенки не известен, то производят тарировку теплометра при помощи другого теплометра, характеристика которого заранее известна.

При стационарных условиях теплопередачи и сравнительно невысоких температурах величина теплового потока определяется на основе измерения термо-ЭДС при помощи потенциометра

$$q = kE,$$

где  $k$  - тарировочный коэффициент теплометра;

$E$  - величина измеренной ЕДС.



Рис. 2.6. Измеритель плотности тепловых потоков ИТП-МГ4 «Поток» предназначен для измерения плотности тепловых потоков по ГОСТ 25380-82, проходящих через ограждающие конструкции, а также для определения сопротивления ограждающих конструкций.

Теплометр, установленный на наружной поверхности ограждающей конструкции, показывает тепловой поток, отдаваемый наружной поверхностью ограждения наружному воздуху, а теплометр, установленный на внутренней поверхности ограждения, показывает тепловой поток, проходящий через внутренние поверхности ограждения.

В стационарных условиях теплопередачи, когда теплосодержание ограждающей конструкции не меняется, тепловой поток, входящий в ограждение, равен тепловому потоку, выходящему из ограждения. В нестационарных условиях теплопередачи, наблюдаемых в натурных условиях, входящий тепловой поток не равняется выходящему из-за изменения теплосодержания ограждения. Недооценка этого факта может привести к грубым ошибкам при экспериментальном определении термического сопротивления конструкции.

Теплозащитные качества ограждающих конструкций характеризуются приведенным сопротивлением теплопередаче  $R_0$  и термическим сопротивлением  $R_k$ . В зимних условиях их экспериментальное определение основывается на принципе стационарного режима теплопередачи, при котором тепловой поток, проходящий через любое сечение конструкции, перпендикулярное потоку, постоянен. В этом случае имеет место равенство:

$$q = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{R_0} = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{в}})}{R_k} = \frac{(t_{\text{н}} - t_{\text{н}})}{R_{\text{н}}},$$

$$\text{где } R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{l_{ik}}{\lambda_{ik}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} = R_{\text{в}} + \sum_{i=1}^n R_{ik} + R_{\text{н}},$$

$$R_{\text{в}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}}; \quad R_{\text{н}} = \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}; \quad R_{ik} = \frac{l_{ik}}{\lambda_{ik}};$$

$q$  - тепловой поток,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ;

$R_{ik}$  - термическое сопротивление  $i$ -го слоя конструкции;

$l_i$  - толщина  $i$ -го слоя, м;

$l_i$  - коэффициент теплопроводности  $i$ -го слоя, Вт/м $\times$ °С;

$a_e$  - коэффициент тепловосприятия внутренней поверхности ограждения, Вт/(м $^2 \times$ °С);

$a_h$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения, Вт/(м $^2 \times$ °С);

$R_e$  - сопротивление тепловосприятию внутренней поверхности ограждения, м $^2 \times$ °С/Вт;

$R_h$  - сопротивление теплоотдачи наружной поверхности ограждения, м $^2 \times$ °С/Вт;

$t_e$  - температура внутренней поверхности, °С;

$t_h$  - температура наружной поверхности, °С.

Измеряя величину теплового потока  $q_1$ , разность температур внутреннего и наружного воздуха  $Dt$  разность температур внутренней и наружной поверхности ограждения  $Dt$ , определяем термическое сопротивление конструкции

$$R_k = \frac{\Delta \tau}{q_1} - R' \frac{\Delta \tau}{\Delta t},$$

где  $Dt = t_e - t_h$  - разность температур внутреннего и наружного воздуха, °С;

$Dt = t_e - t_h$  - разность температур внутренней и наружной поверхностей ограждения, °С;

$q_1$  - замеренный тепловой поток, Вт/м $^2 \times$ °С;

$R_c$  - термическое сопротивление тепломера, м $^2 \times$ °С/Вт.

Тепловой поток  $q_1$ , замеренный тепломером, несколько отличается от действительного теплового потока  $q$ , проходящего через ограждающую конструкцию, так как тепломер является добавочным сопротивлением к исследуемому ограждению и, следовательно, замеренный тепловой поток оказывается несколько меньше действительного потока.

Величина истинного теплового потока в этом случае определяется из соотношения

$$q = \frac{\Delta \tau}{R_k}.$$

Сопротивления теплоотдаче  $R_h$  и тепловосприятию  $R_e$  определяются по формулам

$$R_e = \frac{t_e - t_b}{q} ; \quad R_h = \frac{t_h - t_b}{q}.$$

Сопротивление теплопередаче конструкций

$$R_0 = \frac{t_b - t_h}{q}.$$

При экспериментальном определении величин  $R_0$  и  $R_k$  конструкции с тепловой инерцией  $D$  более 1,5 и при явно выраженным нестационарном режиме теплопередачи необходимо учитывать изменения теплосодержания ограждения в период проведения обследования.

При достаточной продолжительности натурных наблюдений (в пределах до 14 дней) влияние изменения теплосодержания ограждения сводится к минимуму, поскольку в этом случае температурная кривая наружного воздуха, как правило, охватывает несколько волн. Однако в тех случаях, когда наблюдения над тепловыми потоками ведутся непродолжительное время (1-2 дня), необходимо учитывать изменение теплосодержания ограждения.

В летних условиях среднесуточная температура внутреннего и наружного воздуха отличается незначительно и величины сквозных тепловых потоков ничтожно малы.

Для количественной оценки теплопотерь и тепловых полей при неоднородности стеклового ограждения и примыкания светопрозрачных конструкций (окна, балконные двери и т.п.) очень важен выбор приборов, оптимально решающих задачу бесконтактной регистрации тепловых полей. Наиболее эффективно эту задачу позволяют решать тепловизоры, с помощью которых производится инструментальная съемка динамики теплопередачи ограждающих конструкций.

Тепловизионный контроль – это тепловизионная диагностика объектов в инфракрасной области спектра с длиной волны 8-14 мкм, построение температурной карты поверхности, наблюдение динамики тепловых процессов и расчет тепловых потоков.



Рис. 2.7. Тепловизионное обследование здания III группы капитальности

На рис. 2.7 приведен пример регистрации температурных полей фасада здания с помощью тепловизора. Для оценки температур различных участков используется цветовая шкала, с помощью которой возможно оценить температурные параметры отдельных участков и фасадной поверхности в целом.



Рис. 2.8. Современные тепловизоры: Тепловизор Testo 880 и Тепловизор ThermaCAM P65

Известно, что одними из основных факторов, определяемых при регистрации тепловых сетей и влияющих на погрешность оценки термического сопротивления и обнаружения дефектов строительных конструкций, являются пространственная разрешающая способность и температурная погрешность регистрации, а также и временной интервал проведения контроля.

С точки зрения получения реальной картины тепловых полей и источников теплопотерь целесообразно использовать приборы с более высокой разрешающей способностью.

Исследования и анализ аномальных температурных участков ограждающих конструкций показали, что пространственный шаг регистрации должен находиться в пределах 120 мм. С учетом изложенного следует применять приборы, обеспечивающие не только требуемую разрешающую способность, но и их быстродействие (см. табл. 2.4).

Тепловизионное обследование ограждающих конструкций зданий проводится по ГОСТ 26629-85 «Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций»

Таблица 2.4. Характеристики тепловизоров

	Наименование прибора (тип прибора, страна-производитель)	Пространственное разрешение (пиксели), М'N	Частота кадров, Гц	Время контроля поверхности 1000 м <sup>2</sup> (разрешение - 120 мм), с	Погрешность измерения температуры	Цена (базовый комплект), тыс. долл.
			Время регистрации одного измерения, с			
1	Thermascan PM 595 (тепловизор, США)	320'240	$\frac{60}{3}$			
2	TVS-100 (тепловизор, Япония)	320'240	$\frac{10}{3}$	3	$\pm 2\%$	35,0
3	Varioscan-3022 (тепловизор, Германия)	180'120	$\frac{0,8}{3}$	10	$\pm 2^{\circ}\text{C}$	50,0
4	ИРТИС (тепловизор, Россия)	220'175	$\frac{0,5}{4}$	20	$\pm 2\%$	19,0
5	Aurora (тепловизор-сканер, Россия)	110'60	$\frac{0,6}{4}$	100	$\pm 1^{\circ}\text{C}$	19,0

Для достоверной оценки теплотехнических характеристик необходимо учитывать их тепловое состояние с периодом 1-3 часа. Из этого критерия следует осуществлять выбор прибора, обеспечивающего получение реального состояния тепловых полей.

Так, время контроля поверхности стен с разрешением 120x120 мм составляет от 3 минут до одного часа с уровнем погрешности  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Использование экспериментальных участков с различными материалами позволяет оптимизировать технологию работ с позиций теплотехнической однородности.

Отклонение указанных параметров от нормативных значений приводит к разной потере эксплуатационных качеств, повышению расхода тепла на обогрев помещений, изменению микроклимата квартир и другим негативным моментам.

Так, постоянное увлажнение помещений и высокие теплопотери в результате продуваемости ограждения, оседание конденсата в точках росы - приводят к частому заболеванию жильцов. Эти же параметры существенно влияют и на долговечность конструкций.

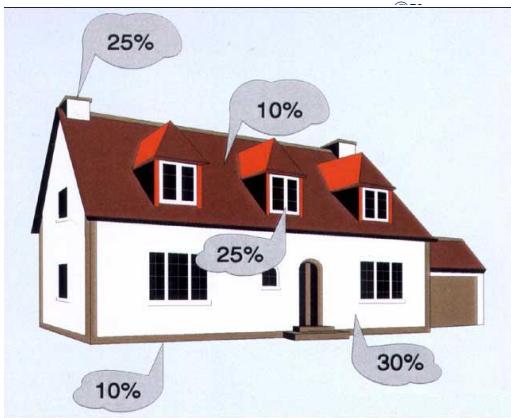


Рисунок 2.9. Теплопотери через различные части здания

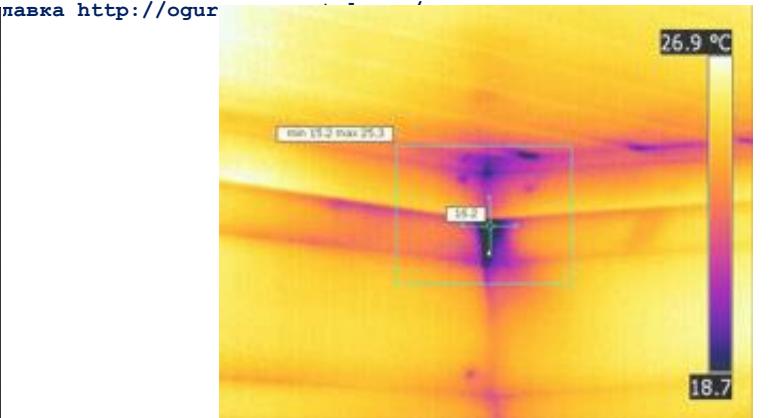


Рисунок 2.10. Плесень на стене, вызванная конденсацией влаги в месте плохой теплоизоляции

## 2.2. Определение общего физического износа жилья III группы капитальности

По ВСН 53-86(р) «Правила оценки физического износа жилых зданий», физический износ сооружения на момент его оценки выражается соотношением стоимости объективно необходимых ремонтных мероприятий, устраняющих повреждения конструкции, элемента, системы или здания в целом, и их восстановительной стоимости. Для планирования затрат на реконструкционные мероприятия и определения состава технического задания на реконструкцию, необходимо определить общий физический износ зданий.

С этой целью были обследованы типовые жилые дома трех микрорайонов массовой застройки жильем III группы капитальности в г. Ижевске: Культбаза, Соцгород, железнодорожный вокзал.



Дом по ул. Авангардная, 8а



Дом по ул. Гагарина, 26

Рис. 2.11. Двухэтажный одноподъездный с поперечными несущими стенами

Объем здания – 2611 м<sup>3</sup>; жилая площадь – 870,4 м<sup>2</sup>



Дом по ул. С.Ковалевской, 2

Рис. 2.12. Двухэтажный одноподъездный с поперечными несущими стенами

Объем здания - 1816 м<sup>3</sup>; жилая площадь – 605,4 м<sup>2</sup>;

Число квартир однокомнатных – 4; двухкомнатных - 4. Общее количество квартир – 8



Дом по ул. Циолковского, 15



Дом по ул. Циолковского, 20

Дом по ул. Гагарина, 30

Рис. 2.13. Двухэтажный двухподъездный с поперечными несущими стенами

Объем здания – 3402 м<sup>3</sup>; общая площадь – 1123,8 м<sup>2</sup>;

Число квартир двухкомнатных - 4; трехкомнатных - 8; общее количество квартир – 12

Нормативная долговечность обследуемых зданий составляет 100 лет. Здания имеют ленточные бутовые фундаменты на известковом растворе. Стены выполнены из облегченной кирпичной кладки колодцевой системы со шлаковой засыпкой. Перегородки приняты деревянными оштукатуренными, перекрытия - деревянные со шлаковой засыпкой, деревянными балками и накатом, лестница - деревянная, крыша - скатная деревянная с обрешеткой, кровля - асбестоцементные листы.

График жизни зданий третьей группы капитальности, построенных в 1954-1955 годах, можно представить в виде кривой, поделенной на три периода: период приработки здания; период нормальной эксплуатации; период интенсивного износа.

Период приработки длился 1,5 - 2 года. Далее здание вошло в период нормальной эксплуатации, в течение которого должны были производиться регулярные капитальные (каждые 25 лет) и текущие (каждые 5 лет) ремонты. При необходимости в период нормальной эксплуатации могли выполняться реконструкционные мероприятия (рис. 2.14).

К моменту обследования во всех зданиях должно было дважды полностью обновлено кровельное покрытие, заменены деревянные оконные и дверные заполнения, деревянные полы, деревянные лестницы должны были быть усилены несгораемыми материалами. Дважды должны были пройти капитальный ремонт все инженерные сети сооружения, должна была быть выполнена полная санация фасада.

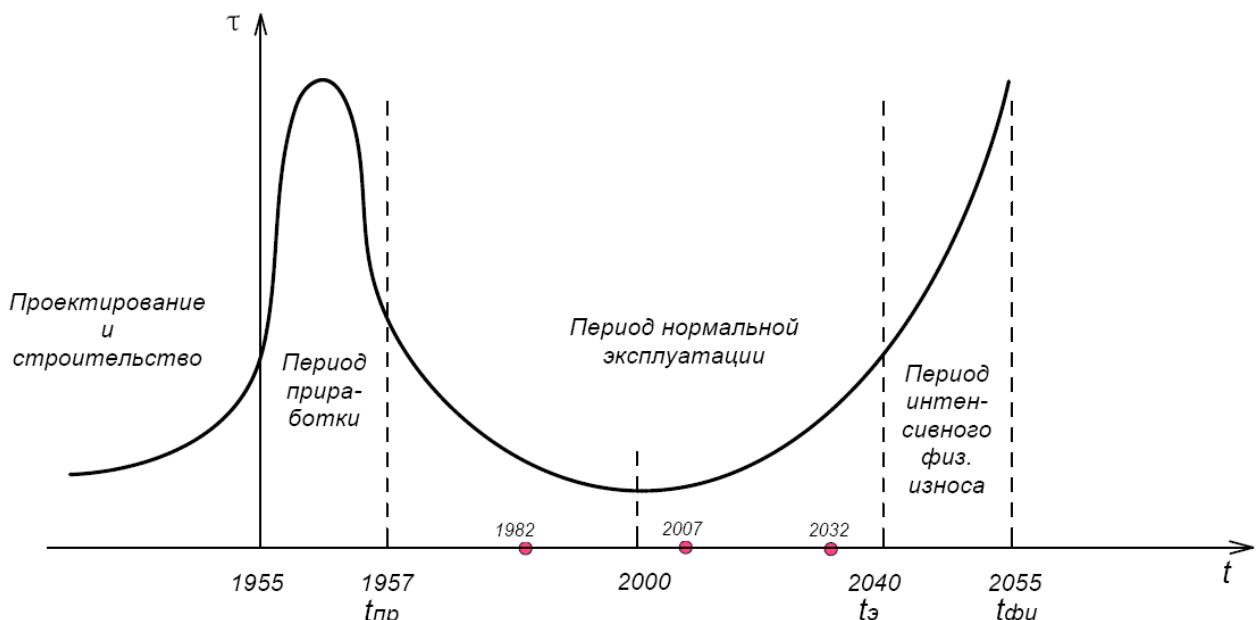


Рисунок 2.14. График жизни зданий третьей группы капитальности:  - капитальные ремонты

Период интенсивного физического износа здания, который длится последние 15 – 20 лет жизни сооружения, - наступит в 2035-2040 гг. Только с этого момента ветхое состояние здания является следствием его естественного старения. В период здания поддерживаются в эксплуатационном состоянии, готовятся демонтажу и утилизации.

Как мы видим по графику жизни, все обследуемые сооружения находятся в периоде нормальной эксплуатации. Однако по их внешнему виду можно сказать, что к зданиям относятся так, будто они уже вошли в период интенсивного физического износа. При любой аварии или обрушении в сооружениях этого типа их поспешно объявляют «ветхими строениями».

В зданиях был не в полном объеме выполнен капитальный ремонт, намеченный на первую половину 80-х годов прошлого столетия. Однако тогда были полностью сменены инженерные сети, был произведен ремонт крыш. Далее все ремонтно-восстановительные мероприятия были сведены к косметическим ремонтам подъездов и точечным ремонтам штукатурки фасадов. Ремонтные мероприятия имели перерыв более 15-ти лет, что недопустимо для жилья традиционного типа. Кроме того, эти сооружения имеют достаточно большой объем сменяемых в ходе эксплуатации элементов, а часть несущих конструкций нуждается в постоянных обследованиях.

Таблица 2.5. Минимальный срок эксплуатации основных элементов здания

Основные элементы здания	Минимальный срок эксплуатации, лет
Фундамент ленточный бутовый на известковом растворе	50
Стены каменные облегченной кладки	40
Перекрытия деревянные по деревянным балкам оштукатуренные	60
Лестница деревянная	20
Полы:	
• дощатые	30
• линолеумные	20
• паркетные щиты	20
Крыша деревянная стропильная с обрешеткой	50
Кровля из асбестоцементных листов	30

Тем не менее, уже упоминавшийся на рис. 2.3 монолитный жилой дом по ул. Софии Ковалевской в г. Ижевске относится к каркасно-щитовой системе, т.е. к V группе капитальности с нормативной долговечностью 30 лет. Он тоже имеет ограждение из кирпичной облегченной кладки, но намного менее надежного типа, чем колодцевая кладка низкоплотной соседствующей застройки III группы капитальности. Интересно, что при восстановлении системы ремонтов жилья III группы капитальности, проведении реконструкционных мероприятий, учитывающих длительный «недоремонт» этих сооружений, - период интенсивного физического износа они вступят намного позднее «точечной застройки», которая сегодня вытесняет их с рынка недвижимости.



Рис. 2.15. Монолитный жилой дом по ул. Софии Ковалевской в г. Ижевске (слева) сданный в эксплуатацию в 2011 году, вступит в период интенсивного физического износа в 2021 году. К концу периода нормальной эксплуатации его ограждение будет осыпаться таким же образом, как это можно наблюдать на московских высотках (справа), возведенных в середине «нулевых» годов.

Сооружение имеет многослойные конструкции: наружные стены, перекрытия, перегородки. По ВСН 53-86(р) «Правила оценки физического износа жилых зданий», определяем физический износ конструкции, элемента или системы, имеющих различную степень износа отдельных участков.

**Фундаменты.** По всему периметру зданий наблюдаются мелкие трещины в цоколе и под окнами первого этажа шириной до 2 мм, есть и отдельные глубокие трещины шириной 4 - 5 мм, повсеместно видны следы сильного увлажнения цоколя и стен, что свидетельствует об износе фундамента порядка 30% в районах Культбаза и Железнодорожный вокзал. В районе Соцгород также было выявлено разрушение отмостки и цокольной части сооружений которое увеличивает физический износ фундаментов в целом до 50%.



Рис. 2. 16. Обследование цоколя и отмостки с целью определения физического износа фундаментов

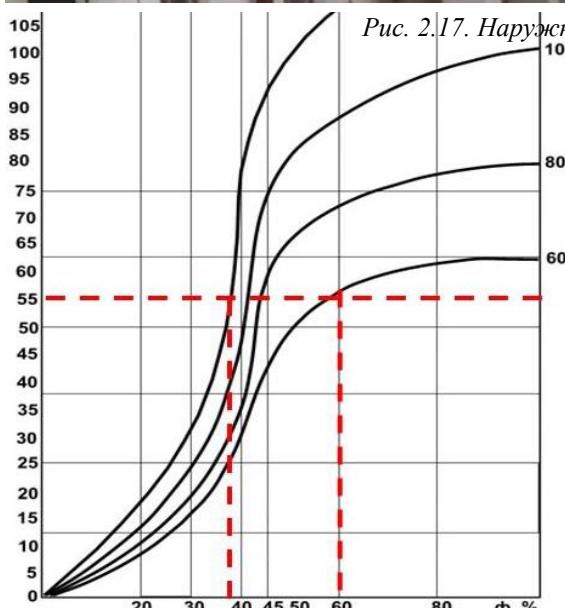
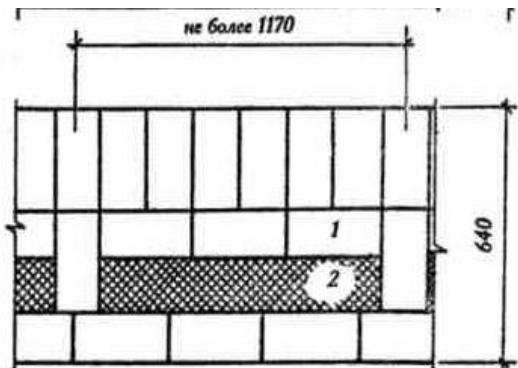
Оценка физического износа бутовых фундаментов выполняется с учетом удельного веса участков, имеющих различное техническое состояние.

#### Таблица 2.6. Оценка физического износа фундаментов

Наименование	Удельный вес участка	Физический	Определение	Доля физического
--------------	----------------------	------------	-------------	------------------

участков	к общему объему элемента, % $(P_i/P_k) * 100$	износ участков элементов, % • $\Phi_i$	средневзвешенного значения физического износа участка, %	износа участка в общем физическом износе элемента, %
<b>Фундаменты</b>				
1. Культбаза	70	30	$(70/100) \times 30$	21
2. Железнодорожный вокзал				
3. Соцгород	30	50	$(30/100) \times 50$	15
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>			<b><math>\Phi_k = 36</math></b>

**Наружные стены из облегченной кладки.** Как показали вскрытия и простукивание колодцевой кладки, наружные стены выполнялись толщиной 640 мм: 2 кирпича снаружи, полость 270 мм с выветрившимися остатками шлаковой засыпки и внутренний кирпич.



В кладке наружных стен было обнаружено выветривание швов, выпадение отдельных кирпичей, а местами и частичное её разрушение. В верхней части здания присутствуют трещины глубиной до 120 мм. Во всех обследуемых районах наблюдается отслоение и отпадение штукатурки стен, карнизов и перемычек, выветривание швов, ослабление кирпичной кладки, выпадение отдельных кирпичей, трещины

в карнизах и перемычках, увлажнение поверхности стен.

В районе Культбаза отмечено массовое отпадение штукатурки, выветривание швов, ослабление кирпичной кладки стен, карниза, перемычек с выпадением отдельных кирпичей, высоловы и следы увлажнения.

Рис. 2.18. Определение износа слоистой конструкции

На поверхности стен видны следы сильного увлажнения и массовое отпадение штукатурки площадью до 20%. Сквозные трещины в перемычках и под оконными проемами, выпадение кирпичей, незначительное отклонение от вертикали и выпучивание стен.

В районе Соцгород выявлены массовые прогрессирующие сквозные трещины, ослабление и частичное разрушение кладки, заметное искривление стен – в связи с прогрессирующими просадочными явлениями в основаниях из-за нерешенных проблем с водоотводом поверхностных стоков.

По п. 1.6. ВСН 53-86(р) оценку физического износа слоистых конструкций наружного ограждения производим по сроку службы конструкции, поскольку она дает большее значение, выявляя все внутренние пороки конструкции. Средний срок службы обследуемых зданий на момент осмотра – 55 лет.

По рис. 1 ВСН 53-86(р) (см. рис. 2.18) находим физический износ слоев ограждения: кирпича (нормативная долговечность 125 лет) и шлаковой засыпки (нормативная долговечность 60 лет). По полученным данным (кирпич – 38%, засыпка – 60%) оцениваем физический износ стен с учетом удельного веса участков, имеющих различное техническое состояние.

**Таблица 2.7. Оценка физического износа наружного ограждения**

Наименование участков	Удельный вес участка к общему объему элемента, % $(P_i/P_k) * 100$	Физический износ участков элементов, % • $\Phi_i$	Определение средневзвешенного значения физического износа участка, %	Доля физического износа участка в общем физическом износе элемента, %
<b>Наружные облегченные стены</b>				
1. Кирпич 370 мм	58	38	$(58/100) * 38$	22
2. Шлаковая засыпка 270 мм	42	60	$(42/100) * 60$	25
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>			<b><math>\Phi_k = 47</math></b>

Признаки физического износа **перегородок** сопоставлялись с данными табл. 22 ВСН 53-86(р). В ходе осмотров были отмечены зыбкость, отклонение от вертикали, щели и зазоры в местах сопряжения со смежными конструкциями, увлажнение древесины перегородок, поражение гнилью. В микрорайоне Культбаза выявлено выпучивание перегородок в вертикальной плоскости, значительное повреждение гнилью, жучком, перекосы и выпучивания, сквозные трещины.



Рис. 2.19. Усадочные трещины, отпадение и отслоение штукатурки, глухой стук при простукивании. Следы протечек на потолке, перенасыщение засыпки влагой, отдельные участки которой слежались, обмазка местами разрушилась – признаки износа по табл. 27 ВСН 53-86(р)

При осмотре **деревянных перекрытий** при визуальном осмотре были выявлены следы протечек на потолке, перенасыщение засыпки влагой, загнивание опорных частей балок, частичное отслоение штукатурки потолка.

В ходе обследования **выступающих элементов фасада** были обнаружены протечки и разрушение защитного слоя, обнажение и коррозия арматуры, следы увлажнения на нижней плоскости балконных плит и на участках стены, примыкающих к балкону (козырьку). Цементный пол и гидроизоляция местами повреждены, на нижней поверхности ржавые пятна, следы протечек, трещины до 2 мм, повреждения на площади до 50%. Протечки, разрушение защитного слоя, обнажение арматуры, коррозия металлических несущих конструкций (консолей, кронштейнов, подвесок). Прогибы плит более 1/100, разрушение ограждений и трещины шириной более 2 мм по табл. 37 ВСН 53-86(р) свидетельствуют, что в сооружениях требуется провести демонтаж конструкций балконов, заменить козырьки.



Рис. 2.20. Обследование балконов

При обследовании **крыши** было отмечено поражение гнилью древесины мауэрлата, стропил, ослабление врубок и соединений обрешетки; наличие дополнительных временных креплений стропильных ног; увлажнение древесины. Встречаются недопустимые прогибы стропильных ног и локальное поражение гнилью и жучком древесины деталей крыши. По табл. 38 ВСН 53-86(р) это свидетельствует о необходимости полной замене деревянной конструкции крыши.



Рис. 2.21. Обследование деревянных крыши: наслонные стропила, прогоны

Деревянные лестничные марши обследуемых домов также имеют значительный износ. Видны трещины вдоль волокон на досках лестничной площадки, перила расшатаны, ступени стерты. В связи с этим эксплуатация данной конструкции в таком состоянии нежелательна. Износ составляет 35 - 55% в зависимости от района расположения здания. Значительные колебания износа являются показателем недобросовестной работы жилищно-коммунальных организаций, поскольку состояние лестниц в жилом сооружении всегда дает лучшую оценку уровню технической эксплуатации.



Рис. 2.22. Деревянные лестницы

Оконные деревянные блоки рассохлись и покоробились, имеют щели в притворах. Местами отсутствует остекление, на рамках снаружи заметны темные пятна гнили. В ходе пропущенных капитальных ремонтов оконные заполнения должны были сменить дважды. В настоящий момент их физический износ приближается к 60%.

Двери также находятся в неудовлетворительном состоянии: дверные полотна имеют плохой притвор по периметру коробки, наличники повреждены перекошены.



Полы имеют различный физический износ на ходовой части общих путей эвакуации, в коридорах (часть квартир до сих пор заселено по коммунальному принципу), в санузлах, кухнях и спальнях. Поэтому физический износ полов оценивался с учетом удельного веса участков, имеющих различное техническое состояние.

Таблица 2.8. Оценка физического износа полов

Наименование участков	Удельный вес участка к общему объему элемента, % ( $Pi/Pk$ )*100	Физический износ участков элементов, % • $\Phi_i$	Определение средневзвешенного значения физического износа участка, %	Доля физического износа участка в общем физическом износе элемента, %
<b>Соцгород</b>				
В спальнях	35	30	$(35/100) \times 30$	10.5

В общих комнатах и санузлах	15	50	(15/100)x50	7.5
В коридорах	30	40	(30/100)x40	12
На лестничных клетках	20	60	(20/100)x60	12
<b>ИТОГО:</b>	<b>100</b>			<b>42</b>
<b>Культбаза</b>				
В спальнях	35	24	(35/100)x24	8.4
В общих комнатах и санузлах	15	55	(15/100)x55	8.3
В коридорах	30	45	(30/100)x45	13.5
На лестничных клетках	20	60	(20/100)x60	12
<b>ИТОГО:</b>	<b>100</b>			<b>42.2</b>
<b>Железнодорожный вокзал</b>				
В спальнях	35	40	(35/100)x40	14
В общих комнатах и санузлах	15	50	(15/100)x50	7.5
В коридорах	30	50	(30/100)x50	15
На лестничных клетках	20	60	(20/100)x60	12
<b>ИТОГО:</b>	<b>100</b>			<b>48.5</b>



Аналогичным образом определялся физический износ отделочных покрытий. В практике обследования нередко игнорируются отделочные покрытия и износ санитарно-технических приборов, поскольку износ этих элементов не представляет явной угрозы жизни людей. Однако следует отметить, что невыполнение обязательных косметических ремонтов наносит огромный вред здоровью людей, поскольку в жилье важно, каким воздухом человек дышит, а это во многом решают отделочные

покрытия, не затронутые плесенью, гниением и разложением. Некачественное и несвоевременное проведение косметических ремонтов приводит к появлению грибка, плесени и домовых клещей. В 1  $\text{мм}^3$  воздуха жилого помещения может содержаться до 5 миллионов спор, а количество их, выделяемое за вегетационный период одним плодовым пятном плесени величиной 15x20 см, исчисляется миллиардами. В помещениях, где развились домовые грибы, в 1  $\text{м}^3$  воздуха содержатся сотни тысяч спор. Они переносятся потоками воздуха, насекомыми, грызунами, на обуви и одежде людей, а также на инструментах и т. д. Споры могут сохранять жизнеспособность в течение 3—10 лет.

Кроме того, на восстановление отделки при ремонтах расходуется значительные средства. Не стоит забывать, что физический износ — это, прежде всего, деньги, необходимые на устранение его признаков.

Общий физический износ зданий в целом составил 46% в районе Культбаза, 50% - в районе Соцгород, 47% - в районе железнодорожного вокзала. Результаты обследования приведены в таблицах 2.9, 2.10 и 2.11.

**Таблица 2.9. Общий физический износ жилых домов III группы капитальности в районе Культбаза**

Наименование элемента здания	Удельные веса укрупнительных конструктивных элементов по сб.28, %	Удельные веса каждого элемента по таблице прил.2 ВСН 53-86р, %	Расчетный удельный вес элемента, $l_i \cdot 100$ , %	Физический износ элементов здания, %	
				По результатам оценки $\Phi_K$	Средневзвешенное значение физического износа
Фундаменты	7	-	7,0	36	2,52
Стены	24	80	19,2	47	9,02
Перегородки	24	20	4,8	80	3,84
Перекрытия	7	-	7,0	41	3,85
Крыша	4	40	1,6	40	0,64
Кровля	4	60	2,4	60	1,44
Полы	10	-	10,0	42	4,2
Окна	9	56	5,04	60	3,02
Двери	9	44	3,96	60	2,37
Отделочные покрытия	17	-	17,0	75	12,75
Лестницы	8	33	2,64	35	0,92
Балконы	8	25	2,0	56	1,12
Остальное	8	42	3,36	-	-

$$\sum \Phi = 45,69\% \approx 46\%$$

**Таблица 2.10. Общий физический износ жилых домов III группы капитальности в районе Соцгород**

Наименование элемента здания	Удельные веса укрупнительных конструктивных элементов по сб.28, %	Удельные веса каждого элемента по таблице прил.2 ВСН 53-86р, %	Расчетный удельный вес элемента, $l_i \cdot 100$ , %	Физический износ элементов здания, %	
				По результатам оценки $\Phi_K$	Средневзвешенное значение физического износа
Фундаменты	7	-	7,0	36	2,5
Стены	24	80	19,2	47	9,02
Перегородки	24	20	4,8	80	3,84
Перекрытия	7	-	7,0	40	2,8
Крыша	4	40	1,6	60	0,96

Кровля	4	60	2,4	60	1,44
Полы	10	-	10,0	42	4,2
Окна	9	56	5,04	60	3,02
Двери	9	44	3,96	60	2,37
Отделочные покрытия	17	-	17,0	70	11,9
Лестницы	8	33	2,64	40	1,05
Балконы	8	25	2,0	80	1,6
Остальное	8	42	3,36	-	-

$$\sum \Phi = 44,7 \approx 50\%$$

**Таблица 2.11. Общий физический износ жилых домов III группы капитальности в районе Железнодорожный вокзал**

Наименование элемента здания	Удельные веса укрупнительных конструктивных элементов по сб.28, %	Удельные веса каждого элемента по таблице прил.2 ВСН 53-86р, %	Расчетный удельный вес элемента, $l_i \cdot 100$ , %	Физический износ элементов здания, %	
				По результатам оценки $\Phi_K$	Средневзвешенное значение физического износа
Фундаменты	7	-	7,0	36	2,5
Стены	24	80	19,2	47	9,02
Перегородки	24	20	4,8	80	3,84
Перекрытия	7	-	7,0	40	2,8
Крыша	4	40	1,6	60	0,96
Кровля	4	60	2,4	60	1,44
Полы	10	-	10,0	50	5,0
Окна	9	56	5,04	60	3,02
Двери	9	44	3,96	60	2,37
Отделочные покрытия	17	-	17,0	80	13,6
Лестницы	8	33	3,3	55	1,8
Балконы	8	25	-	-	-
Остальное	8	42	-	-	-



два раза дешевле возведения аналогичного объема новых площадей.

- **2.3. Определение характеристик материалов деревянных конструкций**



косослой к др.), способность к увлажнению (набухаемость и гниение), подверженность разрушению грибами и жучками-древоточцами, а также поддерживание горения в период пожара – предъявляют особые требования к деревянным конструкциям при обследовании. Основные требования, предъявляемые к древесине и деревянным конструкциям, регламентируются ГОСТами 8486-86\*Е, 2695-83\*, 9462-88\*, 9363-88\*, а также СНиП II-25-80 и СНиП 2.01.08-85.



Визуальное обследование жилья III группы капитальности не превышает 50%, поэтому здания можно подвергнуть значительной реконструкции. При планировании реконструкционных мероприятий следует детально обследовать несущие деревянные конструкции перекрытий и крыш, облегченную кладку ограждения, основания и фундаменты. По результатам первичного осмотра можно констатировать, что восстановление жилого фонда в сооружениях этого типа обойдется в

При обследовании жилья III группы капитальности особое внимание следует уделить деревянным конструкциям. Кроме традиционного заполнения дверных и оконных проемов, деревянных конструкций скатного покрытия и перекрытий, - пути эвакуации в этих домах так же выполнялись деревянными (см. рис. 2.24).

С древности древесина является эффективным строительным материалом, устраняющим все мостики холода, создающим в помещении особый микроклимат, лучше всего соответствующий физиологии человека. Однако неоднородность строения и пороки (сучки,



При обследованиях деревянных конструкций жилья III группы капитальности практически не приходится сталкиваться с kleenными деревянными конструкциями, здесь, в основном, применялись дощатые и брускатые нагельные конструкции.

Основными признаками, характеризующими техническое состояние деревянных конструкций при визуальном обследовании являются прогибы и деформации, которые не должны превышать значений, приведенных в табл. 2.12.

Кроме деформаций, отчет о визуальном обследовании деревянных конструкций должен содержать заключение об эффективности мероприятий:

- по защите от непосредственного увлажнения атмосферными осадками, грунтовыми и талыми водами, производственными водами и др.;
- по предохранению древесины конструкций от промерзания, капиллярного и конденсационного увлажнения и по созданию осушающего температурно-влажностного режима окружающей воздушной среды (наличия естественной и принудительной вентиляции помещения, устройство продухов, аэраторов и др.);
- по противопожарной защите.

**Таблица 2.12. Предельные прогибы элементов деревянных конструкций зданий и сооружений**

№ пп.	Элементы конструкций	Предельные прогибы волях пролета, не более
1.	Балки междуэтажных перекрытий	1/250
2.	Балки чердачных перекрытий	1/200
3.	Покрытия (кроме ендов): а) прогоны, стропильные ноги б) балки консольные в) фермы, kleеные балки (кроме консольных) г) плиты д) обрешетки, настилы	1/200 1/150 1/300 1/250 1/150
4.	Несущие элементы ендов	1/400
5.	Панели и элементы фахверка	1/250

**Примечания:**

1. При наличии штукатурки прогиб элементов перекрытий только от длительной временной нагрузки не должен превышать 1/350 пролета.
2. При наличии строительного подъема предельный прогиб kleеных балок допускается до 1/200 пролета

Жилье III группы капитальности возводилось в период, когда качественный строевой лес являлся нормой, а не исключением. При современных способах защиты древесины несущие конструкции перекрытий и покрытий при реконструкции могут получить вторую жизнь, кроме конструкций путей эвакуации, оконных и дверных заполнений. Реконструкция жилых домов традиционной типологии - менее выгодна, чем жилья индустриального типа. Но для того, чтобы она не превратилась в «пир во время чумы», необходимо, прежде всего, сохранить несущие конструкции перекрытий.

При реконструкции в европейских странах стараются сохранить даже оконные рамы, используя так называемые «окна для реконструкции». Снаружи оконный проем на весь период перепланировки внутренней части закрывают снаружи глухим стеклопакетом, чтобы рама высохла до оптимальной влажности. Затем ее подвергают различным пропиткам.

Окна следует осматривать снаружи. Темные пятна на рамках означают поражения гнилью.

Наличие деформаций, спертый воздух в помещениях, фиксирование протечек, пятна конденсата в верхних углах, вздутие слоя масляной краски – свидетельствует о необходимости

детального обследования несущих деревянных конструкций. С этой целью производится ряд вскрытий.

Влажностное состояние элементов деревянных конструкций определяют путем отбора образцов с размером 15x15x5 мм и лабораторных испытаний. При этом температура сушки в сушильных шкафах должна быть не более 60°C. Влажность древесины определяют по ГОСТ 16483.7 и ГОСТ 16588. Температуру и влажность в вентилируемых полостях перекрытий, чердачных и подвальных помещений определяют термометрами и психрометрами, а воздухообмен - с помощью анемометров. Плотность древесины определяют по ГОСТ 16483.1.

Оценка степени коррозии металлических накладок, скоб хомутов и др., производится при значительном повреждении указанных металлических элементов коррозией. Прочность соединений оценивается с учетом повреждений элементов коррозией.

Прочностные характеристики древесины можно установить путем лабораторных испытаний вырезанных из конструкций образцов или по виду материала (сосна, ель, лиственница, пихта и др.), пользуясь их нормативными характеристиками по СНиП II-20-80, а также ультразвуковым прибором.

При лабораторных испытаниях физико-технические характеристики древесины следует определять, руководствуясь указаниями ГОСТов 16483.0-89, 16483.3-84, 16483.5-7\*.

Узлы деревянных конструкций должны быть изолированы через гидроизоляционные прокладки; деревянных подкладок (подушек), на которых устанавливаются опорные части несущих конструкций. Подкладки должны быть из антисептированной древесины преимущественно лиственных пород, они должны быть изолированы от древесины гидроизоляционным слоем.

При осмотре деревянных перекрытий первоначально оценивается общее состояние их элементов (балок и настила), а затем - состояние полов. Те из элементов, где обнаружены большие прогибы, трещины или следы коррозии материала, подвергаются более детальному обследованию. Одновременно уточняется длина площадки опирания элементов на поддерживающую конструкцию (пилястры, стены, ригели) и корректируется расчётная схема.

Проверку состояния деревянных конструкций (полов, перегородок, подшивки потолков, опор балок и ферм) производят путем выборочных вскрытий.

В междуэтажных перекрытиях вскрытие осуществляют на участках между балками на площади не менее 0,5 м<sup>2</sup>. На накатах убирают засыпку, а с поверхности перегородок и потолков - штукатурку на участках 30x30 см. Вскрытие целесообразно производить также и в местах прохождения водопроводных и канализационных труб. В местах перекрытий, где были обнаружены протечки с выпадением штукатурки, необходимо провести отдельные вскрытия (см. рис. 2.25).



Рис. 2.25. Разрушение штукатурки потолка второго этажа из-за протечек крыши. В этом месте должны быть проведены дополнительные вскрытия.

Результаты обследований и определений фактических характеристик деревянных конструкций и их элементов сопоставляются с требованиями СНиП II-25-80, СНиП 2.03.11-85 и других нормативных документов.

Фактическая влажность материалов стеновых конструкций сопоставляется с данными табл. 2.13 и при их превышении разрабатываются рекомендации по снижению эксплуатационной влажности конструкций.

На основании результатов обследований производятся поверочные расчеты несущих конструкций по двум предельным состояниям и разрабатываются рекомендации по дальнейшей их эксплуатации и восстановлению их несущей способности и эксплуатационной надежности.

**Таблица 2.13. Допустимые значения влажности материалов деревянных стен**

Наименование материала	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Допустимая влажность, %	
		к началу зимнего периода	к концу зимнего периода
Дуб	700	24	30
Сосна	600	20	25
Береза	500	18	22
Осина	400	16	20

Предел прочности древесины при сжатии вдоль волокон определяют по ГОСТ 16483.10, а при сжатии поперек волокон - по ГОСТ 16483.11. Предел прочности древесины при статическом изгибе определяют по ГОСТ 16483.3, а модуль упругости при статическом изгибе - по ГОСТ 16483.9. Предел прочности древесины при местном смятии поперек волокон определяют по ГОСТ 16483.2. Предел прочности древесины при скальвании вдоль волокон определяют по ГОСТ 16483.5, а при скальвании поперек волокон - по ГОСТ 16483.12.

В связи с отсутствием данных об изменении прочности древесины во времени расчетные сопротивления древесины конструкции в целом или ее частей, не пораженных гнилью, принимают по СНиП II-25 как для новой древесины. При поверхностном разрушении древесины гнилью размеры сечения деревянных элементов уменьшают на толщину слоя, пораженного гнилью, а кроме того, если среда влажная и древесина поражена мицелием, то при расчете следует ввести коэффициент 0,8.

По СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» (приняты постановлением Госстроя РФ от 21 августа 2003 г. N 153) для взятия проб из конструкций деревянных перекрытий необходимо производить их вскрытие. Число мест вскрытий перекрытия по деревянным балкам должно составлять не менее трех при обследуемой площади до 100 м<sup>2</sup> и не менее 5 при большей площади.



Рис. 2. 26. Вид деревянных перекрытий, вскрытых снизу

Вскрываться должны полы (чистые и черные), стяжки, подготовка под полы, гидроизоляция, утеплитель или звукоизоляционная засыпка, подшивка, штукатурка.

Для определения физико-механических характеристик древесины и микроанализа из ненагруженных или слабонагруженных частей деревянных конструкций, имеющих повреждения и дефекты в не предусмотренных табл. 1 СНиП II-25 условиях, высверливают керны или выпиливают бруски длиной 150-350 мм. Выпиленные бруски маркируются, помещаются в полиэтиленовые пакеты и отправляются для лабораторных исследований, а места отбора брусков фиксируются на схемах конструкций, которые прикладываются к актам с результатами испытаний образцов древесины.

Из брусков выпиливают образцы, размеры которых устанавливают соответствующим ГОСТом для каждого вида испытаний. Элементы деревянных конструкций, из которых выпилены бруски древесины, подлежат восстановлению или усилению.

При выборе образцов особое внимание следует обращать на опорные и стыковочные узлы деревянных конструкций по всей их длине, а также на места болтовых, нагельных и гвоздевых соединений и на места контакта древесины с металлом, бетоном и кирпичной кладкой.



Рис. 2. 27. Состояние заполнений оконных проемов и слуховых окон

При осмотре **покрытия** основное внимание обращается на состояние несущих конструкций: стропильных ферм, балок и плит настила. Кроме того, обследуются кровля и утеплитель. Обнаруженные следы протечек кровли, зоны переувлажнения утеплителя и разрыва водоизоляционного ковра заносятся на карту дефектов кровли.

В качестве утеплителя жилье III группы капитальности преимущественно применялись

различные шлаки, которые подвергались значительному выветриванию и переувлажнению. Он создает значительные проблемы для санитарно-гигиенической обстановке помещений, поэтому должен быть убран при капитальных ремонтах и реконструкционных мероприятиях – с заменой плитным утеплителем, обладающим низкой гигроскопичностью. При поверочных расчетах не учитывается возрастание нагрузки от водонасыщенного утеплителя, а снижение его теплозащитных свойств – в теплотехническом расчёте. Расчеты делаются сразу с учетом усиления конструкций и заменой сыпучих утеплителей – современными плитами.



Рис. 2. 28. Частичное разрушение дощатой подшивки, обрушение потолка



Рис. 2. 29. Коррозия металлической кровли, свищи, пробоины, нарушение и частичное отсутствие креплений листов.

**Стропильные системы** в жилье III группы капитальности использовались преимущественно *наслонные*, реже встречаются *висячие* – в пристроенных флигелях.

Тщательному обследованию при отборе образцов следует подвергать стропила в местах протечек кровли, в зонах, примыкающих к слуховым окнам. Должны быть отмечены естественные и искусственные пороки древесины, механические повреждения, увлажнение, биопоражение древесины и др.

В *висячих стропильных системах* должны подробно обследоваться стыки нижнего и верхнего поясов по их длине, а также сопряжения поясов друг с другом, со стойками и раскосами, должна проверяться вертикальность плоскости висячих стропил. Из дефектных мест отбираются образцы для испытаний.

При обследовании *наслонных стропил* в обязательном порядке должны определяться прогибы (провисания) поясов, затяжек и собственно стропил. Особенно тщательно должны обследоваться узлы опирания наслонных стропил на стены и оцениваться состояние опорных узлов с точки зрения поражения их гнилью. В этих местах, при необходимости, отбирают древесину для испытаний.





Рис. 2.31. Разрушение гнилью опорной части стропильной ноги и мауэрлата



Рис. 2.32. Отсутствие подкоса нарожника

При детальном осмотре необходимо выявить все пороки древесины. Согласно ГОСТ 2140-81 "Пороки древесины" выделяются 9 групп пороков:

- сучки;
- трещины;
- пороки формы ствола;
- пороки строения древесины;
- химические окраски;
- грибные поражения;
- биологические повреждения;
- инородные включения, механические повреждения и пороки обработки;
- покоробленности.

Таблица 2.14. Пороки древесины



**Сучки** бывают двух видов - открытый сучок и заросший сучок. Открытый сучок имеет несколько разновидностей - по форме разреза на поверхности сортимента (круглый, овальный, продолговатый); по расположению в сортименте (пластовой, кромочный, ребровый, торцовый, сшивной); по взаимному расположению (разбросанные, групповые, разветвленные); по степени срастания (сросшийся, частично сросшийся, несросшийся, выпадающий); по состоянию древесины (здоровый, здоровый светлый, здоровый темный, здоровый с трещинами, загнивший, гнилой, табачный); по выходу на поверхность (односторонний, сквозной). Заросший



сучок выявляется только в круглых лесоматериалах и разновидностей не имеет.

Сучки - основной сортобразующий порок, поскольку при использовании древесины они оказывают отрицательное влияние. Они нарушают однородность строения и вызывают искривление волокон и годичных слоев, что снижает механические свойства древесины. Древесина здоровых сучков имеет повышенную твердость по сравнению с твердостью окружающей древесины, поэтому сучки затрудняют обработку ее режущими инструментами. Табачные сучки в круглых сортиментах сопровождаются внутренней гнилью.

**Трешины.** Делятся на разновидности по типам - метиковая (простая и сложная), отлупная, морозная, трещина усушки; по положению в сортименте - боковая, пластовая, кромочная, торцевая; по глубине - несквозная (неглубокая и глубокая), сквозная; по ширине - сомкнутая, разошедшаяся. Трешины появляются в древесине по мере ее роста. На их образование влияют природные факторы и внутренние напряжения, возникшие в стволе. Различают морозные, отлупные и метиковые трещины.

Морозные трещины появляются в результате расширения внутренней влаги при сильных морозах. В результате возникают сквозные трещины, направленные радиально. Внутренние напряжения, возникающие в стволе, приводят к появлению отлупных (отслоение друг от друга годичных слоев) и метиковых (идущих вдоль ствола от комеля к вершине) трещин. Помимо этого при сушке древесины могут появиться трещины, являющиеся результатом усушки.

Химические окраски, пороки формы ствола и строения древесины – более актуальны для деревообрабатывающего производства, в эксплуатируемых объектах наибольшие проблемы составляют биологические повреждения древесины.

К **биологическим повреждениям** древесины относится гниение, т.е. разложение древесины в результате воздействия различных грибов и разрушение ее *древоточцами* – насекомыми и моллюсками.

**Таблица 2.15. Основные грибы, поражающие деревянные конструкции**

#### Настоящий домовой гриб



#### Белый домовой гриб

Настоящий домовой гриб является сильнейшим разрушителем древесины. Встречается в стенах, в полах, перегородках, редко – на чердаках. При благоприятных условиях гриб за 6-10 месяцев может разрушить крупные элементы и целые конструкции.

Древесина, сгнившая от настоящего домового гриба, имеет бурый цвет, крупные продольные трещины.

Белый домовой гриб («белый пожар») поражает древесину в подвалах, погребах,



Пленчатый домовой гриб



Пластинчатый гриб



Столбовой гриб



Шпальний гриб



Дереворазрушающие грибы — это растения, которые не могут самостоятельно синтезировать для своего развития питательные вещества и избирают в качестве их источника

иногда в междуэтажных перекрытиях.

Сначала на дереве замечаются лишь маленькие белые точки, постепенно сливающиеся в слизистые пятна или нежно-шерстистые налёты; потом образуется серебристое, похожее на паутину, сплетение. Оно все более и более разрастается и расстилается по поверхности дерева, становится более толстым, листоватым и приобретает пепельно-серый цвет и шелковистый блеск.

Пленчатый домовой гриб может очень быстро, в течение нескольких месяцев распространяться внутри деревянных перекрытий, сильно разрушая древесину, вызывая неожиданные обвалы. Встречается в санузлах и на чердаках. С увеличением влаги агрессивность гриба нарастает.

Пластинчатый (шахтный) гриб поражает древесину на контакте с грунтом: столбы, стойки, лаги, утопленные в грунт.

Столбовой гриб заражает древесину через трещины усушки, образуя внутреннюю гниль. Древесина вначале становится красноватой, затем коричневатой, причем осенняя часть годичных слоев становится значительно темнее весенней, древесина легко расщепляется по годичным слоям. Гниль от столбового гриба возникает отдельным слоями, а затем сливается. Для этого типа поражения также характерно появление глубоких продольных и поперечных трещин

Шпальний гриб встречается совместно со столбовым грибом в открытых сооружениях, на лесозаготовительных складах, поражает шпалы, деревянные корпуса морских судов. Поражает стропила при неисправной, постоянно протекающей кровле.

растущую или срубленную древесину. Грибы, избирающие в качестве источника питания растущие деревья, называют *грибами-паразитами*. Грибы, развивающиеся на срубленной древесине, относят к *грибам-сапрофитам*. В эту группу входят домовые грибы, разрушающие деревянные элементы и конструкции в зданиях и сооружениях. Среди домовых грибов наиболее распространены гриб *настоящий, плечатый, шпальний, белый*.

Домовые грибы разрушают в древесине целлюлозу, вызывая деструктивную гниль. Некоторые грибы разрушают лигнин и целлюлозу, вызывая смешанную гниль и потерю механической прочности деревянных конструкций. Для развития домовых грибов необходимы следующие условия: *влажность древесины не ниже 18—20%, доступ кислорода воздуха, положительная (5—45°C) температура и повышенная (90—100%) влажность воздуха, отсутствие солнечного освещения, наличие слабокислой среды*.

Домовые грибы для своего развития требуют кислой среды и не развиваются на субстрате, имеющем ясно выраженную щелочную реакцию. Кислотность, нейтральность или щелочность среды, как известно, обусловливаются концентрацией водородных ионов и обозначаются символом pH, численное значение которого для кислой среды  $pH < 7,07$ , для воды и нейтральных растворов  $pH = 7,07$ , а щелочная реакция среды характеризуется  $pH > 7,07$ .

Имеются грибы (плесневые, лесные), которые не поражают ни целлюлозу, ни лигнин, а питаются только содержимым клеток, вызывая синеву или позеленение древесины. Механическая прочность древесины под действием этих грибов практически не снижается.

Признаками поражения деревянных конструкций дереворазрушающими грибами являются: спертый грибной запах в помещении; наличие образований на поверхности конструкций; изменение цвета конструкций (побурение), потеря прочности, высыхание, растрескивание, глухой звук при простукивании конструкций. Условия, *доказывающие наличие дереворазрушающих грибов, являются: влажность древесины 25-70%; температура - от -3°C до +40°C; застойный воздух (скорость движения воздуха менее 0,001м/с); наличие грибковых спор (практически повсеместно, где есть древесина)*.

Глубину биоповреждений древесины грибами следует определять путем стесывания пораженной древесины до здоровой структуры. Вид грибкового заболевания можно определить по внешнему виду пораженной древесины или рассмотрев ее на срез под микроскопом. Стойкость древесины к биоразрушению определяют по ГОСТ 18610, а параметры защищенности древесины устанавливают по ГОСТ 20022.0.

Для определения вида гриба и степени поражения конструкций требуется микроскопическое исследование образцов древесины в специализированных лабораториях. Образцы для анализа размером 15x15x5 мм отбирают с сохранением грибных образований.



Рис. 2.33. Разрушение гнилью опорной части стропильной ноги и мауэрлата

Взятие проб для оценки биоповреждений деревянных конструкций жучками производят при выборочных вскрытиях полов, перегородок, подшивок потолков и т.п. Площадь вскрытия

должна быть не менее 0,5 м<sup>2</sup> в промежутках между балками перекрытий и не менее 30x30 см в перегородках. Диагностические признаки биоповреждений определяют визуально, а более точную диагностику устанавливают путем анализа отобранных проб древесины в лаборатории при микологических испытаниях.

Участки древесины, пораженные грибами и жуками-точильщиками, вырезаются и сжигаются, после чего конструкция усиливается антисептированной древесиной или специальными металлическими протезами.

**Таблица 2.16. Основные вредители, поражающие деревянные конструкции**

**Домовой точильщик**



**Черный домовый усач**



**Долгоносик-трухляк**



Разновидность мебельного точильщика – **домовой точильщик** поражает, в основном, влажную древесину. Как правило, встречается в несущих конструкциях крыш, на чердаках, предпочитает хвойную древесину. Излюбленные места - концы балок, которые периодически становятся влажными от протекающей воды, в кухне, под окнами и прочих влажных углах. В свежей древесине не обитает. Длина домового точильщика составляет от 5 до 7 мм, у него практически черное тело с двумя золотистыми пятнышками волосков. Присутствие жука выдает наличие летних отверстий и высыпающейся из них трухи.

**Черный домовый усач** или **дровосек** имеет размеры от 7 до 21 мм, окрас тела – черный.

Среди древесины дровосек отдает предпочтение хвойным породам деревьев, обычно его интересует сухое прочное дерево деревянных построек,остоявших уже 10 – 15-лет, деревянные столбы, в период активного размножения жук перебирается на мебель.

Жук-усач оставляет после себя в древесине продолговатые отверстия около 5 мм в поперечнике. Наибольший вред эти жуки всегда наносят на юге России и в Сибири, при массовом размножении могут разрушить целые кварталы.

**Долгоносик-трухляк** – представитель семейства долгоносиков. Свое название он получил благодаря своеобразной форме головы, вытянутой вперед на манер хобота (иногда этих жучков еще называют **слониками**). Долгоносик-трухляк имеет темно-коричневое тельце, покрытое сверху волосками, и длину около 3 мм. Такие жучки поселяются во влажной древесине, предпочитая хвойные породы деревьев - в ваннах, кухнях, деревянных межэтажных перекрытиях, в полах. Местности распространения – средняя полоса европейской части России. Долгоносики разрушают древесину до стадии трухи, где уже практически невозможно найти отдельные ходы.

Основная цель отчета детального обследования – дать заключение о техническом состоянии исследуемых конструкций. В зависимости от имеющихся дефектов и повреждений техническое состояние отдельных деревянных конструкций может быть классифицировано по 4 категориям согласно общим признакам, приведенным в табл. 2.17.

**Табл. 2.17. Общая оценка технического состояния несущих конструкций при предварительном обследовании зданий**

Категория состояния сооружения	Общие признаки, характеризующие состояние конструкции
<b>I – нормальное</b> 	Отсутствуют видимые повреждения и трещины, свидетельствующие о снижении несущей способности конструкций. Выполняются условия эксплуатации согласно требованиям норм и проектной документации. Необходимость в ремонтно-восстановительных работах отсутствует.
<b>II – удовлетворительное</b> 	В несущих конструкциях имеются незначительные повреждения, на отдельных участках имеются отдельные трещины, налет плесени или гнили. Наружные слои древесины имеют частичные повреждения. Отсутствие отдельных элементов восполнено усилением по временной схеме. Обеспечиваются нормальные условия эксплуатации. Требуется текущий ремонт, с устранением локальных повреждений без значительного усиления конструкций.
<b>III – неудовлетворительное</b> 	Имеются повреждения, дефекты и трещины, свидетельствующие об ограничении работоспособности и снижении несущей способности конструкций. Выявлены недопустимые прогибы, значительные биологические повреждения. Нарушены требования действующих норм, но отсутствует опасность обрушения и угроза безопасности. Требуется усиление и восстановление несущей способности конструкций.
<b>IV - предаварийное или аварийное</b> 	Существующие повреждения свидетельствуют о непригодности конструкции к эксплуатации и об опасности ее обрушения, об опасности пребывания людей в зоне обследуемых конструкций. Требуются неотложные мероприятия по предотвращению аварий (устройство временной крепи, разгрузка конструкций и т.п.). Требуется капитальный ремонт с усилением или заменой поврежденных конструкций в целом.

При детальном обследовании деревянных конструкций составляют обмерочные чертежи с картой выявленных дефектов, с указанием ослаблений рабочих сечений элементов или

отсутствия отдельных конструкций. После получения данных лабораторных исследований отобранных образцов выполняют поверочные расчеты.

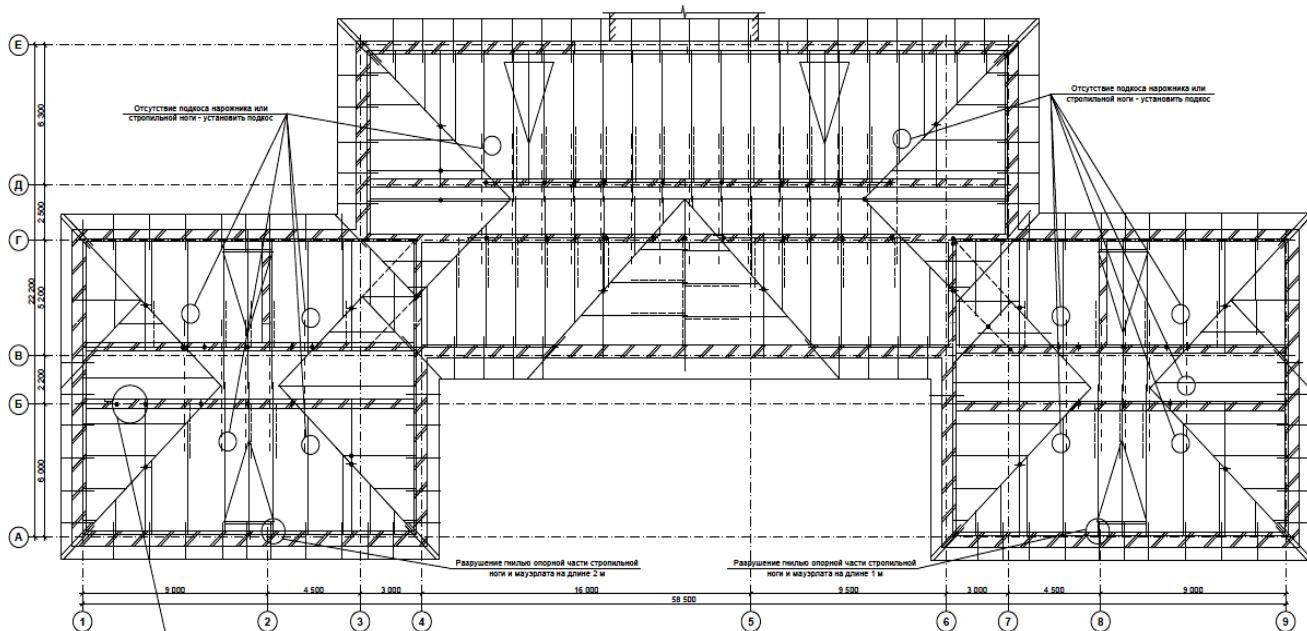


Рис. 2.18. Обмерочные чертежи крыши сооружения III группы капитальности с указанием основных дефектов и отсутствующих элементов (наружников)

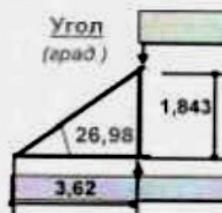
Таблица 2.34. Поверочный расчет стропильной ноги покрытия в осях А-Г/1-4

*Сбор нагрузок на стропила*

Исходные данные	
Угол наклона, град.	26,98
Шаг стропил, м.	1,16
Нагр. кровли, кг/м <sup>2</sup>	8,00
Снег (район), кг/м <sup>2</sup>	224,00
Утепление (манс.) кг/м <sup>2</sup>	

Сбор нагрузок			
Элементы	Норм. кг/м	К-т пер.	Расч. кг/м
Кровля	10,41	1,05	10,83
Обрешетка	4,07	1,1	4,48
Строп. нога (ориент.)	9,00	1,1	9,90
Утепление		1,1	
Снег.	245,39	1,4	343,55
Итого	268,87		368,86
кг/м <sup>2</sup>	231,78		317,98

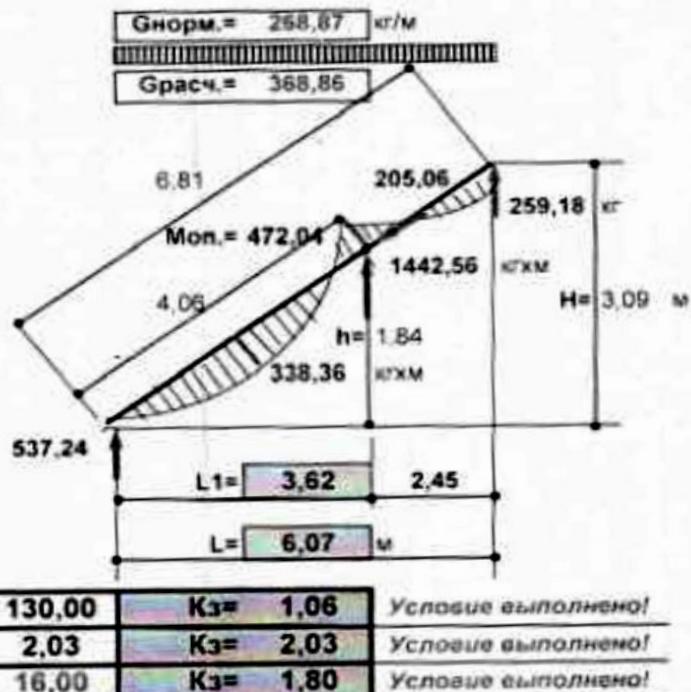
Элементы	Прогиб
Балки междупэтажн.	1/250
Балки чердачные	1/200
Прогоны, стропила	1/200
Обрешетка, настил	1/150
Плиты	1/250
Фермы	1/300
Несущ. элем. ендов	1/400



Напряж. в сеч. обреш. > 156 кг/см<sup>2</sup>. Увеличить сечение! Кз = 0,82

Расчет обрешетки (2х пролетн.)	
Нагрузка погонная кг/м	5,31
Момент в пролете кгхм	29,31
Момент M <sub>x</sub> кгхм	26,12
Момент M <sub>y</sub> кгхм	13,30
W <sub>x</sub> см <sup>3</sup>	20,83
W <sub>y</sub> см <sup>3</sup>	20,83
Напряжения кг/см <sup>2</sup>	189,25 <= 156

Расчет стропил	
Угол, град.	26,98
Прогиб, см.	2,03
<b>R<sub>u</sub>, кг/см<sup>2</sup></b>	<b>130,00</b>
Момент, норм. кгхм	344,08
Момент, расч. кгхм	472,04
W <sub>tr</sub> , см <sup>3</sup>	363,11
J <sub>tr</sub> , см <sup>4</sup>	1980,06
Втр.(устойчив.) см	3,05
<b>B, заданная, см</b>	<b>6,00</b>
Нтр., прочн., см.	19,06
Нтр., прогиб, см.	15,82
<b>H, (по сорт-ту), см</b>	<b>20,00</b>
Принимаем H см	20
Гибкость λ	70,24
Коэф. прод. изгиба φ	0,608
Коэф. ε	0,978
Момент (скат.) M <sub>d</sub> кгхм	482,66
Напряж. изг., кг/см <sup>2</sup>	122,37
<b>Прогиб, см.</b>	<b>1,00</b>
Напряж. скал. кг/см <sup>2</sup>	8,89



Вывод: несущая способность стропильных ног на участке в осях А-Г/1-4 обеспечивается; обрешетка требует усиления путем установки дополнительных элементов для уменьшения шага.

Таблица 2.35. Расчет стропильной ноги покрытия в осях В-Е/3-7

**Сбор нагрузок на стропила**

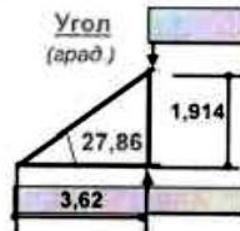
Исходные данные	
Угол наклона, град.	27,86
Шаг стропил, м	1,45
Нагр. кровли, кг/м <sup>2</sup>	8,00
Снег (район), кг/м <sup>2</sup>	224,00
Утепление (манс.) кг/м <sup>2</sup>	

Сбор нагрузок			
Элементы	Норм. кг/м	К-т пер.	Расч. кг/м
Кровля	13,12	1,05	13,78
Обрешетка	5,13	1,1	5,64
Строп. нога (ориент.)	9,00	1,1	9,90
Утепление		1,1	
Снег	298,56	1,4	417,98
<b>Итого</b>	325,81		447,30
<b>кг/м<sup>2</sup></b>	<b>224,70</b>		<b>308,48</b>

Обрешетка	bхh
Шаг обрешетки, s, м.	0,40
Ширина, b, см.	5
Высота, h, см.	5
Сечение сореш. м2.	0,0025
Напряж. в сеч. кг/см <sup>2</sup>	238,79

Вид кровли	кг/м <sup>2</sup>
А/цем. листы	20
Листов. сталь	8
Черепица	50

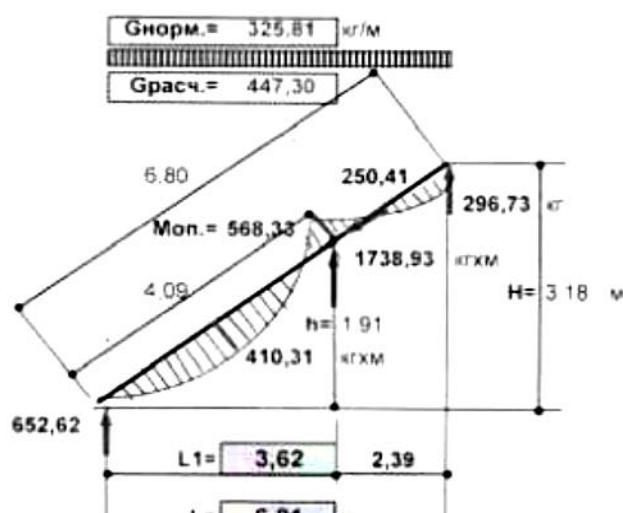
Элементы	Прогиб
Балки междуэтажн.	1/250
Балки чердачные.	1/200
Прогоны, стропила	1/200
Обрешетка,настил	1/150
Плиты	1/250
Фермы	1/300
Несущ элем. ендов	1/400



Напряж.в сеч.обреш. > 156кг/см <sup>2</sup> . Увеличить сечение!	Kz= 0,65
--	----------

Расчет обрешетки (2x пролетн.)	
Нагрузка погонная кг/м	5,36
Момент в пролете кгхм	36,81
Момент Mx кгхм	32,54
Момент My кгхм	17,20
Wx см <sup>3</sup>	20,83
Wy см <sup>3</sup>	20,83
Напряжения кг/см <sup>2</sup>	238,79 <= 156

Расчет стропил	
Угол, град.	27,86
Прогиб, см.	2,05 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">200</span>
Ru, кг/см <sup>2</sup>	130,00
Момент.норм. кгхм	413,97
Момент.расч. кгхм	568,33
Wtr, см <sup>3</sup>	437,18
Jtr, см <sup>4</sup>	2427,88
Вtr(устойчив.) см	3,15
В, заданная, см	6,00
Нtr.,прочн., см.	20,91
Нtr.,прогиб, см.	16,93
Н, (по сорт-ту), см	22,50
Принимаем Н, см	20
Гибкость λ	70,76
Коэф. прод изгиба φ	0,599
Коэф. ξ	0,973
Момент (сжат.) Md кгхм	584,10
Напряж.изг. кг/см <sup>2</sup>	148,11 <= 130,00
Прогиб, см.	1,24 <= 2,05
Напряж.скл. кг/см <sup>2</sup>	10,68 <= 16,00



Вывод: несущая способность стропильных ног и обрешетки на участке в осях В-Е/3-7 обеспечивается; стропильные ноги и обрешетка требуют усиления.

Таблица 2.36. Проверочный расчет стропильной ноги покрытия в А-Г/6-9

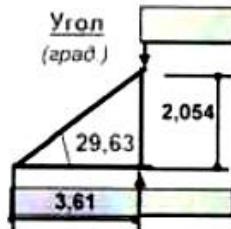
## Сбор нагрузок на стропила

Исходные данные	
Угол наклона	град. 29,63
Шаг стропил,	м 1,30
Нагр. кровли,	кг/м <sup>2</sup> 8,00
Снег (район),	кг/м <sup>2</sup> 224,00
Утепление (манж.)	кг/м <sup>2</sup>

Сбор нагрузок			
Элементы	Норм. кг/м	К-т пер.	Расч. кг/м
Кроевля	11,96	1,05	12,56
Обрешетка	4,67	1,1	5,14
Строп. нога (ориент.)	9,00	1,1	9,90
Утепление		1,1	
Снег	252,93	1,4	354,10
<b>Итого</b>	<b>278,56</b>		<b>381,70</b>
	<b>кг/м<sup>2</sup></b>	<b>214,28</b>	<b>293,62</b>

Обрешетка	bхh
Шаг обрешетки s, м	0,40
Ширина, b, см.	5
Высота, h, см.	5
Сечение обреш. м <sup>2</sup>	0,0025
Напряж. в сеч. кг/см <sup>2</sup>	215,65

Элементы	Прогиб
Балки междупэтажн.	1/250
Балки чердачные.	1/200
Прогоны, стропила	1/200
Обрешетка, настил	1/150
Плиты	1/250
Фермы	1/300
Несущ.элем. ендов	1/400

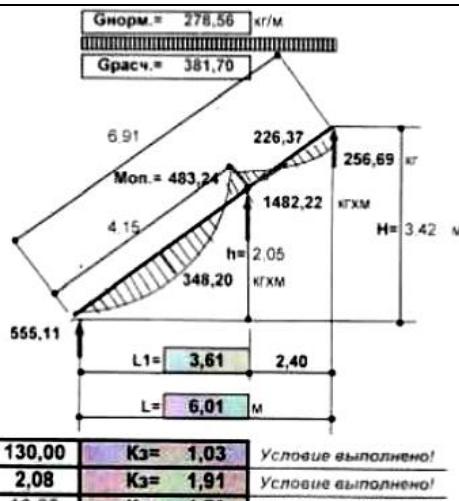


Напряж.в сеч.обреш. > 156кг/см<sup>2</sup>. Увеличить сечение! Кз= 0,72

Расчет обрешетки (2х пролет.)	
Нагрузка погонная кг/м	5,45
Момент в пролете кгхм	32,94
Момент Mx кгхм	28,63
Момент My кгхм	16,29
Wx см <sup>3</sup>	20,83
Wy см <sup>3</sup>	20,83
Напряжения кг/см <sup>2</sup>	215,65

&lt;= 156

Расчет стропил	
Угол, град.	29,63
Прогиб, см.	2,08 200
Ru, кг/см <sup>2</sup>	130,00
Момент,норм. кгхм	352,66
Момент,расч. кгхм	483,24
Wtr., см <sup>3</sup>	371,72
Jtr., см <sup>4</sup>	2090,38
Втр.(устойчив.) см	3,06
В, заданная, см	6,00
Нтр.,прочн., см.	19,28
Нтр.,прогиб, см.	16,11
H, (по сорт-ту), см	20,00
Принимаем H см	20
Гибкость λ	71,80
Коэф.прод.изгиба φ	0,582
Коэф.ξ	0,975
Момент (скат.) Mд кгхм	495,63
Напряж.изг. кг/см <sup>2</sup>	125,79 <= 130,00 Кз= 1,03 Условие выполнено!
Прогиб, см.	1,09 <= 2,08 Кз= 1,91 Условие выполнено!
Напряж.скат. кг/см <sup>2</sup>	8,94 <= 16,00 Кз= 1,79 Условие выполнено!



Вывод: несущая способность стропильных ног на участке в осях А-Г обеспечивается; обрешетка требует усиления путем установки дополнительных элементов для уменьшения шага.

Проверочные расчеты основных несущих деревянных элементов конструкций перекрытий и покрытия показали, что они находятся в работоспособном состоянии (удовлетворительном или неудовлетворительном).

Планируемые реконструкционные мероприятия в отношении деревянных перекрытий должно учитывать следующие требования:

- полный снос деревянных перекрытий в жилье III группы капитальности считается недопустимым;

- деревянные перекрытия выполняют свою роль горизонтального диска жесткости и требуют дополнительного усиления;
- снос деревянных перекрытий в сооружении с облегченной кладкой означает полную утрату эксплуатационной надежности всем сооружением.



В ходе реконструкции необходимо повысить несущую способность и долговечности деревянных балок **цокольных, междуэтажных и чердачных перекрытий** апробированными способами: протезированием торцовых участков, увеличением сечения балок.

Необходимо обеспечить огнестойкость перекрытий путем использования в конструкции перекрытий несгораемых или трудносгораемых материалов и элементов.

При капитальном ремонте **несущих конструкций покрытия** необходимо выполнить усиление всей деревянной стропильной конструкции:

- усилить стропильные ноги двусторонними дощатыми накладками;
- усилить стропильные ноги наращиванием сечения стропильных ног;
- усилить стропильные ноги подкосами, опертыми на мауэрлат;
- усилить стропильные ноги подкосами, опертыми на чердачное перекрытие;
- ввести разгружающие стропильные ноги балки перпендикулярного направления по дополнительным подкосам, опертыми на мауэрлат и лежень;
- ввести дополнительные стропильные ноги, связанные с основными - перекрестной дощатой стенкой.

## 2.4. Обследование облегченной кладки

Облегченные кирпичные стены, как правило, в старых зданиях, состоят из двух стенок: внутренняя толщиной в 1/2 кирпича, наружная в кирпич, пространство между которыми заполнено шлаком или каким-либо малотеплопроводным материалом (рис. 2.17). Через 4-5 рядов внутренняя полость перевязывается одним или двумя рядами сплошной кладки. В применявшейся в Ижевске кладке Герарда перевязка осуществлялась армированными поясом из шлакобетона. При детальном обследовании таких стен необходимо установить ее конструкцию, вид и прочностные характеристики материалов, сопоставив их с проектными. Необходимо оценить видимые и выявить возможные скрытые дефекты и повреждения.





Рисунок 2.19. Обследование жилого здания по ул. Наговицына 18/48 г. Глазова Удмуртской республики. Разрушение штукатурки в углу здания со следами ремонтов, обнажение кирпича. Изнутри тот же угол дает трещину на потолке в месте сопряжения стен

Визуальным обследованием (п. 2.2) в кладке наружных стен домов III группы капитальности было обнаружено выветривание швов, выпадение отдельных кирпичей, а местами и частичное её разрушение. Во всех обследуемых зданиях наблюдается отслоение и отпадение штукатурки карнизов, перемычек, цокольной части. В некоторых сооружениях наблюдаются трещины в углах, имеющие зеркальное отражение с внутренней части кладки сооружений (см. рис. 2.19). При детальном обследовании необходимо определить категорию состояния наружных несущих стен.

В местах длительного хронического замачивания, промораживания и выветривания облегченной кладки происходит локальное разрушение наружного штукатурного слоя. Разрушение кладки на глубину 1/5 толщины наружной части стены - для сплошной стены еще не является признаком аварийного состояния, но для облегченной кладки это может стать причиной обрушения ограждения между двумя поперечными несущими стенами.. Столь же недопустимо выпучивание стен в пределах этажа на 1/3 их толщины и более.

При разрушении кладки от смятия в опорных зонах балок и перемычек может произойти разрушение отдельных конструкций и частей здания. Если в конструкциях наблюдаются деформации и дефекты, свидетельствующие о потере ими несущей способности свыше 50%, возникает угроза обрушения.

Таблица 2. 37. Категории состояния облегченной кладки

**Категория состояния конструкций**

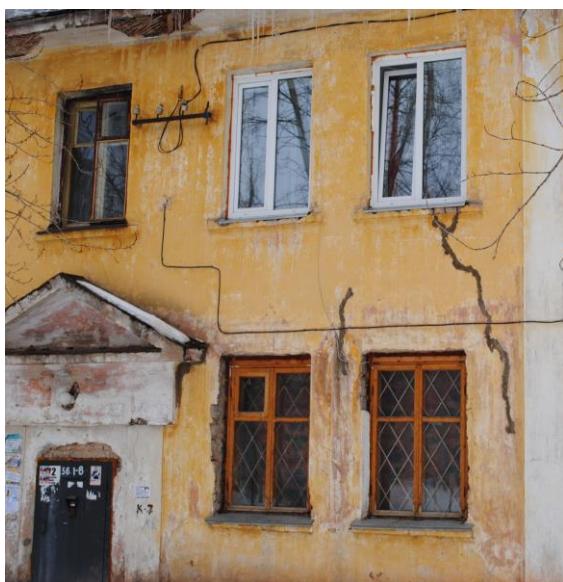
**Признаки состояния конструкций**

**I – нормальное**



Конструкция не имеет видимых деформаций, повреждений и дефектов. Нет видимых вздутий и трещин штукатурки. Наиболее напряженные элементы кладки не имеют вертикальных трещин и выгибов, свидетельствующих о перенапряжении и потере устойчивости конструкций. Снижение прочности камня и раствора не наблюдается. Кладка карнизов и цоколя не увлажнена. Горизонтальная гидроизоляция не имеет повреждений.

Конструкция отвечает предъявляемым эксплуатационным требованиям.

**II – удовлетворительное****III – неудовлетворительное****IV - предаварийное или аварийное**

Имеются слабые повреждения. Волосяные трещины, пересекающие штукатурку не более двух рядов кладки (длиной не более 15 см). Вздутие штукатурки, есть частичное отпадение штукатурного слоя. Несущая способность достаточна.

Сильные повреждения штукатурки. Размораживание и выветривание кладки, отслоение от облицовки на глубину до 25 % толщины. Трещины (независимо от величины раскрытия) в нескольких простенках, пересекающие не более двух рядов кладки. Волосяные трещины при пересечении не более четырех рядов кладки при числе трещин не более четырех на 1 м ширины (толщины) стены, столба или простенка. Образование вертикальных трещин между продольными и поперечными стенами. В отдельных местах наблюдается увлажнение каменной кладки карнизных свесов. Снижение несущей способности кладки до 25 %. Требуется временное усиление несущих конструкций, установка дополнительных стоек и стяжек.

Сильные повреждения штукатурки. Наблюдаются деформации, повреждения и дефекты, свидетельствующие о снижении их несущей способности до 50 %, но не влекущие за собой обрушения. Большие обвалы в наружной части слоистой кладки, обнажение внутренних полостей. Вертикальные и косые трещины в несущих стенах и столбах на высоте 4 рядов кладки. Наклоны и выпучивание стен в пределах этажа на 1/3 и более их толщины. Снижение прочности камней и раствора на 30-50%. Отрыв продольных стен от поперечных в местах их пересечения. В кирпичных сводах и арках образуются хорошо видимые характерные трещины, свидетельствующие об их перенапряжении и аварийном состоянии. Повреждение кладки под опорами балок с внутренней стороны, трещины. Здание нуждается в усилении и реконструкции.

Облегченная кладка – это единственная надземная несущая конструкция сооружения III группы капитальности, обеспечивающая его пространственную жесткость. Выделяя типичные дефекты и повреждения облегченной кладки, необходимо установить их причину: нарушение

эксплуатационного режима или процессы, происходящие в основании. Рассмотрим наиболее типичные дефекты облегченной кладки.

Таблица 2.38. Основные дефекты облегченной кладки



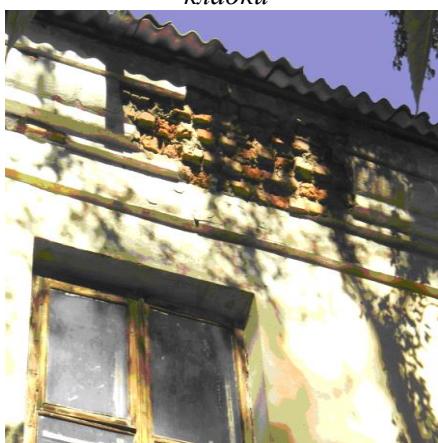
раслоение и выпучивание  
кладки



отслоение лещадок кирпича



отслоение штукатурки



разрушение карнизов



намокание цоколя стен, отсутствие  
отмостки



отклонение стен от  
вертикали

Дефекты и повреждения облегченной кладки, связанные с нарушением эксплуатационного режима устраняются путем армирования простенков и проемов. Если в ограждающих конструкциях не выявлены дефекты, связанные с негативными процессами, происходящими в основании, с частичной или полной утратой фундаментами сооружения несущей способности, - реконструкция здания не составит особой сложности.

Треугольные трещины в каменных стенах встречаются разных видов:

- по направлению: наклонные, вертикальные и горизонтальные;
- по характеру: усадочные, осадочные, температурные или температурно-влажностные, эксплуатационные или конструктивные;
- по развитию: прогрессирующие, стабилизирующие или неактивные;
- по раскрытию: волосные, раскрытые.

*Осадочные трещины* появляются в результате неравномерных осадок, просадок и подъемов отдельных частей здания. Они распространяются на всю толщу кладки и являются наиболее опасными.

*Вертикальные трещины* одинаковой ширины по всей высоте обычно появляются в результате резкой осадки одной части стены относительно другой.

*Наклонные трещины* возникают при постоянно увеличивающейся осадке фундамента и стены в стороне от места образования трещины. При появлении таких трещин стены, как правило, имеют отклонения от вертикали.

*Горизонтальные трещины* появляются вследствие резкой местной осадки фундаментов. Особенно это относится к зданиям, построенным на просадочных грунтах. Если замачивание происходит непосредственно под фундаментом, то при недостаточно высокой марке раствора наблюдается расслоение кладки с образованием ряда горизонтальных трещин, чаще всего проходящих по швам кладки.

*Усадочные трещины* появляются в результате усадочных явлений в материалах и опасности не представляют.

*Температурные и температурно-влажностные трещины* возникают в результате периодических температурных и температурно-влажностных воздействий на строительные материалы. Особенно такие трещины появляются в длинных зданиях, в которых отсутствуют температурные швы. Температурные трещины являются нестабильными и находятся в непрерывном движении в течение всей жизни конструкции, в результате чего материал кладки в этих местах постепенно разрушается и тем самым снижается долговечность и эксплуатационные качества кладки.

Как правило, трещины, свидетельствующие не только о расслоении кладки, но и о недопустимых деформациях в основании, требуют дополнительных мер по усилению оснований и конструкций фундаментов. Они возникают в результате следующих деформаций оснований в зданиях без подвалов:

- вымывание грунта из-под подошвы фундаментов грунтовыми водами или водой из поврежденных подземных коммуникаций;
- просадка линз микропористых просадочных грунтов в результате процессов супфозии;
- морозное пучение грунта при промораживании основания;
- выдавливание грунта при рытье глубоких траншей вблизи здания.

*Эксплуатационные или конструктивные трещины* появляются в результате перегрузок или перенапряжений в несущих стенах.

*Волосные трещины* едва заметные на поверхности кладки, зрительно увеличиваются слоем наружной штукатурки. Они появляются вследствие сравнительно небольших осадок и перекосов стен и фундамента. Обычно они опасности не представляют, однако при их обследовании необходимо снять наружный слой штукатурки.

*Раскрытые трещины* свидетельствуют о значительных деформациях, происходящих в отдельных частях здания. Когда отдельные трещины соединяются и идут вертикально по высоте стены, то налицо опасная стадия разрушения. Если стена находится длительное время в таком положении, то в ней возникают пластические деформации и разъединенные трещиной части стены начинают искривляться, что приводит к их разрушению.

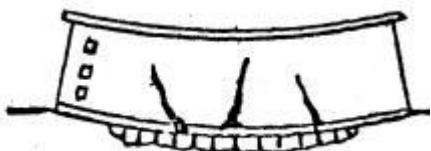
По характеру трещин в стенах можно судить об общей деформации здания (табл. 2.39). Вертикальные и наклонные трещины в местах сопряжения продольных стен с пилястрами или поперечными стенами возникают в результате различного их загружения. Причиной их появления и дальнейшего развития чаще всего является различная сжимаемость неодинаково нагруженной облегченной кладки стен, жестко связанных в местах сопряжений перевязкой. Со временем, когда разность деформаций связанных стен достигает предельных значений, более нагруженные стены отделяются трещинами от менее нагруженных.

При наличии прочной связи между стенами появляются наклонные трещины. При плохой перевязке кладки - вертикальные трещины среза.

*Трещины среза* характеризуют общее понижение жесткости системы стен и нарушают их совместную работу; вертикальные трещины среза между пилястрами и стеной свидетельствуют об отсутствии жесткой перевязки между ними, неодинаковой сжимаемостью кладки сопрягаемых элементов стен.

Таблица 2.39. Характер деформаций зданий

## Схемы деформаций



## Вид деформаций

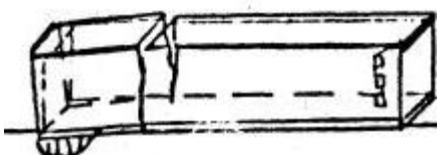
## I. Прогиб

Наличие *вертикальных* или *наклонных* трещин в *цокольной* части указывается на то, что произошел прогиб здания, следовательно, в этой части оказались наименее слабые грунты или произошло их замачивание.



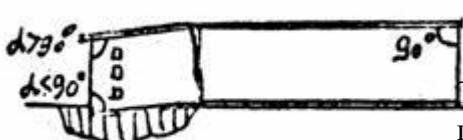
## II. Выгиб

Наличие *вертикальных* или *наклонных* трещин в *карнизной* части и ниже указывает на то, что здание выгибается из-за слабых или замоченных грунтов в районе торцевых стен. При *выгибе* или *прогибе* здания трещины, как правило, располагаются на обоих фасадах почти симметрично друг другу.



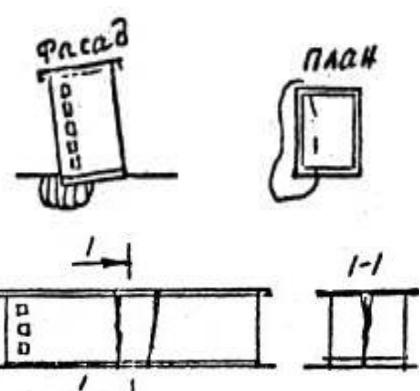
## III. Кручение

Наличие *вертикальных* и *наклонных* трещин, свидетельствует о том, что происходит осадка одной только стены, которая тянет за собой другие конструкции и стены, в результате чего возникает кручение здания. В месте осадки (просадки) трещины небольшие, наблюдаются деформации смятия кладки, с противоположной стороны трещины раскрываются значительно и заметно смещение отдельных участков кладки относительно друг друга по высоте стены.



## IV. Перекос

Трещины, вызванные осадкой (просадкой) грунта, как правило, имеют наклон к горизонту  $45-60^\circ$  и расположены соответственно на взаимно параллельных или перпендикулярных стенах.



## V. Крен

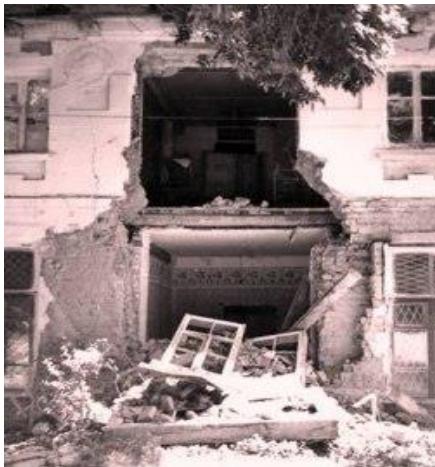
Здания с малой площадью застройки и большой жесткостью имеют тенденцию к крену. Крен возникает в сторону источника замачивания, при этом трещины в кладке не возникают.

## VI. Разлом

Наличие строго вертикальных трещин, как в продольных, так и торцевых стенах свидетельствуют о том, что здание разламывается, распадается на отдельные части.

Данный вид деформации наиболее опасен, так как может

вызвать смещение конструкций с опор и привести их к обрушению.



По характеру развития все виды трещин могут быть подразделяются на:

- прогрессирующие (активные), когда развитие идет нарастающими темпами и могут привести к аварии;
- стабилизирующие (затухающие), когда развитие трещин постепенно прекращается;
- неактивные трещины, прекратившие свое развитие.

За обнаруженными трещинами должны быть установлены наблюдения при помощи маяков или других методов.

Маяки устанавливают перпендикулярно направлению трещины на очищенную от краски, облицовки и штукатурки поверхность непосредственно на трещине через 2-3 м и ведут за ними наблюдение в течение одного года.

Каждому маяку присваивают определенный номер и указывают дату его установки. Если на протяжении срока наблюдения на маяке не появится трещина, значит, деформации прекратились, и трещину можно после расчистки заделать цементно-песчаным раствором и другим материалом.

Появление трещин на маяках указывает на то, что осадка грунта оснований фундаментов продолжается, и вместо лопнувшего маяка устанавливается новый с соответствующей записью в журнале с указанием даты, когда лопнул маяк и установлен новый (табл. 2. 40).

**Таблица 2.40. Журнал наблюдений за маяками**

№№ маяков	Дата установки маяка	Место установки (цех, корпус, стена по оси...)	Дата разрыва маяка	Примечание

Маяки могут быть изготовлены из гипса, цемента и стекла. Гипсовые маяки устанавливают в сухих помещениях, а цементные и из стекла - на наружных стенах.

Гипсовые и цементные маяки представляют собой пластины длиной 200-300, шириной 70-100 и толщиной - 10-15 мм. Маяки наносятся на очищенную поверхность кладки с таким расчетом, чтобы они перекрывали трещину и заходили по обе стороны за нее на расстояние 100-150 мм. На маяке или рядом с ним указывают порядковый номер и дату установки.

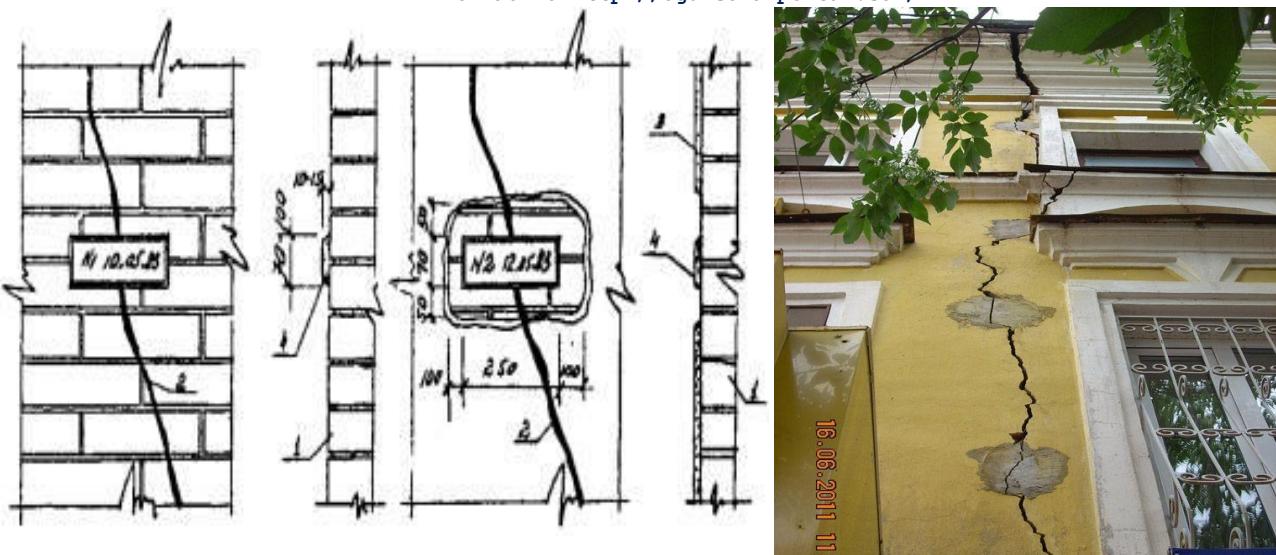
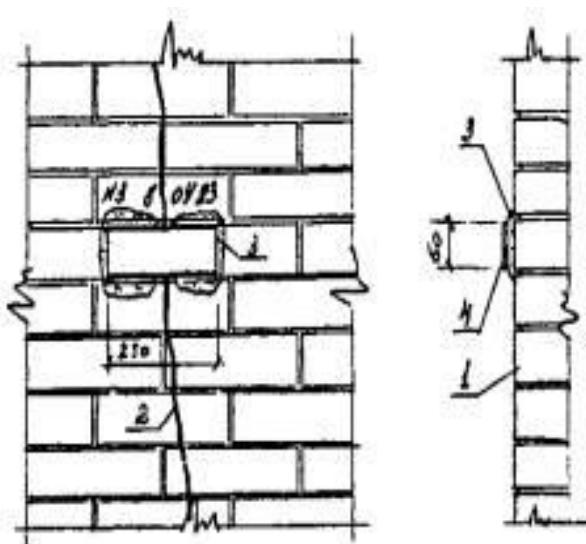


Рисунок 2.20. Гипсовые маяки на трещине по наружной стене, полностью расчищенной от штукатурного слоя, и частично расчищенной трещине внутри здания. На фотографии представлены гипсовые маяки на наружной части оштукатуренного фасада

**Гипсовые маяки** являются наиболее простым и экономичным способом наблюдения за трещинами. При этом они обладают рядом недостатков:

- их неэффективно использовать в наружных конструкциях и местах, где возможны существенные колебания температуры, - там гипсовый маяк "срабатывает" от температурных деформаций, что не позволяет однозначно определить наличие других факторов влияния на трещину;
- они обладают низкой долговечностью; их установка сопряжена с высокой трудоемкостью, их невозможно устанавливать при отрицательных температурах;
- работоспособность гипсовых маяков зависит от качества установки, несоблюдение рекомендуемых требований к подготовке поверхности, размерам и конструкции маяка приводит к утрате его работоспособности;
- точность измерений ширины раскрытия трещины очень низка из-за неровностей в месте измерений, по этой же причине отсутствует возможность применения высокоточных измерительных инструментов.



Стеклянные маяки изготавливают из обычного оконного стекла толщиной 3, шириной 40-60 и длиной 200-300 мм. Наклеиваются стеклянные маяки на очищенную поверхность стен при помощи алебастра внутри помещения или цементного раствора на наружных стенах. Рядом с маяком на поверхности стены указывают порядковый номер и дату установки. В случаях, когда наблюдение за маяками не дает полной картины напряженного состояния конструкций, изучение деформаций производится при помощи геодезического наблюдения. Все обнаруженные дефекты должны быть нанесены на обследовательских чертежах.

Рис. 2.21. Установка стеклянного маяка: 1 - стена; 2 - трещина; 3 - цементный раствор; 4 - стеклянный маяк



Рис. 2.22. Пластинчатый маяк

В настоящее время широко используются новые типы маяков, такие как *пластинчатые маяки*.

Пластинчатые маяки лишены многих недостатков рассмотренных выше конструкций. Одним из главных их преимуществ является простота установки - это делается на эпоксидный клей быстрого отверждения, либо на дюбели, либо совмещающая эти два способа.

В зависимости от конструкции в данных маяках могут быть реализованы дополнительные возможности. Сигнальная измерительная шкала, нанесенная на маяк, позволяет без дополнительных инструментов визуально оценить происходящие изменения ширины раскрытия трещины.

Кроме того, пластинчатые маяки позволяют измерять перемещения конструкций по двум осям относительно друг друга - в вертикальном и горизонтальном направлениях. Измерения ведутся с использованием высокоточных измерительных инструментов до сотых долей миллиметра изменения ширины раскрытия трещин.

К новым типам маяков относят *точечные маяки*, позволяющие вести наблюдения по двум, трем или четырем зафиксированным на конструкции точкам.

Конструктивное исполнение подобных устройств может быть крайне разнообразным от простых дюбель-гвоздей, до специальных установочных приспособлений. Подобные приспособления могут выполняться малозаметными в цвет отделки стены или прозрачные (из оргстекла).

Преимуществом некоторых из них является отсутствие необходимости подготовки поверхности и расчистки отделочных слоев.

Применение специальных расчетных методик позволяет отслеживать перемещения как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях. Точность измерений ограничивается только точностью применяемых инструментов.

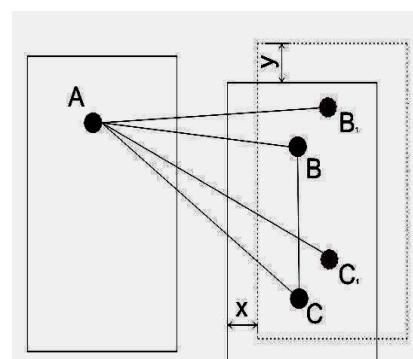


Рис. 2.23. Точечные маяки



В защищенных местах, при особой сложности и важности обследуемого объекта (например, в ходе реставрационных работ), используются *маяки часового типа* (мессуры), имеющие измерительную шкалу и относительно высокую точность измерений без использования дополнительных инструментов.

Это наиболее наглядные в использовании приспособления, позволяющие легко ориентироваться в происходящих изменениях и снимать показания.

При обследовании необходимо убедиться в монолитности кладки: правильно ли выполнена перевязка швов и примыканий, имеются ли в ней пустоты и расслоения. Это достигается путем простукивания стен молотком, при этом прочные стены дают чистый звук высокого тона, а у слабых стен, имеющих отслоения и пустоты, звук глухой, более низкого тона.

Если при простукивании кирпич перемещается в массиве кладки, то это указывает на отсутствие сцепления кирпича с раствором.

Тщательное обследование трещин позволяет судить об их происхождении. Если, например, трещины грязные и заполнены пылью, то это указывает на то, что эти трещины давнего происхождения, а свежие, незагрязненные трещины, наоборот указывают на наличие прогрессирующих деформаций стен.

Величину осадки отдельных частей здания определяют при помощи геометрического нивелирования.

Отклонения стен от вертикали определяются инструментальной съемкой при помощи теодолита.

При обследовании облегченной кладки особое значение имеют следы увлажнения. При обнаружении на стенах увлажненных участков, плесени, моха, высолов и т.п. следует выявить причины их появления. Обычно это связано:

- с отсутствием или повреждением гидроизоляции;
- повреждением технологических, водопроводных или канализационных устройств;
- с переувлажнением стен от мокрых производственных процессов внутри здания;
- с нарушением температурно-влажностного режима в помещениях.



"Немецкий дом" на 1-ой Владимирской ул., Москва, район Перово  
© Владимир Горощенко / Фотобанк Лори



постоянно разрушается.

Встречаются случаи намокания и разрушения цокольной части стен даже при удовлетворительном состоянии гидроизоляции и отмостки. Это объясняется тем, что с наружной стороны здания была произведена подсыпка грунта выше расположенной существующей гидроизоляции, вследствие чего грунтовая вода, проникая через пазухи между

При повышении уровня грунтовых вод в стенах, в которых повреждена или отсутствует гидроизоляция, происходит поднятие влаги по капиллярам кладки. При этом поднимающаяся по стенам грунтовая вода, насыщая ее органическими веществами, часто образует на их поверхности налет азотно-кислых соединений. Они очень гигроскопичны и при взаимодействии с воздухом появляется постоянная сырость, проникающая в толщу стен, в результате чего материал кладки

гидроизоляцией и отмосткой, поднимаясь по капиллярам внутри кладки, увлажняет цокольную часть и разрушает ее.



Разрушения кладки стен выветриванием возникают в зданиях, характер производственных процессов в которых сопряжен с большой влажностью воздуха внутри помещения и в стенах, выполненных из недостаточно морозостойких материалов, к которым относится и силикатный кирпич, использовавшийся для возведения зданий III группы капитальности. При нарушении защитного слоя штукатурки наружная часть облегченной кладки быстро выветриваются с наружной стороны.

Разрушение наружной штукатурки и кладки стен в зданиях с повышенной влажностью воздуха внутри помещения, может происходить из-за недостаточной морозостойкости материала кладки, в результате чего происходит накопление влаги под штукатурным слоем, а

в зимний период времени ее обледенение, что сопровождается разрушением штукатурки и кладки.

Степень аварийности стен может быть установлена на основе данных натурных обследований и проверочных расчетов в соответствии с требованиями нормативно-инструктивных документов.

## 2.5. Обследование оснований и фундаментов

До начала индустриализации строительной отрасли в середине прошлого века, в течение многих столетий конструкции фундаментов зданий и сооружений различного назначения почти не претерпели существенных изменений. Как правило, это были бутовые, валунные и кирпичные ленточные и столбчатые фундаменты, кладка которых осуществлялась в траншеях или котлованах с использованием для скрепления отдельных элементов конструкции известковых растворов различного состава. В ряде случаев применялись глиносодержащие растворы («глиняные замки»), игравшие одновременно роль горизонтальной гидроизоляции.

Фундаменты зданий III группы капитальности можно классифицировать по материалу и характеру работы, как это представлено в табл. 2.41.

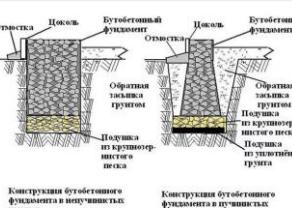
**Таблица 2.41. Классификация фундаментов зданий III группы капитальности**

По роду материалов	
1. Бутовые	<p>Применялись для всех видов несущих конструкций. В зависимости от формы камня и способа производства работ при возведении могут быть следующие виды кладки:</p> <p>а) кладка под скобу - из постелистого камня с подбором его по высоте в горизонтальных рядах и перевязкой с заполнением пустот мелким щебнем;</p> <p>б) кладка под лопату - из постелистого и рваного камня с перевязкой на густом растворе с подливкой его лопатой под каждый камень с заполнением пустот мелким камнем и щебенкой;</p> <p>в) кладка под залив - из рваного камня с заполнением пустот мелким камнем и щебенкой. Кладка велась насухо рядами высотой 20-25 см с последующей проливкой жидким раствором.</p>
2. Кирпичные из красного	Имели довольно широкое распространение под всеми видами несущих

кирпича прессования	пластического прессования	конструкций.
3. Бетонные и бутобетонные		Применялись под всеми видами несущих конструкций. Бетоны изготавливались как на кирпичном щебне, так и на щебне и гравии осадочных и кристаллических пород.

### По характеру работ

#### 4. Жесткие



К этому типу относятся все каменные, бутовые, бутобетонные, бетонные и кирпичные фундаменты, кладка которых хорошо работает на сжатие и плохо на растяжение и скальвание. Уширение фундамента производилось под углами распространения давления в материале. Жесткие фундаменты проектировались в грунтах с прочностью 2-3 кгс/с<sup>2</sup> и выше.

**Бутовый камень**, применяющийся для кладки фундаментов и стен вспомогательных помещений зданий III группы капитальности, представляет собой крупные куски осадочных пород неправильной формы с длиной ребра 150—500 мм, получаемые из известняков, доломитов, песчаников, реже гранитов.

Разновидность бутового камня — булыжный камень (валуны с длиной ребра до 300 мм). Для производства бутового камня применяют породы с пределом прочности на сжатие до 100 Мн/м<sup>2</sup> (1000 кгс/см<sup>2</sup>). Бутовый камень различают по прочности на низкопрочный (2,5—10 Мн/м<sup>2</sup>), средней прочности (15—40 Мн/м<sup>2</sup>) и высокопрочный (свыше 50 Мн/м<sup>2</sup>). Требования по морозостойкости предъявляются в зависимости от условий службы (15—300 циклов замораживания).



Работы по обследованию оснований фундаментов проводятся с целью оценки несущей способности грунтов сжимаемой зоны, выяснения гидрохимической обстановки, выяснения прогноза изменения инженерно-геологической обстановки на площадке и определения профилактических, а в случае необходимости, и защитных мероприятий, обеспечивающих устойчивость сооружения в условиях его нормальной эксплуатации.

Обследование оснований фундаментов сопровождается сбором, систематизацией и обобщением фондовых и литературных

материалов по природной обстановке площадки и состоянию обследуемого здания или сооружения.

Обследование оснований и фундаментов производят по ГОСТ 53778-2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» при увеличении существующих нагрузок на фундаменты или в связи с неравномерными деформациями основания, приведшими к образованию трещин в стенах эксплуатируемого здания.

При этом грунты исследуются с помощью разведочных скважин и шурфов.

Количество разведочных скважин устанавливается по результатам предварительного изучения инженерно-геологической документации, данных натурного обследования конструкций и конфигурации здания.

В районах со сложным инженерно-геологическими условиями, характеризуемыми наличием просадочных или набухающих грунтов, возможностью оползней, количество разведочных скважин увеличивается, а инженерные изыскания проводятся силами специализированных организаций.

Дополнительно к скважинам обследование грунтов основания производится с помощью шурфов.

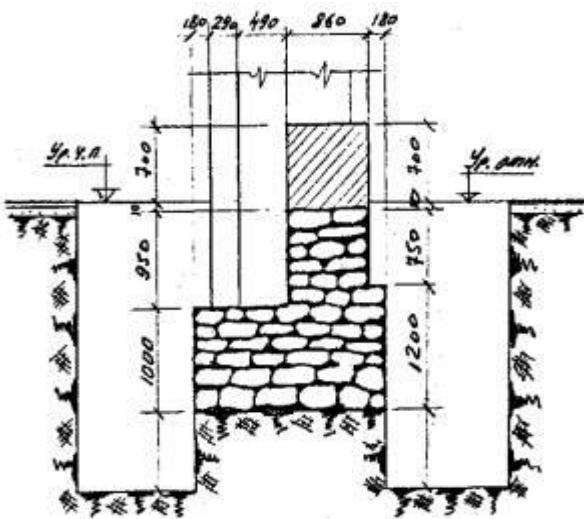
Шурфы откапываются у стен здания или отдельно стоящих опор на 1,5 метра ниже отметки подошвы фундамента. Количество шурфов устанавливается в зависимости от характера повреждений здания, состояния несущих стен и фундаментов. Если повреждения не связаны с увеличением нагрузок на основание и отсутствуют признаки неравномерной осадки фундаментов, количество шурфов принимается не более трёх на здание с застроенной площадью до 1000 м<sup>2</sup>. Количество шурфов соответственно увеличивается при сложных гидрогеологических условиях и просадочных грунтах. Шурфы закладываются в местах с наибольшей деформации стен и подвалов, на участках с разрушенной отмосткой, в зонах локальных подтоплений из водопроводно-канализационной сети.

Из шурфов отбираются пробы грунта для определения физико-механических свойств: влажности, плотности, угла внутреннего трения, удельного сцепления и модуля деформаций. Количество проб, необходимое для определения нормативных и расчётных характеристик, устанавливается в зависимости от степени неоднородности грунта и класса здания.

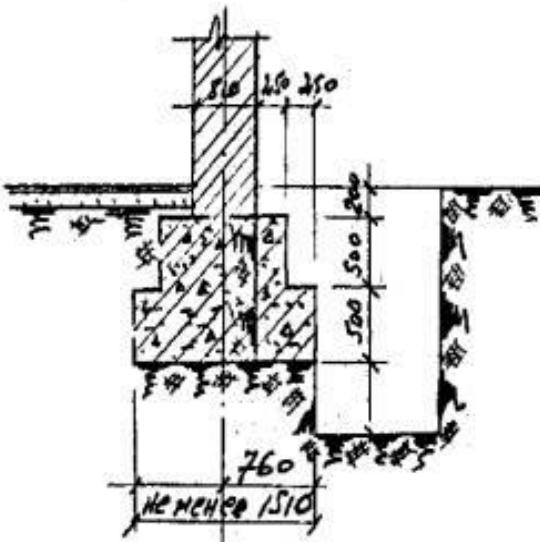
Результаты инженерно-геологических изысканий представляются в форме отчёта, где отражаются литологическое строение основания, гидрогеологическая характеристика, результаты определения физико-механических свойств грунта. К отчёту прилагаются геологические и гидрогеологические карты, а также инженерно-геологические разрезы толщи грунта (колонки скважин).

Обследование фундаментов производится из тех же шурфов, из которых отбирались пробы грунта. При этом устанавливается тип фундамента, его конфигурация и вид применяемых материалов. Одновременно определяется глубина заложения фундамента, а с помощью сверления или подкопа с использованием Г-образного шупа - и ширина подошвы. При обследовании свайных фундаментов замеряется сечение свай и интервал между ними (на 1 п.м. длины фундамента).

Особо тщательно осматривают узлы сопряжения фундаментов с другими конструкциями: свай с ростверком, отдельных фундаментов с фундаментными балками и колоннами, ленточных фундаментов со стенами. При обнаружении в конструкции фундаментов дефектов производится его дополнительное обследование физическими или механическими методами. Для определения класса бетона обычно используются методы пластического деформирования, а для обнаружения скрытых дефектов – ультразвук.



Пример устройства шурфов для обследования несимметричных фундаментов стен



Пример устройства шурфа для обследования симметричного фундамента внутренней стены

Для определения габаритов несимметричных столбчатых фундаментов необходимо шурфы назначать в углах с двух взаимно противоположных сторон.

После выполнения работ по обследованию фундамента шурф послойно засыпается грунтом, утрамбовывается, а затем восстанавливается отмостка.

Результаты обследования фундаментов завершаются составлением технического заключения, где приводятся данные изучения архивных материалов: конструктивные изменения здания в период эксплуатации, даты экстремальных подтоплений грунтовыми технологическими водами, произошедшие деформации фундаментов, изменения технологических (эксплуатационных) нагрузок и пр. Кроме того, представляются эскизы конструкций фундаментов с указанием основных размеров и глубины заложения, а также результаты исследования прочности материала фундамента.

Глубина выработок (шурфов) зависит от сложности геологического строения, условий обводнения, глубины заложения и конструктивных особенностей фундаментов.

Сечение шурфа определяется конструктивными особенностями и глубиной заложения фундаментов и должно быть достаточным для отбора проб грунта ненарушенной структуры.

Шурфы, проходимые в неустойчивых и рыхлых грунтах, а также при глубине свыше 2 м, требуют крепления.

Каждый шурф описывается с инженерно-геологической точки зрения. Для этого зачищается стенка, вскрывающая грунты в естественном залегании, по которой ведется описание вскрытых отложений сверху вниз.

Решению вопроса о необходимости выполнения усиления фундаментов и выборе способа усиления должны предшествовать инженерно-геологические изыскания обследование конструкций существующих фундаментов.

При проведении инженерно-геологических изысканий исследуются свойства грунтов основания непосредственно в пределах глубины заложения фундаментов и под их подошвой, а также на глубину сжимаемой толщи. Количество геологических выработок, скважин и шурфов, назначают в зависимости от размеров сооружения в



плане, его типа, этажности, материала, протяженности и количества несущих стен и отдельно стоящих опор, наличия подвалов и подземных коммуникаций, сложности рельефа площадки, характера окружающей застройки, наличия архивных сведений о данном сооружении и проводившихся на площадке в предшествующие годы инженерно-геологических изысканиях. В общем случае количество разведочных скважин должно быть не менее трех, количество шурfov - не менее пяти, закладываемых в местах, наиболее характерных для определения конструкций обследуемых фундаментов и приуроченных к наиболее выраженным деформациям конструкций.

Целью инженерно-геологических изысканий является определение физико-механических и деформативных характеристик грунтов основания, а также определение положения уровня подземных вод, в том числе, с учетом его сезонных колебаний и химического состава для уточнения характера и степени агрессивности по отношению к материалу фундаментов.

Обследование фундаментов включает выявление конструкции, определение геометрических размеров и формы, характера и материала кладки фундаментов, а также механической прочности материала кладки и связующего раствора, определение наличия, типа и материала гидроизоляции - горизонтальной и вертикальной. Подлежит расчету и величина фактического давления сооружения в отдельных его частях и в целом на грунты основания.

В России, несмотря на довольно большой опыт, до настоящего времени существует норм и правил по проектированию фундаментов при реконструкции и реставрации зданий и сооружений. Нет также документов, регламентирующих объем их характера изысканий, выполняемых в комплексе работ по обследованию эксплуатируемых зданий и сооружений.

Фактическое давление на грунты основания, уплотнившиеся под воздействием длительной нагрузки от здания рассчитывали по допускаемому давлению, принимаемому для нового строительства, с повышающими коэффициентами 1.1 - 1.5, в зависимости от вида грунта. Давление под подошвой фундаментов для всех случаев реконструкции разрешалось увеличивать до значений, превышающих допустимое по нормам нового строительства на 40%, но лишь в том случае, если внесущих конструкциях реконструируемого здания отсутствуют трещины отнеравномерных осадок. СНиП II-Б.1-62\* разрешалось повышать допускаемое давление на грунты под существующими фундаментами, при их достаточной прочности, до 20%. Для предварительных расчетов, новое допускаемое давление на уплотненные грунты основания  $R''$  рекомендовалось определять по формуле

$$R'' = k \cdot R,$$

где  $R''$  - нормативное сопротивление грунта основания, определяемое для нового строительства

$k$  - коэффициент увеличения сопротивления грунта, зависящий от соотношения  $p/R$ ;

$p$  - фактическое давление на грунты основания до реконструкции, МПа

#### Значения коэффициента "k"

$n$	$p/R$	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
		1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0

Коэффициент "k" применим при следующих условиях:

- срок службы реконструируемого здания не менее 3 лет для песчаных грунтов, 5 лет для суглинков и супесей, 8 лет для глин;

- здание не должно иметь трещин, деформаций и прочих свидетельствнеравномерных осадок;

Если фактическое давление оказывается больше  $R$ , то необходимо увеличение площади подошвы фундаментов, дополнительное заглубление или другой вид усиления фундаментов или

искусственное улучшение строительных свойств грунтов основания. Введение повышающего коэффициента к величине допускаемого давления исходя только из срока службы здания и фактического давления на грунты основания тем не менее не решают полностью проблему дальнейшей безопасности эксплуатации зданий, так как при этом не учитываются возможные деформации. Кроме того, не принимаются в расчет предельно допустимые для данного сооружения осадки и его способность противодействовать развитию неравномерных осадок.

При этом следует иметь в виду, что наряду с решением многих задач, связанных с усилением фундаментов, правильному решению проблемы в значительной степени способствует выявление конструктивной схемы здания и определение действующих в уровне фундаментов нагрузок.

В конечном счете, решение вопроса о возможности передачи дополнительных нагрузок на существующие фундаменты и грунты основания, а также необходимость их усиления остается за проектировщиком и зависит от его опыта интуиции.

Номенклатура грунтовдается в соответствии с требованиями главы СНиП 2.02.01-83 и ГОСТ 25100-82. Особое внимание уделяется наличию неблагоприятных грунтов: насыпных с бытовыми отходами и органикой, заторфованных, оглеенных, просадочных засоленных и т.д.

Для сыпучих грунтов обязательно отмечается плотность, а для связных - пластичность и их изменение по разрезу.

Из каждой вскрытой литологической разности отбираются пробы грунта для лабораторных исследований. Образцы отбираются непосредственно из под подошвы фундамента или на глубине 1/2 ширины подошвы фундамента в металлические обоймы: для песков  $D = 150$  мм,  $H = 200$  мм; для связных грунтов  $D = 200$  мм,  $H = 250$  мм.

Количество образцов ненарушенной структуры, отбираемое из каждой разности грунтов, определяется требованием главы СНиП 2.02.01-83 и ГОСТ 20522-75.

Отбор образцов грунта, их упаковка и доставка в лабораторию следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 12071-84.

В процессе обследовательских работ обязательно определяются условия обводнения грунтов сжимаемой зоны. Определяется установившийся уровень грунтовых вод, водоупор, вмещающие отложения, область питания, генезис водоносного горизонта и расчетный уровень грунтовых вод с учетом сезонного его колебания.

Для определения геолого-литологических условий площадки дается прогноз повышения уровня грунтовых вод.

Лабораторные исследования химического состава грунтовой воды проводятся с целью выяснения степени ее агрессивности по отношению к материалам фундаментов и различных конструкций и ее химической активности по отношению к грунтам и должны соответствовать требованиям СНиП-2.03.11-85.

Для инженерно-геологической оценки химического состава грунтовой воды достаточно проводить стандартный сокращенный химический анализ.

Из выработок ниже фундамента на 1/2 его ширины отбираются пробы грунта ненарушенной структуры каждой литологической разности для лабораторных исследований физико-механических свойств. Количество проб каждой литологической разности должно составлять не менее 8, а при отсутствии материалов предыдущих изысканий не менее 10.

Выше основания фундаментов отбираются пробы грунта ненарушенной структуры для определения номенклатуры грунта и объемного веса.

В случае появления воды, замеряется появившийся и установившийся уровень. Устанавливается генезис. Отбираются пробы воды для химического анализа. 4.51. В результате натурного обследования оснований фундаментов должны быть получены материалы, достаточные для оценки геолого-литологических особенностей сжимаемой толщи и условий ее обводнения с выделением геолого-литологических видов.

В процессе обследования должны быть выявлены геологические и инженерно-геологические процессы и явления:

- суффозия;
- подтопление;
- выщелачивание;
- карст;
- оползни и т.д.

Лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов проводятся с целью:

- уточнения номенклатуры грунтов оснований фундаментов;
- уточнения границ инженерно-геологических элементов;
- получения расчетных значений объемного веса  $\gamma_0$ ,
- угла внутреннего трения  $\phi$ , удельного сцепления  $C$ , модуля общей деформации  $E_0$ .

Для песчаных грунтов следует проводить сокращенный комплекс: сдвиговые исследования и сопутствующие определения.

Для связных грунтов проводится полный комплекс физико-механических свойств грунтов с ненарушенной структурой.

Для определения химического состава воды достаточно проводить стандартный ее анализ.

Деформации сооружения, связанные с деформациями оснований фундаментов, с инженерно-геологической точки зрения могут быть обусловлены:

- наличием под всем сооружением или зданием, или под их частями слабых грунтов, для которых характерны неравномерные длительные осадки: насыпных, включающих органику, строительный и бытовой мусор; оглеенных, оторфованных, слабых водонасыщенных глинистых грунтов;
- наличием грунтов, резко меняющих свои свойства при увлажнении: просадочных лессовых отложений, набухающих грунтов с давлением набухания выше 0,2 МПа (2 кгс/см<sup>2</sup>), засоленных;
- сложными условиями обводнения - наличием нескольких водоносных горизонтов, наличием напорных вод;
- развитием геологических и инженерно-геологических процессов и явлений: подтопление застраиваемой территории, с которой может быть связано изменение состояния прочности и деформационного поведения глинистых грунтов; резкие колебания уровня грунтовых вод, гидравлически связанных с эрозионной сетью, с которыми могут быть связана суффозия и периодическое изменение плотности отложений в зоне сезонных колебаний; наличием постоянных неконтролируемых утечек из водонесущих коммуникаций и водосодержащих емкостей, приводящих к суффозионному выносу, химическому выщелачиванию вмещающих грунтов;
- наличием сыпучих несвязанных грунтов, на которые максимально сказываются колебательные движения, вызываемые работой различных механизмов и станков.

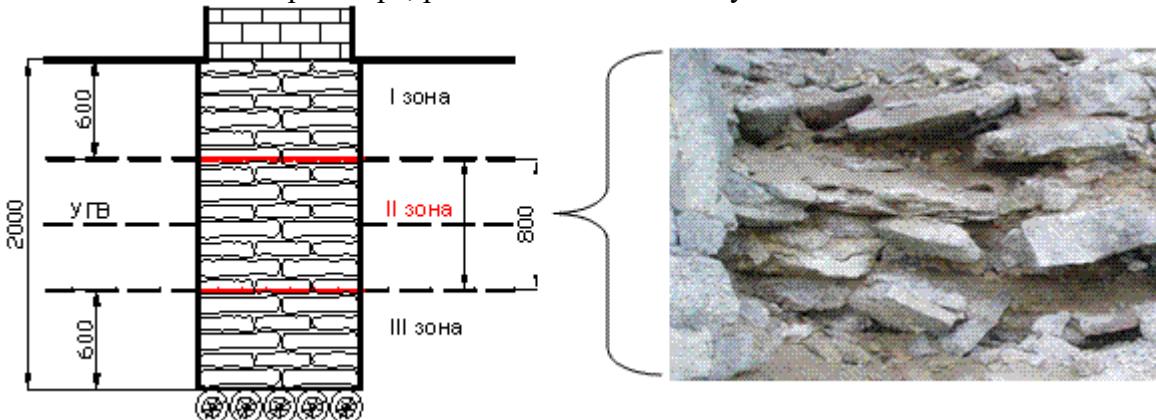
Задача обследования - установление взаимосвязи отдельных водоносных горизонтов и влияния условий обводнения на состав и состояние грунтов сжимаемой зоны.

Для зданий Санкт-Петербурга, построенных до первой четверти XX века, фундаменты возводились в основном бутовые и выполнялись из известнякового камня на известковом растворе. Многолетний опыт проведения обследований подобных конструкций показывает, что бутовые фундаменты за более чем вековой период их эксплуатации, получают разрушения (физический износ) с потерей сплошности и снижением прочностных характеристик. Ниже представлены наиболее типичные фотографии внешней стороны кладки бутовых фундаментов, полученные из шурфов.



Фотографии внешней стороны кладки бутовых фундаментов со следами физического износа и снижением прочностных свойств.

В наибольшей степени разрушение кладки бутовых фундаментов выполненных из известкового камня происходит в местах переменного уровня грунтовых вод. Эти явления связаны в первую очередь с многочисленными (до 30 раз в год) колебаниями грунтовых вод вследствие проявления нагонных наводнений в Санкт-Петербурге. Периодические колебания грунтовых вод, изменяя состояние бутовой кладки по влажности, вызывают, прежде всего, разрушение известкового раствора, расположенного между отдельными камнями кладки.



Зонирование бутового фундамента по распределению интенсивности деструктивных процессов, обусловленных грунтовыми водами.

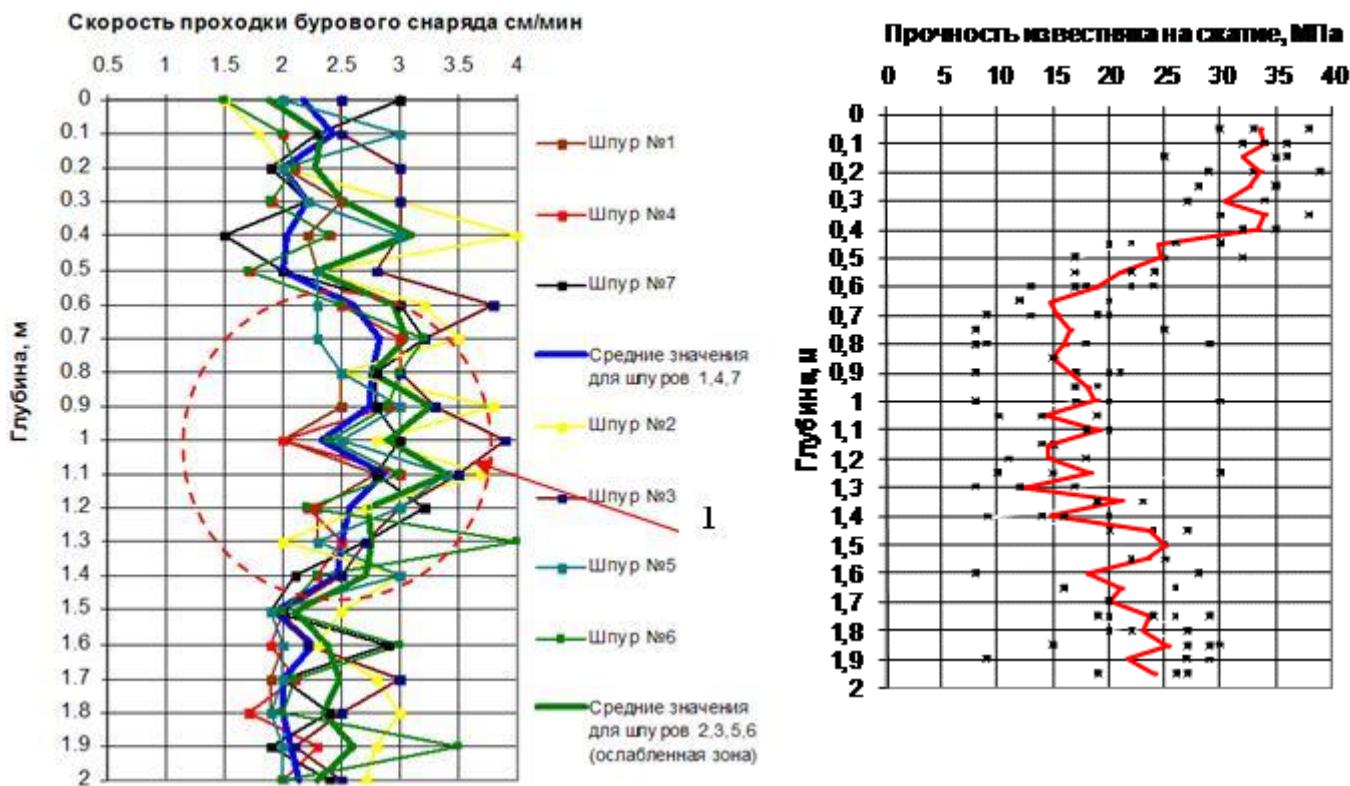
В результате такого выветривания известковые камни бутовой кладки теряют связь между собой, а это делает всю конструкцию фундамента уязвимой к динамическим воздействиям.

Если рассматривать период до начала XX века, то такая кладка бутового фундамента, не испытывая динамического фона колебаний от движущегося уличного транспорта, удовлетворительно воспринимала статические нагрузки и была достаточно безопасной.

В наше время существующий постоянный фон динамических колебаний от движущегося многочисленного транспорта вызывает колебания не связанных между собой камней бутовой кладки, и тем самым, способствует развитию дополнительных неравномерных осадок фундаментов, а, следовательно, и появлению трещин в конструкции зданий. Надежность такого фундамента низка и конструкция, безусловно, требует выполнения работ по усилению (созданию монолитности, сплошности).

Прямым методом определения степени разрушения бутового камня и известкового раствора в теле фундамента является метод бурения исследовательских скважин небольшого диаметра. В этом случае уже в период проведения обследования, по скорости проходки бурового снаряда можно судить о прочностных свойствах (монолитности, сплошности) бутовой кладки. Ниже представлена опытная графическая зависимость скорости проходки бурового снаряда по глубине тела фундамента, полученная по многочисленным исследованиям. Из представленных материалов видно, что повышенная скорость проходки (со средней скоростью

2,5...2,8 см/мин) соответствует глубине от 0,6 м до 1,45 м. Именно этот интервал глубин соответствует переменному уровню грунтовых вод (УГВ), или II зоне.



Графики скорости проходки бурового снаряда: 1 – ослабленная зона в бутовой кладке фундаментов (повышенная скорость проходки)

График изменения прочности известняка по высоте фундамента

Проведение буровых работ по телу фундамента позволяет извлечь керн и провести лабораторные испытания известкового камня на прочность. Данная графическая зависимость достаточно наглядно показывает на зону пониженной прочности камня и, следовательно, позволяет оценить прочность всей бутовой кладки фундамента в целом.

Для большей объективности выявления возможных зон пониженной прочности бутовой кладки фундамента, в настоящее время практикуется методика оценки состояния тела фундамента с использованием мини-телецамеры. В этом случае в пробуренную скважину диаметром 40 мм в теле фундамента, опускается мини-телецамера и производится видеосъемка и фотографирование состояния бутовой кладки фундамента из скважины. На фотографиях видеосъемки хорошо различимы незаполненные полости различных размеров, расположенные на различных глубинах.

Такая методика обследования позволяет получить более наглядную картину состояния разрушения (износа) конструкций бутового фундамента и принять решение о необходимости его усиления. В случае же предполагаемого дополнительного нагружения фундаментов вследствие реконструкции, представленная методика обследования фундаментов становится наиболее актуальной.

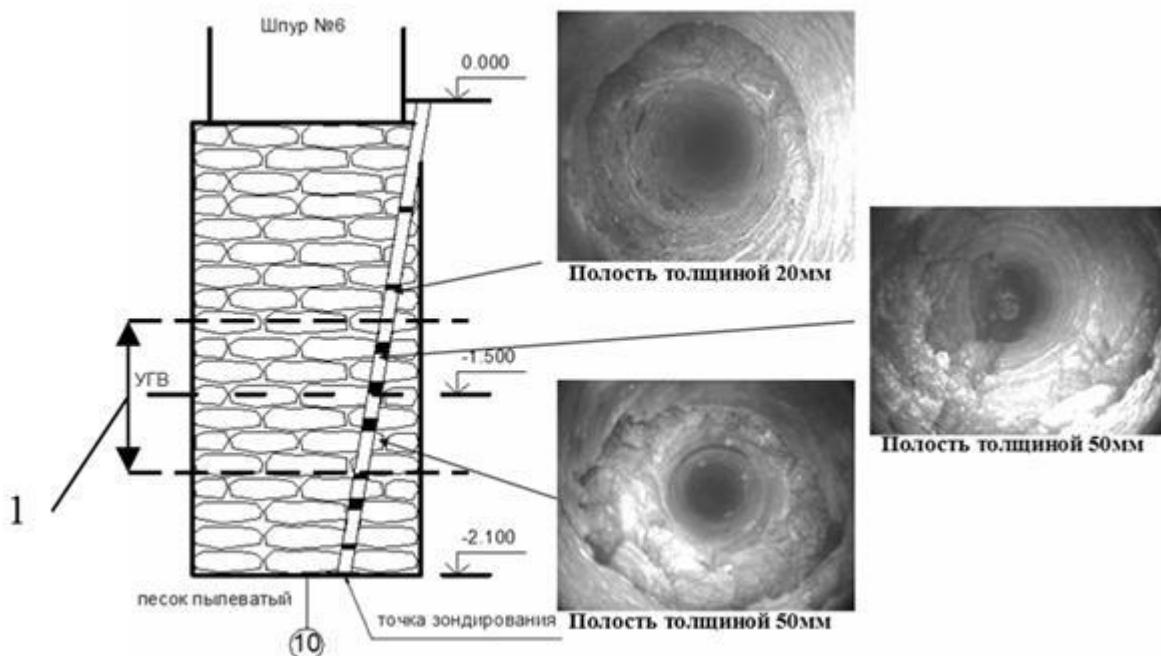


Схема буровой скважины с фрагментами видеосъёмки наиболее характерных полостей в теле фундамента: 1 - зона переменного положения УГВ.

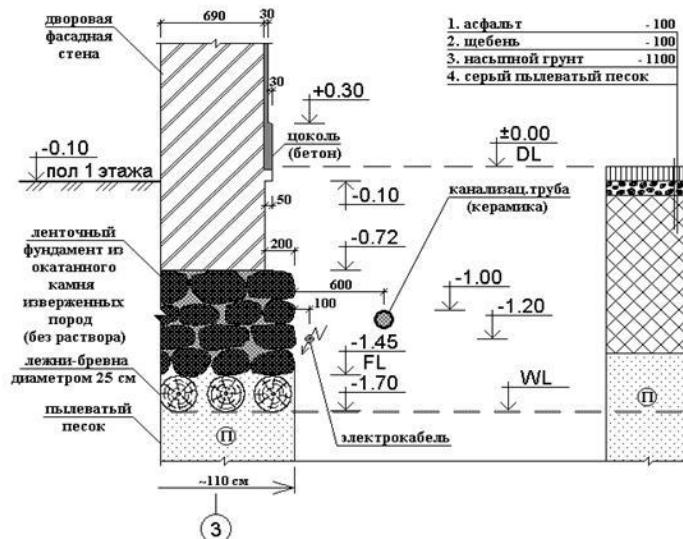
Следует подчеркнуть, что степень выветрелости (износа) бутовой кладки фундаментов, определяемая в момент обследования в отдельных точках, является не однородной даже для одного и того же здания. Это явление зависит от многочисленных факторов и в том числе от состояния материала и условий эксплуатации здания. Для уточнения размеров разрушений фундаментов в той или иной степени, могут быть использованы различные дополнительные методики геофизических исследований.

Другой особенностью большинства зданий исторического центра Санкт-Петербурга являются ленточные бутовые фундаменты, под подошвой которых расположены деревянные лежни. При средней глубине заложения 2...2,5 м подошва бутовых фундаментов и деревянные лежни под ними в период постройки располагались ниже уровня грунтовых вод.

Конструктивное решение, с расположением деревянных лежней в изолированной среде с низким содержанием газов (ниже уровня грунтовых вод), позволяет эксплуатировать данную конструкцию в надежном состоянии достаточно долго. Так при реконструкции опор «Горбатого мостика» Ч. Камерона в Павловском парке, дата постройки которого относится к концу 18 века, в основании были обнаружены деревянные лежни диаметром до 40 см сохранившиеся в прекрасном состоянии. Более 200 лет данные конструктивные элементы, расположенные на глубине около 3 м и ниже грунтовых вод, выполняли свою функцию.

В случае же понижения уровня грунтовых вод ниже отметки заложения лежней либо повышения температуры воды вследствие утечек из теплосети, древесина лежней подвергается гниению. Процесс гниения лежней в этом случае может протекать настолько интенсивно, что уже через 3...5 лет дерево может превратиться практически в труху, что неизбежно является причиной развития дополнительных неравномерных осадок уплотнения.

По результатам откопки шурфов представлены поперечные сечения по фундаментам обследуемого здания по ул. Гражданской в Санкт-Петербурге.

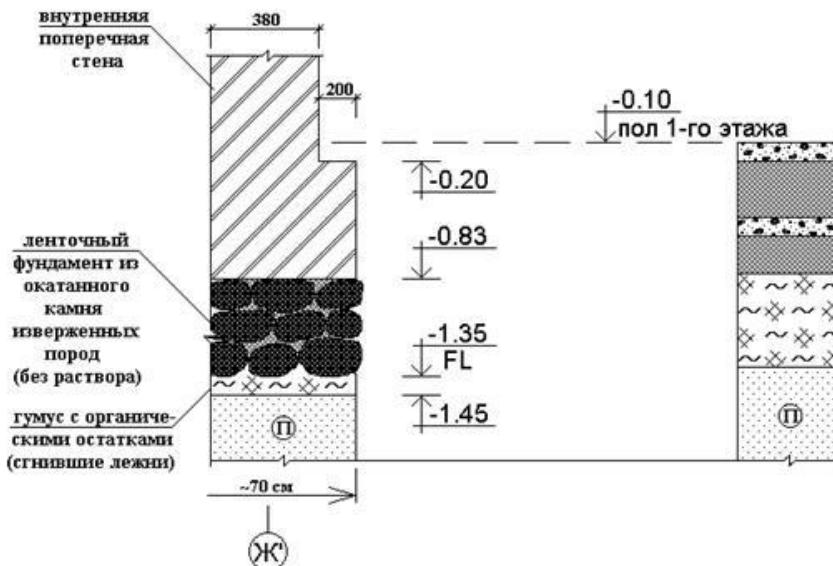


Поперечный разрез по фундаменту (по результатам откопки шурфа) с характерной схемой состояния бутового камня и деревянных лежней.

Бутовый ленточный фундамент под наружную стену здания имеет высоту всего 70...80 см под подошвой которого расположены деревянные лежни-бревна диаметром 25 см. В последние годы эксплуатации здания уровень грунтовых вод (WL) опустился до отметки низа лежней, что создало условия гниения древесины.

Конечный результат процесса гниения деревянных лежней отчетливо просматривается на рисунке ниже, где первоначально уложенных бревен уже фактически нет, а наблюдаются лишь остатки гумуса. Данное состояние было отмечено под фундаментами средней стены обследуемого здания, которые имеют значительно меньшую высоту (50 см) и глубину заложения по сравнению с фундаментами наружных стен.

Представленное состояние конструкций фундаментов для существующего здания, построенного более 150 лет назад, было определено по результатам предварительных обследовательских работ. Обследование же конструкций данного здания было вызвано появлением и развитием трещин в отделке и несущих конструкциях стен.



Поперечный разрез по фундаменту (по результатам откопки шурфа) с характерной схемой состояния бутового камня и сгнившими деревянными лежнями.

Нетрудно представить, что причиной развития трещин в конструкциях обследуемого здания явились неравномерные осадки, вызванные в первую очередь гниением деревянных лежней в напряженной зоне оснований – контактном слое.



вызывающие появление трещин в кирпичных несущих стенах. Перегруженное основание таких зданий в настоящие времена находится в состоянии предельного равновесия, вызывая перераспределение усилий в надземных конструкциях, т.е. включает в работу каркас сооружения. В результате усилия, возникающие в несущих конструкциях каркаса сооружения, во многих случаях оказываются выше предельно допустимых величин, что вызывает появление и постепенное раскрытие трещин.

Наличие трещин, особенно в несущих кирпичных стенах исторических сооружений, можно обнаружить не только инструментально, но и наблюдать визуально. Такие здания, с визуально наблюдаемыми трещинами в стенах, встречаются довольно часто и они, безусловно, нуждаются в проведении ремонтно-восстановительных работ. В этом случае следует подчеркнуть, что восстанавливать фасады, лепнину таких зданий, следует после достижения стабилизации (выравнивания) осадок фундаментов, т.е. бороться нужно в первую очередь с причинами данного явления, а не с последствиями. Если будут устранены недопустимые осадки фундаментов таких зданий, то проведение работ по восстановлению фасадов будет вполне оправдано, т.к. позволит сохранить данные здания без появления видимых трещин на длительный период эксплуатации.



Следует подчеркнуть, что проводить в современных условиях реконструкцию зданий, имеющих перегруженное основание (возведение этажа или мансарды), без выполнения работ по усилению данного основания, не представляется возможным.

Таким образом, решения, связанные с дополнительным нагружением существующих бутовых фундаментов, имеющих фактически значительный износ (многолетний период эксплуатации), должны быть тщательно обоснованы с учётом рассмотрения нескольких последовательных положений:

1. Определение степени прочности и сплошности тела бутовой кладки фундамента.
2. Наличие и состояние деревянных лежней под подошвой фундамента.
3. Определения физико-механических

характеристик грунтов основания, расположенных непосредственно под подошвой.

4. Оценки несущей способности оснований (выполнение расчётов по I и II предельным состояниям).

## ГЛАВА 3. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛЬЯ III ГРУППЫ КАПИТАЛЬНОСТИ



Рисунок 3.3. Варианты архитектурной проработки фасадов для выявления специфики типологии реконструируемого жилья (район «Культбаза», г. Ижевск)

На этапе проектирования объемно-планировочных решений является определение специфики типологии жилищного строительства в соответствии с современной классификацией. Несмотря на то, что здания III группы капитальности относятся к традиционному жилью, ставившиеся при их проектировании государственные жилищные программы требовали выработки типовых решений. Именно на этих домах отрабатывались подходы к созданию блок-секций, объединенных общим объемно-планировочным, конструктивным, образном решением.

Несколько квартир объединялись на одной поэтажной лестничной площадке в объемно-планировочную ячейку, имеющую общие узлы вертикальных коммуникаций. Как правило, из-за сложности устройства температурных, осадочных и деформационных швов в конструкциях ленточных бутовых или монолитных фундаментов, а также по экономическим соображениям, - возводились, в основном, односекционные жилые дома на 8-12 квартир.

На основе этих разработок возникли серии 1-201-13, 1-201-18, 1-203 среднеплотной застройки для жилья на 2-4 этажа, с высотой этажа 3,0 или 3,3 м. В планировке внутренних помещений многоквартирных малоэтажных домов наиболее часто применялся коридорно-секционный компоновочный вариант.

Несмотря на сложные военные и послевоенные условия, жилье III группы капитальности возводилось и в особо комфортном варианте: с двумя квартирами на поэтажной площадке. Квартиры в такой секции имеют сквозное проветривание, поэтому секция не ограничивается по ориентации и климатической зоне.

Секции, имеющие сквозное проветривание, называются *широкими*. Если на площадке расположено 3 и более квартир, секция называется *меридиональной* и будет иметь ограничения по ориентации. Наличие однокомнатной квартиры в секции делает ее меридиональной ориентации.

Сегодня секционные дома - наиболее востребованный на рынке недвижимости планировочный тип жилого дома. По условиям ориентации по сторонам света и обеспечения инсоляции квартир секции многосекционных жилых зданий по СП 31-107-2004 «Архитектурно-планировочные решения многоквартирных жилых зданий» регламентируются

- универсальной (неограниченной) ориентации;
- частично ограниченной ориентации (широкие);
- ограниченной ориентации (меридиональные).

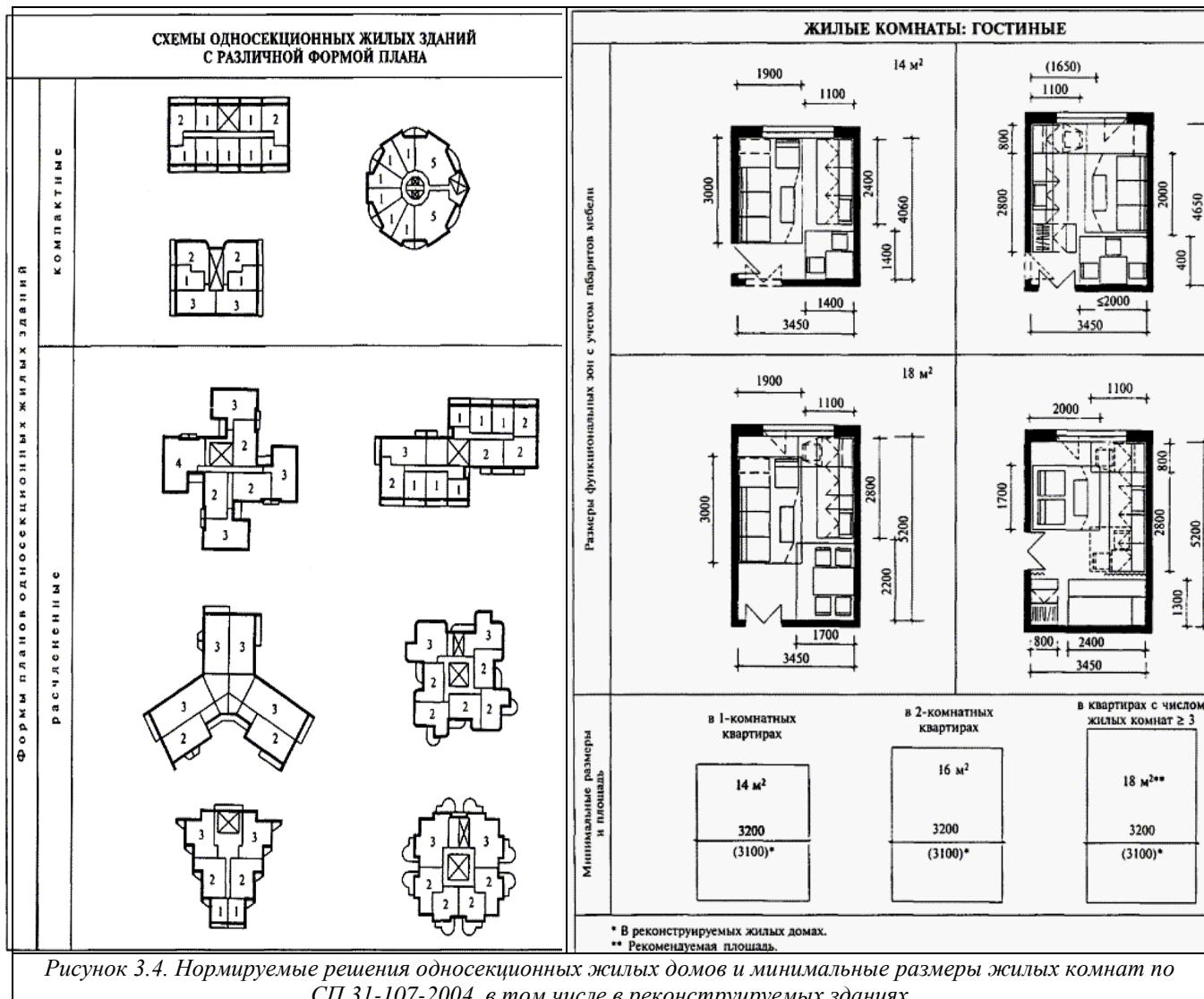
Рекомендуемые варианты решений по количеству квартир и уровней в квартирах секций различной ориентации даны в табл. 4.1 СП 31-107-2004 (см. табл. 3.1).

**Таблица 3.1. Рекомендуемые варианты решений по количеству квартир и уровней в квартирах секций различной ориентации**

Классификация секции по ориентации	Количество квартир	Количество уровней в квартире
Универсальная (неограниченная)	1; 2	1
	4 - 8	2 - 3
Частично ограниченная (широтная)	3 - 7	1 - 2
Ограниченнная (меридиональная)	5 - 8 (до 16 <sup>*</sup> )	1 - 2

\* Указано максимальное количество при плане со сдвигкой.

К примеру, Нижнее Поволжье расположено в климатической зоне 3-В, где предусмотрена обязательная инсоляция каждого жилого помещения в течение 2,5 часов ежедневно. Это условие диктует ограничение ориентации меридиональной секции. Однокомнатные квартиры в доме должны быть ориентированы на благоприятную сторону горизонта: на восток, на юго-восток, на северо-восток. Ориентация на юг, юго-запад и запад считается неблагоприятной.



Варьирование простыми конструктивными схемами высокой мобильности и возможность использования унифицированных элементов - делают дома секционного типа наиболее

распространенными в условиях городского и сельского строительства. Увеличение числа квартир на поэтажной площадке понижает стоимость секций и одновременно понижает степень ее удобства. Для увеличения этажности на один этаж в секционных домах на последнем этаже могут быть применены двухуровневые, так называемые дуплексные квартиры. Делать дуплексы на других этажах, кроме последнего, не имеет смысла, так как вертикальная коммуникация секции, лестница, работает вхолостую.

До конца XX века в проектировании жилья учитывался демографический состав населения, в техническое задание закладывались усредненные показатели численности семей. В настоящее время данные переписей, дающие средний демографический состав населения, используются не только для проектирования так называемых муниципальных домов, но и являются важной маркетинговой информацией, наиболее точно отражающей реальные потребности рынка недвижимости.

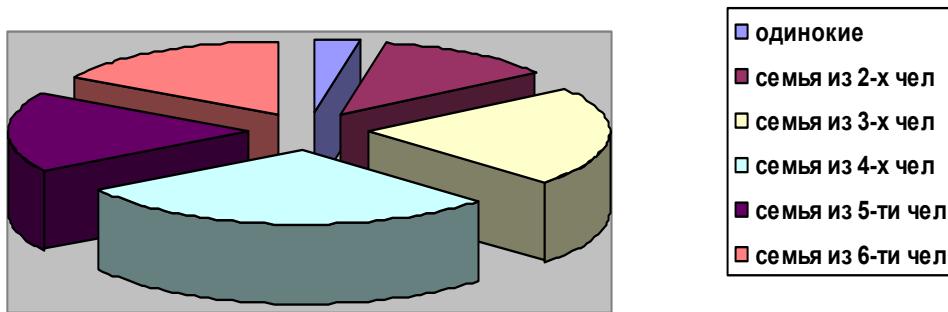


Рисунок 3. 8. Демографический состав в Российской Федерации: одинокие граждане - 3%; семьи из двух человек - 12%; семьи из трех человек - 22%; семьи из четырех человек - 29%; семьи из пяти человек - 18%; семьи из шести человек и более 16%.

Считается, что оптимальное число комнат должно превышать число проживающих на одну общую комнату – гостиную. В этом случае все члены семьи могут существовать комфортно и удобно. Вместе с тем, постоянно растущие, неоправданные экономически и социально жилищно-коммунальные платежи – сковывают развитие рынка недвижимости. Наиболее востребованными на рынке жилья сегодня являются 2-х и 3-х комнатные квартиры с изолированными комнатами.

Краткая характеристика жилого дома по ул. С.Ковалевской, д. 2:

- размеры в осях 20,1 x 14,4 м;
- высота этажа 3,0 м;
- объем здания - 1816 м<sup>3</sup>;
- жилая площадь – 605,4 м<sup>2</sup>;
- общее количество квартир – 8;
- двухкомнатных – 6;
- трехкомнатных - 2.

Рисунок 3.5. Жилой дом по ул. С.Ковалевской, д. 2: общий вид



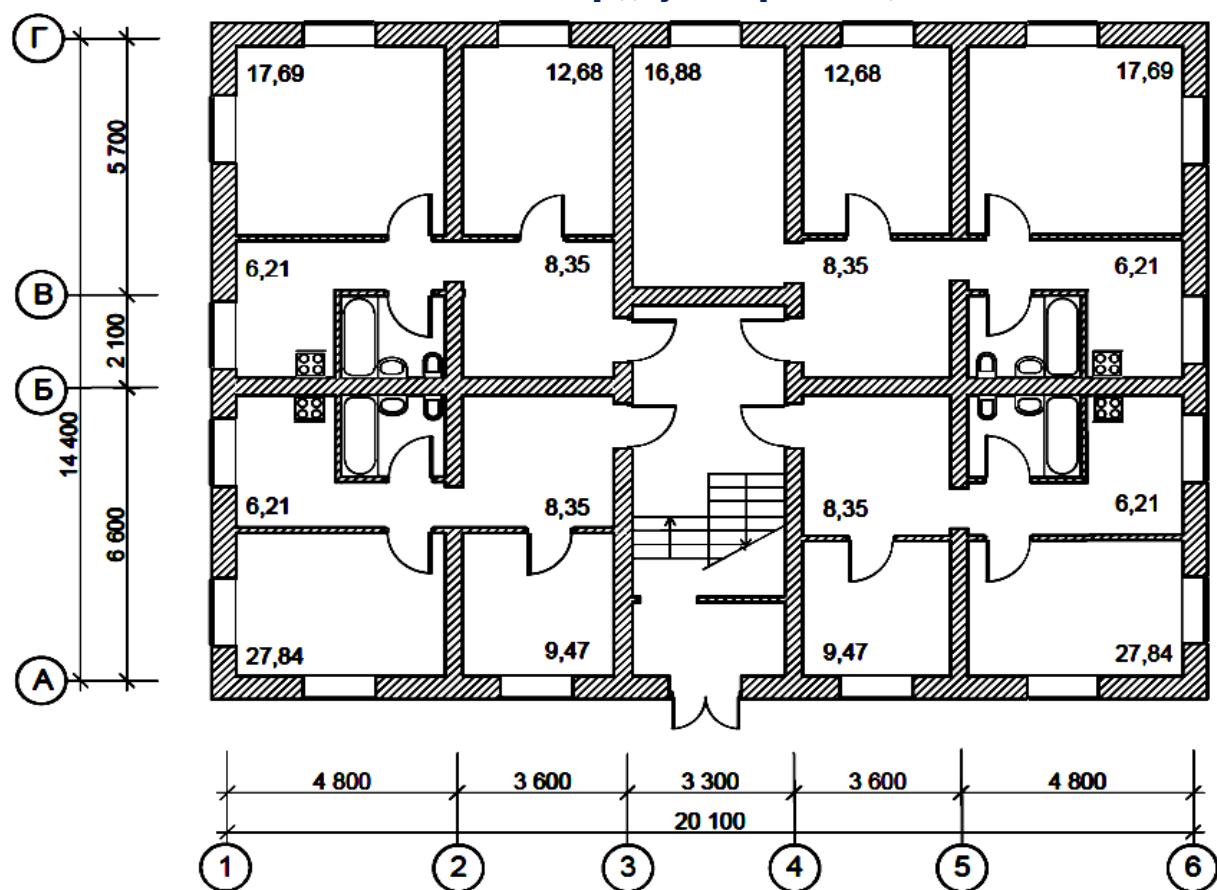


Рисунок 3.6. Планировка дома до реконструкции

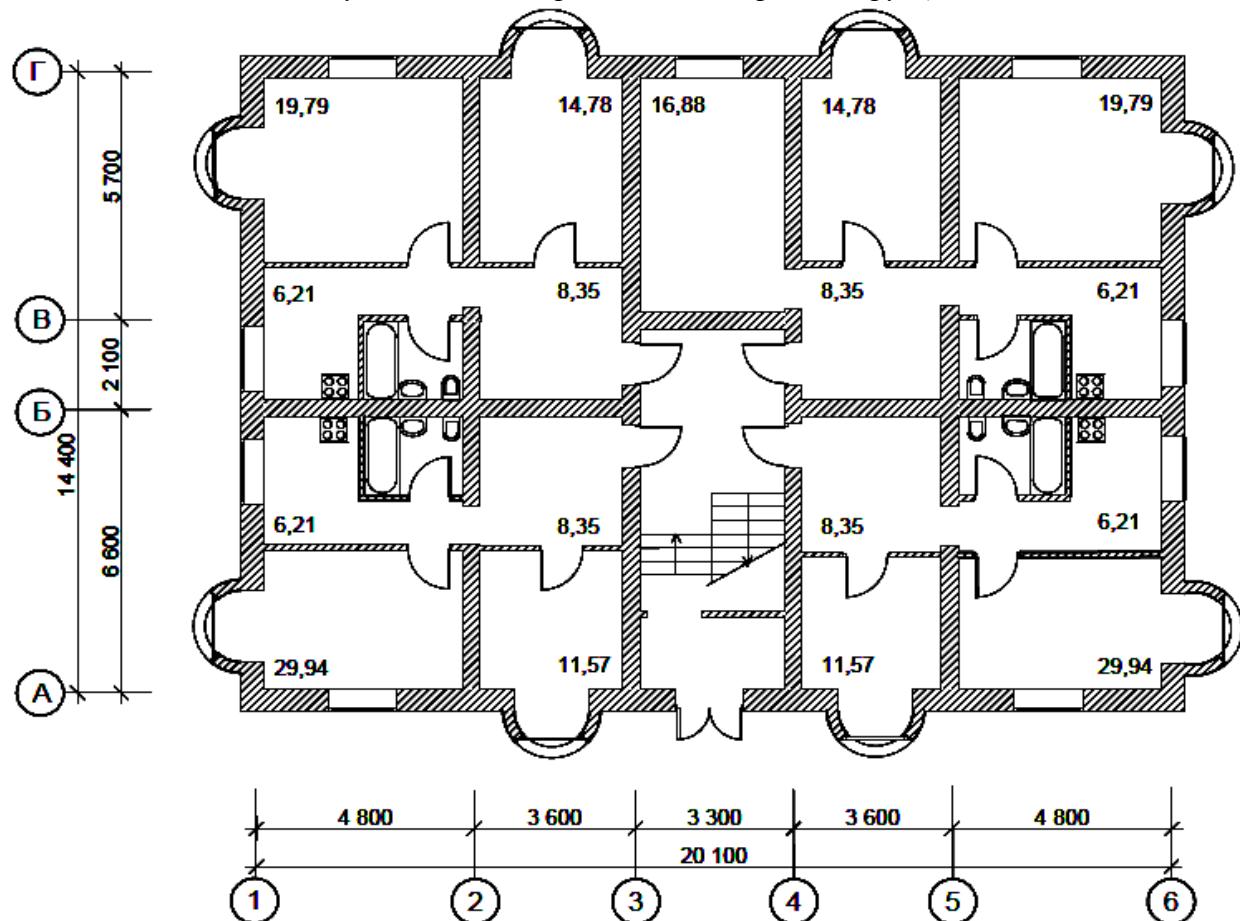


Рисунок 3.7. Планировка дома после реконструкции

Маркетинговые исследования показали, что большинство граждан желало бы улучшить жилищные условия не менее чем на 25%, оставаясь в том же микрорайоне, то есть без резкого изменения социально-бытовой инфраструктуры (место работы, детские сады и школы, поликлиники т.п.). Поэтому объемно-планировочные решения должны дать в результате возможность удовлетворить эти потребительские запросы рынка.

Рассмотрим планировку двухэтажного одноподъездного жилого дома с поперечными несущими стенами (г. Ижевск, ул. С.Ковалевской, д. 2). Это весьма распространенный тип односекционного дома III группы капитальности, применяющийся в различных климатических зонах.

СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные», в зависимости от социальная норма площади жилья (размер площади жилья, приходящийся на одного человека в соответствии со ст. 1 ист. 11 Закона Российской Федерации «Об основах федеральной жилищной политики») устанавливает минимальные размеры площади квартир (см. табл. 3.2). Первая цифра для так называемой планировки «А», то есть малогабаритных квартир, а вторая – для планировки «Б», полногабаритных квартир.

**Таблица 3.2. Минимальная площадь квартир для планировок типа «А» и «Б»**

Число жилых комнат	1	2	3	4	5	6
Рекомендуемая площадь квартир, м <sup>2</sup>	28 - 38	44 - 53	56 - 65	70 - 77	84 - 96	103 - 109

Наиболее ценной в составе общей площади является жилая площадь. Если мы рассмотрим планировку односекционного дома по ул. С. Ковалевской до реконструкции (рис. 3.6), то заметим, что моральный износ такой планировки еще не наступил, т.к. в сравнении с данными табл. 3.2 объемно-планировочные решения начала 50-х годов прошлого столетия практически соответствуют современным требованиям к полногабаритным квартирам.

При устройстве овальных эркеров в гостиных квартира приобретает параметры, выше средних требований к полногабаритным квартирам с учетом высоты потолков.

**Таблица 3.3. Анализ изменений объемно-планировочного решения при реконструкции**

Помещения квартиры	Двухкомнатная квартира				Трехкомнатная квартира	
	1 типа		2 типа		До рек-ции	После рек-ции
	До рек-ции	После рек-ции	До рек-ции	После рек-ции		
Прихожая	8.35 м <sup>2</sup>	8.35 м <sup>2</sup>	8.35 м <sup>2</sup>	8.35 м <sup>2</sup>	8.35 м <sup>2</sup>	8.35 м <sup>2</sup>
Спальня	12,68 м <sup>2</sup>	14.78 м <sup>2</sup>	9.47 м <sup>2</sup>	11.57 м <sup>2</sup>	12,68 м <sup>2</sup>	14.78 м <sup>2</sup>
Спальня	-				16,88 м <sup>2</sup>	16.88 м <sup>2</sup>
Гостиная	17,69 м <sup>2</sup>	19.79 м <sup>2</sup>	27.84 м <sup>2</sup>	29.94 м <sup>2</sup>	17,69 м <sup>2</sup>	19.79 м <sup>2</sup>
Кухня (с встроенным совмещенным санузлом)	6.21 м <sup>2</sup>	6.21 м <sup>2</sup>	6.21 м <sup>2</sup>	6.21 м <sup>2</sup>	6.21 м <sup>2</sup>	6.21 м <sup>2</sup>
Итого	44.93 м <sup>2</sup>	49,13 м <sup>2</sup>	51.87 м <sup>2</sup>	56.07 м <sup>2</sup>	61.81 м <sup>2</sup>	66.01 м <sup>2</sup>
Прирост жилой площади		4.2 м <sup>2</sup>		4.2 м <sup>2</sup>		4.2 м <sup>2</sup>

Согласно п. 5.3. СНиП 31-01-2003, в квартирах следует предусматривать жилые помещения (комнаты) и подсобные: кухню (или кухню-нишу), переднюю, ванную комнату (или душевую) и уборную (или совмещенный санузел), кладовую (или хозяйственный встроенный шкаф). Устройство вентилируемого сушильного шкафа для верхней одежды и обуви

предусматривается при реконструкции жилого дома в IA, IB, IG и PA климатических подрайонах.

**Таблица 3.4. Минимальные размеры помещений квартир**

Наименование помещений	Минимальная площадь, м <sup>2</sup>	
	в малогабаритных квартирах	в полногабаритных квартирах
Общая комната	15	17
Спальня на двух человек	12	12
Спальня на одного человека	9	9
Кухня	8	9
Кухня-ниша	5	-

При перепланировке следует придерживаться современных требований в отношении минимальных размеров по ширине:

- передней – 1,4 м;
- внутриквартирных коридоров, ведущих в жилые комнаты – 1,0 м;
- остальных коридоров – 0,85 м;
- ванной – 1,5 м;
- освещенного санузла – 1,7 м;
- уборной – 0,85 м (глубина при открывании двери внутрь – 1,5 м; наружу – 1,2 м).

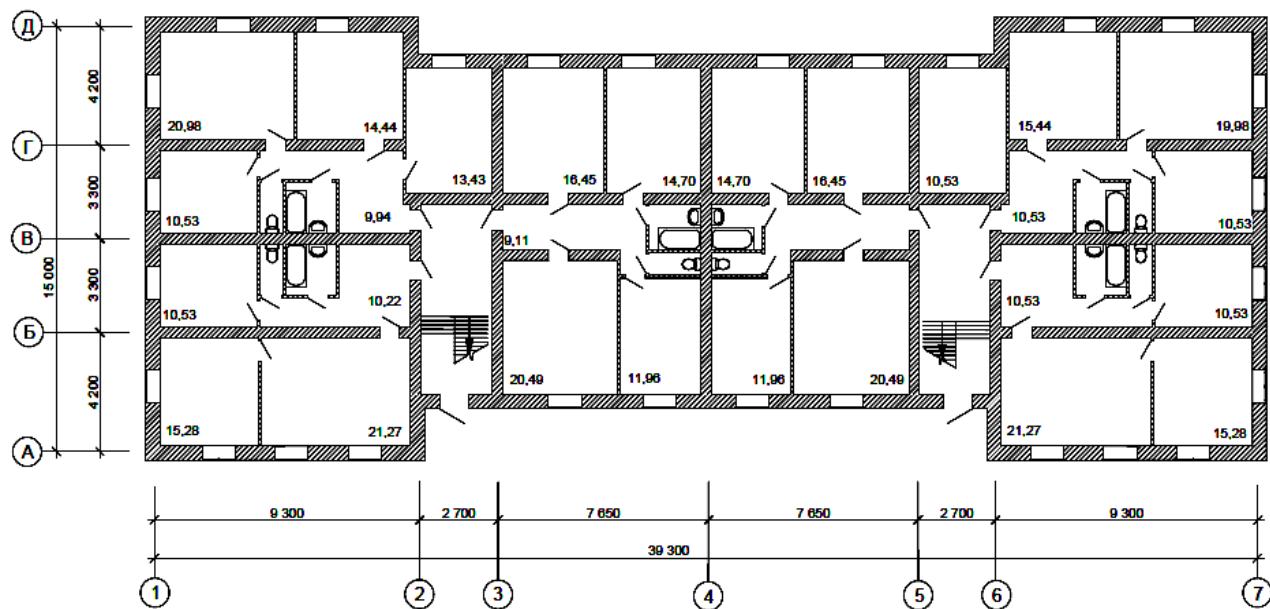
Как можно заметить, удобные планировки жилья III группы капитальности удовлетворяют этим требованиям. Поэтому планировки двухэтажного двухподъездного жилого дома с продольными несущими стенами (например, представленный ниже дом №20 по ул. Циолковского) в проекте реконструкции не претерпевают никаких изменений.

Краткая характеристика дома №20 по ул. Циолковского в г. Ижевске:

- размеры в осях 39,3 x 15,0 м;
- высота этажа 3,0 м;
- объем здания - 3402м<sup>3</sup>;
- жилая площадь – 1123,8м<sup>2</sup>;
- общее число квартир 12;
- двухкомнатных - 4;
- трехкомнатных - 8.



Рисунок 3.9. Дом №20 по ул. Циолковского в г. Ижевске: общий вид и внутренняя планировка



Представленный на рис. 3.9 дом №20 по ул. Циолковского в г. Ижевске состоит из двух спаренных блок-секций. Объемно-планировочное решение предусматривает раздельный санузел. Кроме угловой двухкомнатной квартиры, имеющей проходную комнату, планировка блок-секции вполне отвечает современным требованиям и потребительским предпочтениям, сложившимся на рынке недвижимости.

**Таблица 3.5. Анализ планировки дома двухсекционного типа**

Помещения квартиры	Двухкомнатная квартира		Трехкомнатная квартира
	1 типа	2 типа	
Прихожая	9.94 м <sup>2</sup>	10.22 м <sup>2</sup>	9.11 м <sup>2</sup>
Спальня	14.44 м <sup>2</sup>	15.28 м <sup>2</sup>	14.70 м <sup>2</sup>
Спальня	-		16.45 м <sup>2</sup>
Гостиная	20.98 м <sup>2</sup>	21.27 м <sup>2</sup>	6.21 м <sup>2</sup>
Кухня	10.53 м <sup>2</sup>	10.53 м <sup>2</sup>	20.49 м <sup>2</sup>
Итого	55.89 м <sup>2</sup>	57.30 м <sup>2</sup>	66.96 м <sup>2</sup>

На выбор конструктивного решения здания влияют его объемно-пространственные характеристики и планировочное решение. При системе с несущими поперечными стенами (реже продольными) надо стремиться к унификации шага несущих стен, что дает возможность использовать ограниченный набор типоразмеров перекрытий и других деталей. Наиболее распространенным шагом в осях являются 3,0, 3,60, 4,20, 6,0 м. В отдельных случаях рекомендовано использовать шаг 7,2 м.

Активная зона квартиры формируется гостиной или общей комнатой, площадь которой мы выбираем по таблице. Наилучшие пропорции комнаты 1:1, 1:1,5, прихожей площадью не менее 4 м<sup>2</sup>, санузлом, кухней или кухней-столовой. Кухня проектируется площадью не менее 8 кв. м при ширине не менее 2 м.. Если кухня превышает площадь 9 метров, она считается кухней-столовой.

Проходные комнаты в квартире исключаются, совмещенный санитарный узел разрешается только в однокомнатной квартире.

В тихой зоне или зоне ночных пребывания проектируются спальни, кабинеты, детские комнаты. Оптимальные пропорции комнат -приближающиеся к квадрату.

Зона дневного пребывания (активная) должна располагаться ближе к входу, тихая - на расстоянии от него. Ванная комната, раздельная с санузлом, может находиться в блоке с ним

или раздельно в другой части квартиры. В любом случае надо стремиться к блокировке коммуникационных стояков как внутри одной квартиры, так и соседних квартир. Не допускается расположение санузла, ванной, кухни над гостиной, спальней. В состав квартиры элитного дома могут быть включены гардеробные, в сельском доме - постирочные. Дополнительный состав сельского дома составляют кладовые, расширенная прихожая, летняя кухня и другие помещения.

Расчетная площадь жилых помещений квартиры принимается из расчета не менее 18 кв. м на человека.

Существуют общие требования, которые могут быть сформулированы следующим образом. Квартира подразделяется на функциональные зоны, в зависимости от протекающих в них бытовых процессов. Как отмечает в своей книге И.И. Анисимова, «разделение жилого пространства на зоны, в которых происходят сходные бытовые процессы, существовало во всех традиционных домах с древнейших времен. Этот прием получил название функциональной зонирования. В массовых типах домов обычно используется двухчастное зонирование на зону общесемейного пользования (коллективный досуг, прием гостей, питание, общие хозяйствственные процессы) и зону индивидуального пользования (личная гигиена, сон, индивидуальные занятия).»

Зона общесемейного пользования, назовем ее активной, является зоной дневного пребывания. К ней относятся прихожая, гостиная, кухня, столовая, санузел. Зона индивидуального пребывания включает помещения для отдыха, сна, поэтому обозначим ее как тихую зону. В нее включены спальни, кабинеты, детские, ванные. Важным требованием к современному жилью является исключение возможности проектирования проходных комнат.

Архитектурно-планировочные решения реконструкции включают:

перепланировку квартир, секций, этажей или имеющихся нежилых помещений;

увеличение размеров кухонь, санитарно-технических узлов, прихожих и летних помещений путем устройства ризалитов, эркеров, приставных лоджий или балконов;

устройство двухэтажных квартир на первом-втором этажах или на пятом и надстраиваемом этажах;

изменение объема жилого дома за счет надстройки этажей, включая мансардный, расширение корпуса здания частично или полностью и пристройку к нему новых объемно-планировочных элементов, в том числе жилого и нежилого назначения;

изменение в целом функционального назначения жилого здания;

повышение комфорта проживания и архитектурного качества реконструируемого жилого здания.

Перепланировка существующего (типового) этажа предполагает два основных подхода - в пределах габаритов существующего здания и путем частичного или полного увеличения ширины корпуса.

*Перепланировка квартиры в пределах габарита здания должна быть направлена на увеличение размеров кухни, передней, санитарно-технического узла, изоляции общей комнаты от кухни, устройство встроенных шкафов, замену балконов лоджиями. В существующих границах легче всего выполнить перепланировку в зданиях с тремя продольными несущими стенами. Радикальный вариант перепланировки в габаритах существующего здания может быть за счет превращения части или всех квартир в двухэтажные, размещаемые на первом и втором этажах.*

Перепланировка секций в пределах габарита здания сводится, как правило, к объединению смежных квартир и преобразованию их в многокомнатную квартиру, отвечающую требованиям действующих норм и стандарту повышенного потребительского качества.

*Перепланировка, сопровождаемая уширением корпуса здания в отдельных конструктивных пролетах, возможна в типовых зданиях всех серий. Некоторые жилые комнаты или кухни выдвигаются из габаритов, что позволяет устраивать большие прихожую или коридор. При этом для расширения проема между существующим и пристраиваемым*

помещениями удаляется подоконная часть стены, а иногда вся наружная стена (панель) в пределах конструктивного пролета. Такое решение требует соответствующей конструктивной и технологической проработки.

Для увеличения площади кухни возможна пристройка с использованием для размещения обеденного места, а в некоторых случаях для размещения кухни целиком с превращением оконного проема в дверь. Освобождаемая часть площади предусматривается для увеличения помещения санитарно-технического узла и прихожей.

Перепланировка, сопровождаемая уширением корпуса жилого здания, представляет более радикальное планировочное изменение квартир с увеличением общей площади, что требует соответствующих экономических обоснований, соблюдения норм инсоляции и санитарно-гигиенических требований. В этом случае предполагается полный демонтаж наружных стен здания, что требует предварительной проработки многих технических вопросов.

Все перечисленные варианты перепланировки предполагают замену балконов приставными лоджиями, в том числе остекленными, что создает тепловой барьер между жилыми помещениями и наружным воздухом. Возможна пристройка более просторных летних помещений - веранд для устройства зимних садов при квартире.

Потребительские качества квартир первого и последнего этажей ниже потребительских качеств аналогичных квартир других этажей, поэтому при реконструкции повысить их качества можно более кардинально, чем квартира на вторых - четвертых этажах:

преобразование квартир первого этажа в пределах существующих габаритов здания может быть направлено на реализацию связи квартиры с приквартирным участком за счет устройства второго выхода непосредственно из лоджии квартиры на участок при сохранении выхода квартиры на лестничную клетку;

преобразование квартир с учетом расширения первого этажа позволяет превратить квартиру в жилой дом усадебного типа. В этом случае может быть исключен выход на лестничную клетку жилого здания. Принятая компоновка первого этажа с активным выступом позволяет организовать на крыше небольшие зеленые зоны для квартир второго этажа. Более радикальное преобразование может быть с устройством двухуровневого жилого дома за счет квартир первого и второго этажей;

преобразование первого этажа может быть направлено на изменение функционального назначения жилых помещений с размещением объектов общественного пользования или социально-бытового обслуживания. Такое преобразование целесообразно в жилых зданиях, расположенных на красных линиях улицы;

преобразование квартир последнего этажа в пределах габаритов здания может быть осуществлено за счет использования пустующего чердачного пространства с устройством второго уровня квартиры;

преобразование последнего этажа связано с конструктивными изменениями крыши, в большей части плоской, не обеспечивающей теплозащиту помещений верхнего этажа и неэкономичной из-за постоянных ремонтов. Преобразование последнего этажа в пределах габаритов здания может быть направлено на расширение квартир с созданием второго уровня в пространстве мансардного этажа.

Изменение этажности жилых зданий следует осуществлять с учетом градостроительных и архитектурно-технических обоснований, соблюдения норм по инсоляции, санитарно-гигиенических и противопожарных требований, а также экономических расчетов, региональных особенностей и места строительства:

при надстройке этажей на существующих жилых зданиях в пределах габаритов корпуса следует исходить из несущей способности конструкций и грунтов основания существующего здания, возможности использования существующих внутренних сетей и инженерного оборудования. При надстройке помимо конструктивных разработок следует учитывать архитектурные особенности, связанные с гармонизацией внешнего облика существующего здания и надстраиваемых этажей. Возможно архитектурное решение единого нового фасада на

всю высоту здания или отличающееся архитектурное решение надстраиваемых этажей от существующих. В последнем случае рекомендуется архитектурный прием с пластичным переходом от архитектуры существующего здания с сохранением карниза или устройством технического этажа на существующем здании;

при надстройке этажей на существующем жилом здании с недостаточной несущей способностью конструкций или с расширением габаритов надстраиваемых этажей требуется возвведение специальных конструкций, обеспечивающих восприятие нагрузки надстраиваемых этажей.

**Архитектурная стилистика формы крыши**, ее геометрия определяют конструктивную систему крыши, а это означает необходимость создания единства архитектурного и конструктивного решений во взаимосвязи с внутренним пространством мансардного этажа, обусловленного функциональным назначением помещений. Выбор той или иной конструктивной системы мансардного этажа определяет конструкции и ограждения, а также методы организации строительных работ на объекте. Для надстройки мансардных этажей рекомендуется выбирать легкие конструкции и материалы, поскольку, с одной стороны, следует максимально облегчить транспортировку, а с другой - снизить собственный вес нагрузки, которая будет перенесена на уже существующее здание. Эти предпосылки в целом указывают на то, что конструкции следует выбирать на основе древесины, тонкостенного холодногнутого металлического профиля или других легких материалов.

Кровельное покрытие должно соответствовать этим же предпосылкам и выполняется преимущественно из металлических листов, металличерепицы и других легких материалов. В исключительных случаях, когда это требуется условиями средовой застройки, покрытие может быть выполнено из глиняной или цементно-песчаной черепицы и других материалов с учетом расчета нагрузки на несущие конструкции

Лоджии и балконы следует предусматривать: в квартирах домов, строящихся в III и IV климатических районах, в квартирах для семей с инвалидами, в других типах квартир и других климатических районах - с учетом противопожарных требований и неблагоприятных условий. Неблагоприятные условия для проектирования балконов и неостекленных лоджий:

- в I и II климатических районах - сочетание среднемесячной температуры воздуха и среднемесячной скорости ветра в июле: 12 - 16 °C и более 5 м/с; 8 - 12 °C и 4 - 5 м/с; 4 - 8 °C и 4 м/с; ниже 4 °C при любой скорости ветра;
- шум от транспортных магистралей или промышленных территорий 75 дБ и более на расстоянии 2 м от фасада жилого дома (кромешумозащищенных жилых домов);
- концентрация пыли в воздухе 1,5 мг/м<sup>3</sup> и более в течение 15 дней и более в период трех летних месяцев.

### При разработке объемно-планировочных решений следует соблюдать следующие требования:

Размещение жилых помещений в подвальных и цокольных этажах жилых зданий не допускается.

Габариты жилых и подсобных помещений квартиры определяются в зависимости от необходимого набора предметов мебели и оборудования, размещаемых с учетом требований эргономики.

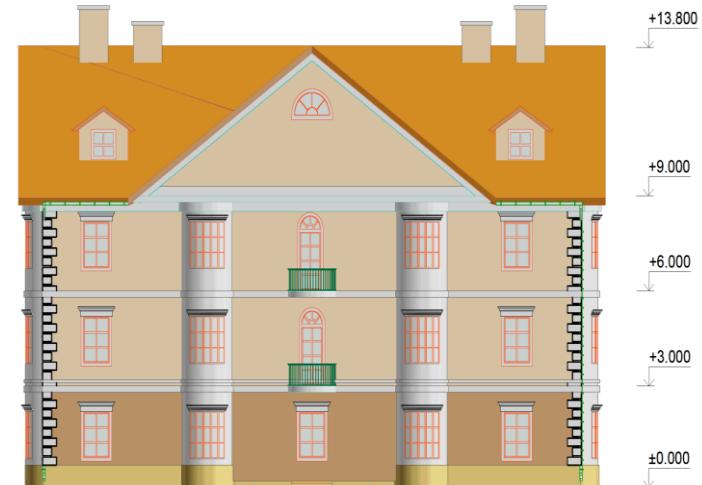
Площадь помещений в квартирах, указанных в [5.3](#), должна быть не менее: жилого помещения (комнаты) в однокомнатной квартире - 14 м<sup>2</sup>, общего жилого помещения в квартирах с числом комнат две и более - 16 м<sup>2</sup>, спальни - 8 м<sup>2</sup> (10 м<sup>2</sup> - на двух человек); кухни - 8 м<sup>2</sup>; кухонной зоны в кухне - столовой - 6 м<sup>2</sup>. В однокомнатных квартирах допускается проектировать кухни или кухни-ниши площадью не менее 5 м<sup>2</sup>.

Площадь спальни и кухни в мансардном этаже (или этаже с наклонными ограждающими конструкциями) допускается не менее  $7 \text{ м}^2$  при условии, что общее жилое помещение имеет площадь не менее  $16 \text{ м}^2$ .

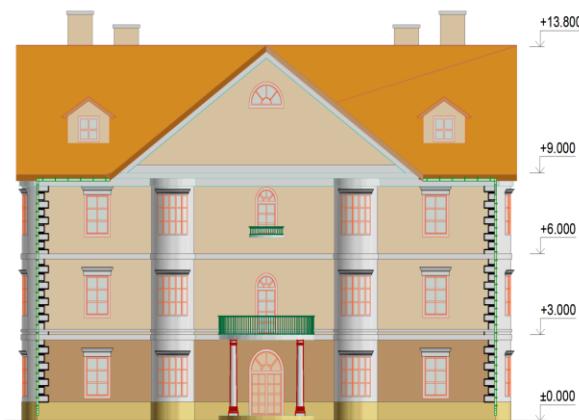
Высота (от пола до потолка) жилых помещений и кухни (кухни-столовой) в климатических районах IA, IB, IГ, IД и IVA должна быть не менее 2,7 м, а в других климатических районах - не менее 2,5 м.



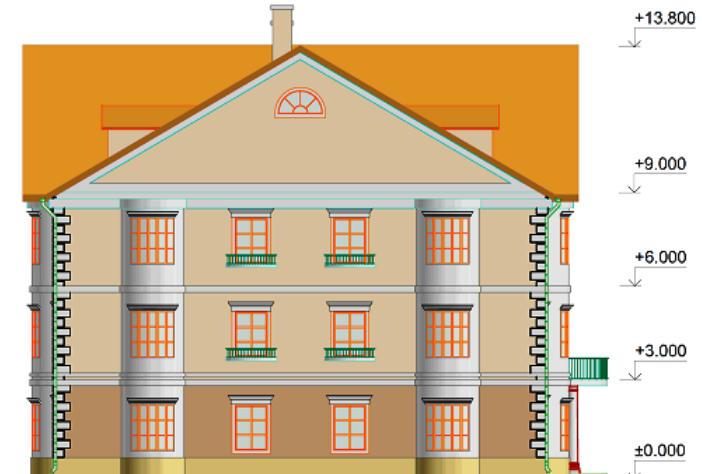
Реконструкция здания по ул. Циолковского, 22  
до реконструкции



Северный фасад



Южный фасад



Западный фасад

Рисунок 4.44 – ул. Циолковского, 15  
после реконструкции

Высота внутри квартирных коридоров, холлов, передних, антресолей (и под ними) определяется условиями безопасности передвижения людей и должна составлять не менее 2,1 м.

В жилых помещениях и кухне квартир, расположенных в мансардном этаже (или верхних этажах с наклонными ограждающими конструкциями), допускается меньшая высота потолка относительно нормируемой на площади, не превышающей 50 %.

Общие жилые помещения в 2-, 3- и 4-комнатных квартирах зданий жилищных фондов и спальни во всех квартирах следует проектировать непроходными.

Помещения квартир должны быть оборудованы: кухня - мойкой или раковиной, а также плитой для приготовления пищи; ванная комната - ванной (или душем) и умывальником; уборная - унитазом со смывным бачком; совмещенный санузел - ванной (или душем), умывальником и унитазом. В других квартирах состав оборудования помещений устанавливается заказчиком-застройщиком.

Устройство совмещенного санузла допускается в однокомнатных квартирах домов государственного и муниципального жилищных фондов, в других квартирах - по заданию на проектирование.



Реконструкция по ул. Циолковского, 20  
до реконструкции



Северный фасад



Южный фасад

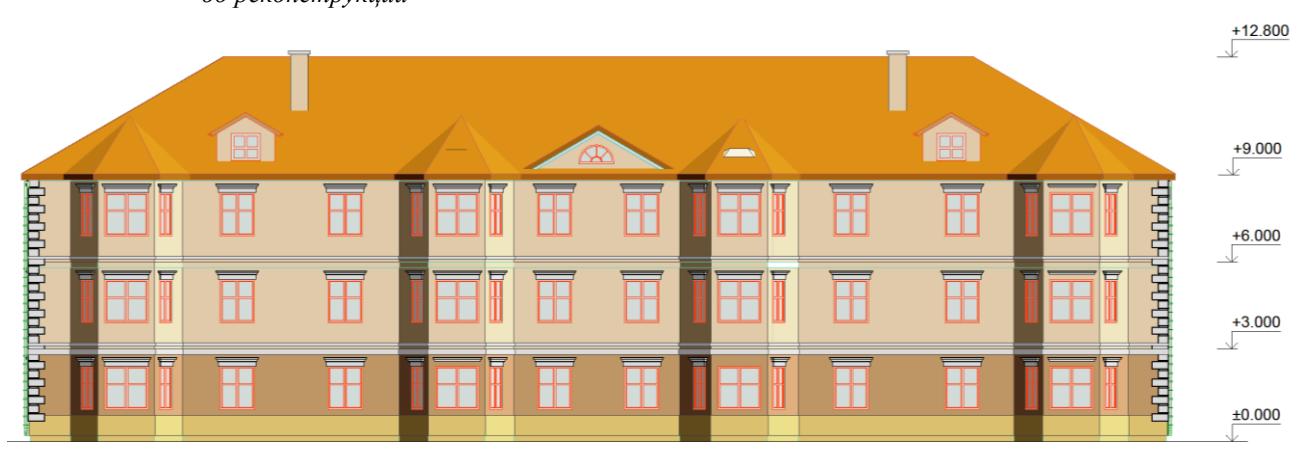
Западный фасад  
после реконструкции

В реконструируемых или капитально ремонтируемых домах с высотой жилых этажей более 2,8 м допускается сохранять существующую высоту этажей. При реконструкции таких домов в пристраиваемых, надстраиваемых или встраиваемых объемах допускается принимать высоту

жилых этажей более 2,8 м, если это вызвано необходимостью композиционного объединения сохраняемой и возводимых частей здания.



Реконструкция по ул. Циолковского, 22  
до реконструкции



Северный фасад



Южный фасад

Допускается сохранение выступающих конструкций, если высота жилых помещений в свету от пола до низа этих конструкций составляет не менее 2,2 м, а дефицит объема жилых помещений при этом компенсируется увеличением площади.

В размещаемых в цокольных и подвальных этажах кладовых для нужд жильцов дома допускается сохранять высоту в свету от пола до низа выступавших конструкций вышележащего перекрытия не менее 1,7 м.

В жилых секциях зданий, расположенных на красной линии, отметка пола первого этажа должна превышать отметку отмостки или тротуара не менее чем на 0,45 м.

Допускается сохранение существующих лестниц, имеющих нормируемые предел огнестойкости и предел распространения огня по конструкциям, в том числе лестниц с забежными ступенями, световыми фонарями в покрытии, при условии оборудования квартир автоматической пожарной сигнализацией с выводом сигнала в объединенный диспетчерский пункт; в зданиях высотой более 5 этажей со световыми фонарями в покрытии должен быть обеспечен подпор воздуха в лестничную клетку при пожаре. Требования по проектированию установок подпора воздуха следует принимать в соответствии со СНиП 2.08.01-89.

Перепланировка квартир, а также увеличение габаритов реконструируемого здания не должны приводить к снижению продолжительности инсоляции и ухудшению условий естественного освещения ниже нормативного уровня как в нем самом, так и в окружающих зданиях.

Квартиры с необеспеченными нормативными уровнями инсоляции или естественного освещения не должны использоваться как постоянное жилище.

**Примеры благоустройства районов.** Немаловажным в реконструкции объектов является благоустройство прилегающей территории. Это достигается путём озеленения участков, устройством новых тротуарных дорожек, созданием детских и спортивных площадок, мест отдыха, парков, аллей.

Ниже приведены созданные архитекторами проекты районов «Культбаза», «Соцгород» и «Железнодорожный вокзал» после реконструкции.

### Культбаза



Район «Культбаза». Эскизы разработаны архитекторами Морозовым Р. и Скоробогатовой К.

### Соцгород



### Район «Соцгород»

Эскиз разработан архитекторами  
Макаровой К. и Селезнёвой Д.



### Железнодорожный вокзал



Район «Железнодорожный вокзал». Эскиз разработан архитекторами Головизиной Н. и Наговициной А.

## ГЛАВА 4. АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ III ГРУППЫ КАПИТАЛЬНОСТИ

В настоящее время все архитектурные решения реконструкции, как правило, сводятся к той или иной технологии утепления фасада. С одной стороны, этот подход можно признать оправданным, поскольку теплотехнические расчеты относятся к архитектурно-строительной части проекта. Однако большинство предлагаемых решений создает в ограждении многослойную фасадную систему, хотя именно здания III группы капитальности демонстрируют нам непреложную истину: многослойность наружного ограждения снижает долговечность сооружения сравнительно небольшого объема на четверть века в сравнении со II группой капитальности, имеющей аналогичную типологию, но строившейся с наружными стенами на сплошной кладке.

Жилые дома III группы капитальности имеют сравнительно небольшой строительный объем, находясь по высоте в пределах постоянной эпюры ветрового давления. Это не означает, что сооружения не испытывают теплотехнических проблем. Как показали результаты детального обследования, внутренняя засыпка облегченно кладки практически выветрилась, имеет повышенную влажность.

Более рациональным подходом по решению проблем с ограждающими конструкциями может стать частичное увеличение ширины корпуса – с созданием нового теплоэффективного ограждения путем проектирования пристроенных или навесных эркеров и ризолитов.

*Эскизная проработка дома №6 по ул. Авангардная в микрорайоне «Культбаза» г. Ижевска*

*Архитекторы Морозов Р. и Скоробогатова К.*



С начала 50-х годов прошлого столетия логика развития отечественного проектирования

заключалась в устраниении полостей в наружных ограждающих конструкциях, в придании этим конструкциям структурной однородности. Для индустриальности реконструкционных работ выбранное ограждение для пристраиваемых элементов должно быть однотипным с наружными стенами надстраиваемой части здания. То есть для эркеров и надстройки необходимо найти такую конструкцию ограждающих конструкций, которая была бы одновременно легкой, однородной, обладала бы высокими теплоизоляционными свойствами и высокой несущей способностью. Этого можно достичь, используя в ограждении газобетонные (газосиликатные) блоки.



**Газобетон** — это один из видов ячеистых бетонов (наряду с пенобетоном и газопенобетоном), представляющий собой искусственный камень с равномерно распределёнными по всему объёму сферическими порами диаметром 1-3 мм.

Основными компонентами этого материала являются цемент, кварцевый песок и алюминиевая пудра, также возможно добавление гипса и извести. Самыми важными характеристиками являются плотность, обеспечивающая высокие теплоизоляционные свойства и легкость, и

прочность, обеспечивающая высокую несущую способность. Один газобетонный блок, занимающий в кладке место 30 кирпичей, весит меньше 30 кг.

Наиболее оптимальным вариантом для реконструкции жилья III группы капитальности является газобетонный блок марки D500, который позволяет достичь необходимой прочности и высоких теплоизоляционных качеств ограждения при строительстве сооружений до 3-го этажей.



способом, имеют более высокие качественные характеристики по отношению к газобетону, изготовленному неавтоклавным способом.



Необходимо различать заводской газобетон автоклавного изготовления — и прочие пенобетоны, не прошедшие автоклавную обработку. При автоклавном твердении в процессе связывания участвуют все компоненты смеси, поэтому получается конструкционный материал нового типа, лишенный таких существенных недостатков как низкая влагостойкость и последующая усадка. Газобетонные блоки, выполненные автоклавным

Ячеистый бетон автоклавный (газобетон или газосиликат) состоит из кварцевого песка, цемента, извести и воды. Эти компоненты смешиваются и поступают в автоклав, где при определенных условиях происходит их вспенивание и последующее твердение. Газ (водород), который возникает вследствие так называемого процесса вспучивания (этот процесс аналогичен процессу, применяемому для изготовления дрожжевого теста), увеличивает в 5 раз объем сырой смеси. Газобетон хорошо подлежит обработке простейшими инструментами: пилятся, сверлятся, строгаются, в него легко забиваются

гвозди, скобы.

Немаловажным фактором, определяющим использование газобетона в строительстве и реконструкции зданий и сооружений, является его огнестойкость. Этот материал не горит, так как состоит только из минеральных компонентов. Экологически безопасен, естественная радиоактивность ниже, чем у железобетона и тяжелого бетона, так как плотность материала меньше.



Современные заводы по производству газобетонных блоков поставляют продукцию с точными размерами самого блока (погрешность изготовления не более 1мм), в результате чего исключается неравномерность укладки растворной прослойки между блоками.

Растворные прослойки являются более теплопроводными, чем сами блоки, а значит, если блоки будут неровными и несовпадения размеров придется компенсировать за счет периодического утолщения слоя раствора, пострадают теплоизоляционные свойства всей

ограждающей конструкции. Поэтому кладка газобетона ведется на специальный клей, изготавливаемый из сухой смеси путем добавления в нее воды непосредственно перед началом работ. Швы в клеевой кладке получаются минимальными, а стена - практически монолитной.



Поверхности стен из газобетона, обычно не требуют нанесения на них штукатурного слоя, поскольку поверхности газобетонных блоков и почти незаметный кладочный шов, уже сами по себе имеют весьма привлекательный внешний вид.

Стена из газобетона по стоимости в 2-3 раза ниже, чем стена из кирпича, а по качеству значительно выше. Экономично используются транспортные мощности, работы возможны в стесненных условиях плотной городской застройки. Точные размеры и ровная поверхность блоков даёт значительную экономию

отделочных материалов.

**Таблица 3.12. Сравнительные характеристики кладки из кирпича и газобетона**

Характеристика	Кирпич	Газобетонный блок
1. Толщина стен для обеспечения теплопроводности, согласно требованиям строительных норм	не менее 1500-1950 мм	375-500 мм
2. Расход кладочного материала, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	0,12	0,008
3. Вес 1 кв. м стены, кг	2000-2730 кг	190-250 кг
4. Толщина фундамента	не менее 1950 мм	500 мм
5. Коэффициент экологичности (дерево - 1)	8-10	2
6. Трудоемкость кладки	—	в 5-10 раз ниже, чем у кирпича

Блоки из газобетона выпускаются с плотностью от 350 до 700 кг/м<sup>3</sup>. Газобетон с плотностью - 350 кг/м<sup>3</sup> используется только как утеплитель, с плотностью 400 кг/м<sup>3</sup>- для строительства ненесущих стен и в качестве заполнителя несущих стен многослойной конструкции. Газобетон с плотностью 500 кг/м<sup>3</sup> применяется для строительства домов высотой до 3-х этажей. Газобетон заводского изготовления имеет точные размеры блока, что влияет на качество кладки.

**Таблица 3.13. Основные размеры газобетонных блоков**

Типоразмер	Объем 1 блока, м <sup>3</sup>	Количество блоков в м <sup>3</sup>	Количество блоков шт.		Вес 1 блока в сухом виде, кг
			м <sup>3</sup>	на поддоне	
50	0,0075	133,2	1,35	180	3,75
75	0,0113	88,88	1,35	120	5,50
100	0,0150	66,6	1,35	90	7,50
150	0,0225	44,4	1,35	60	11,0
200	0,0300	33,3	1,26	42	15,0
250	0,0375	26,6	1,35	36	18,50
300	0,0450	22,2	1,35	30	22,00
375	0,0563	17,7	1,35	24	28,00
400	0,0600	16,63	1,08	18	30,00
500	0,0750	13,3	1,35	18	37,00

Одним из таких предприятий является “Завод ячеистого бетона” г. Ижевск, производящих продукцию со следующими характеристиками.

#### Применение в строительстве ячеистого газобетона

##### Блок с захватом для рук и уникальной системой кладки паз-гребень



Плотность (кг/м<sup>3</sup>)  
400, 500, 600

Размеры (мм):  
625 x 250 x 375  
625 x 250 x 300  
625 x 250 x 250  
625 x 250 x 200

##### Прямой блок с захватами для рук



Плотность (кг/м<sup>3</sup>)  
400, 500, 600

Размеры (мм):  
625 x 250 x 375  
625 x 250 x 300  
625 x 250 x 250

##### Блок с системой кладки паз-гребень

	Плотность (кг/м <sup>3</sup> ) 400, 500, 600	Размеры(мм): 625x250x375 625x250x300 625x250x250
<b>Прямой блок</b>		
	Плотность (кг/м <sup>3</sup> ) 400,500,600	Размеры (мм): 625x250x150 625x250x100

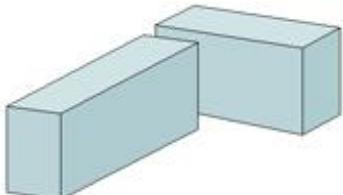
Ячеистый бетон, этот поистине материал третьего тысячелетия, имея пористую структуру, выгодно отличается от традиционных на российском рынке строительных материалов:

- экологически чистый, не гниет, не горит;
- легкий, его низкая плотность и высокие теплоизолирующие свойства позволяют снизить массу стен на 25 - 55 % по сравнению с конструкциями из легкого бетона; ограждающие конструкции из ячеистого бетона в 3 раза легче кирпичных, теплоизоляционные свойства стен из ячеистого бетона в три раза выше, чем у керамического или силикатного кирпича и в восемь раз выше, чем у тяжелого бетона;
- имеет отличные звукоизоляционные свойства;
- легко обрабатывается простейшими инструментами - ножовкой, топором, рубанком;
- удобный в работе, позволяет снизить расход раствора в 5-7 раз, а трудоемкость в 4 раза.

Использование ячеистого бетона, позволяет достичь самой высокой эффективности строительства, строить самое дешевое жилье.

### Номенклатура продукции - изделия из ячеистого бетона

#### 1. Блоки стеновые мелкие из ячеистого бетона ГОСТ 21520-89, ТУ 5741-142-46854090-02

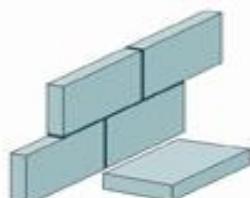


Предназначены для кладки наружных и внутренних стен при строительстве 1-5 этажных домов (в зависимости от класса бетона), гаражей, хозяйственных построек, многоэтажных домов каркасного типа. Выпускаются различные модификации блоков: рядовые, фасадные, шлифованные, цветные.

Марка бетона по плотности	00	Д7	Д60	Д50	Д40
Класс бетона по прочности на сжатие	3,5	В	В	В	В
Марка бетона по прочности на сжатие	50	М	М3	М2	М2
Коэффициент теплопроводности Вт/м°С по ГОСТ на ИЗЯБ	0,18 0,14	0,14 0,132	0,14 0,103	0,12 0,103	0,10 0,088
Марка по морозостойкости	0	F5	F50	F35	F25
Отпускная влажность, %	25	25	25	25	25

Размеры блоков (мм)	600x300x200	600x400x200
	600x200x200	600x400x250
	600x150x200	600x200x250
	600x150x400	

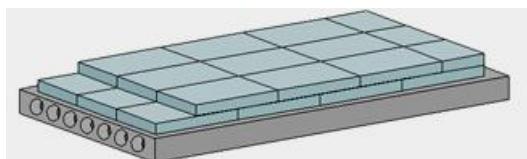
Блоки из ячеистого газобетона – высокоэкологичны, достаточно прочны, неподвержены гниению и плеснеобразованию, морозостойки и долговечны. Благодаря теплоизоляционным свойствам и теплоаккумулирующей способности предотвращают значительные перепады температур в помещениях, обеспечивают создание благоприятного микроклимата в жилище за счет способности впитывать влагу и отдавать ее в зависимости от влажности окружающего воздуха.



## 2. Блоки перегородочные из ячеистого бетона ГОСТ 21520-89, ТУ 5741-142-46854090-02

Блоки перегородочные из ячеистого бетона применяются для кладки межкомнатных и межквартирных перегородок, благодаря теплоаккумулирующей способности поддерживают благоприятный микроклимат в помещении.

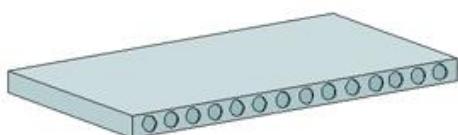
Марка бетона по плотности	Д700	Д600	Д500	Д400
Класс бетона по прочности на сжатие	В 3,5	В 2,5	В 2,0	В 1,5
Марка бетона по прочности на сжатие	M50	M35	M25	M20
Коэффициент теплопроводности Вт/м°С по ГОСТ на ИЗЯБ	0,18 0,14	0,14 0,132	0,12 0,103	0,10 0,088
Марка по морозостойкости	F50	F50	F35	F25
Отпускная влажность, %	25	25	25	25
Размеры блоков (мм)	600x400x100 600x400x120	300x400x100 300x400x120		



## 3. Изделия теплоизоляционные из ячеистого бетона ГОСТ 5742-76, ТУ 5741-001-08890619-99

Предназначены для утепления строительных конструкций и теплоизоляции жилых зданий.

Марка бетона по плотности	Д400	Д270	Д220
Предел прочности при сжатии в сухом состоянии, не менее (кг/см <sup>2</sup> )	10,0	7,0	5,0
Коэффициент теплопроводности Вт/м°С по ГОСТ на ИЗЯБ	0,10 0,076	0,069 0,058	0,064 0,056
Отпускная влажность, %	10	10	10
Размеры плит утеплителя (мм)	600x400x120 600x400x150 200x300x400(500) 200x150x400(500) 200x100x400(500) 400x150x400(500) 400x100x400(500)	300x400x120 300x400x150	

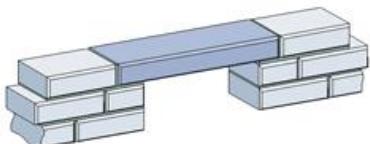


## 4. Плиты перекрытия из ячеистого бетона ГОСТ 13015,0-83, ГОСТ 19570-74, альбом "Уральского ПромстройНИИпроекта" шифр 8005-1812

Предназначены для применения при строительстве жилых и общественных зданий высотой до 4-х этажей. Плиты перекрытий относятся к III категории трещиностойкости в соответствии с классификацией СНиП 2.03.01-84. Рабочие чертежи разработаны на расчетные нагрузки (без учета собственной, массы плиты) 350 кг/м. Прочность на сжатие соответствует классу бетона - В 2,5 (М35). Марка по плотности - Д600. Морозостойкость - F25

Обозначение	L	В	Н	Класс бетона	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Объем, м <sup>3</sup>
П30.15-3,5Я	980	2490	150	В 2,5	600	1,11
П30.12-3,5Я	980	190	150	В 2,5	600	0,89
П33.12-3,5Я	280	190	150	В 2,5	600	0,98
П42.12-3,5Я	180	190	150	В 2,5	600	1,24
П60.15-3,5Я	980	490	150	В 2,5	600	2,23
П60.12-3,5Я	980	190	150	В 2,5	600	1,78

## 5. Перемычки из ячеистого бетона ГОСТ 948-84, ГОСТ 25485-89, альбом ОАО "УралНИАСцентр" шифр 8021.2242



Учитывая малый вес блока и удобные захваты для рук, сокращается общее время строительства или реконструкции сооружения.

Благодаря большой номенклатуре ширины блоков заказчик имеет возможность строить стену практически любой необходимой толщины, экономя таким образом свои деньги. Тут уже не может быть ни излишне толстой стены, ни вынужденно тонкой. Стена будет именно той толщины, которой она необходима.

Для придания красоты и также монотонности сооружения, чтобы, например, надстроенный этаж в результате реконструкции не отличался от нижних этажей, газобетонную кладку можно облицовывать кирпичом. Но в этом случае надо устраивать воздушные вентилируемые зазоры между кирпичом и газобетонным блоком. Потому, что если облицовочный кирпич будет прымыкать вплотную к бетону, то выходящий пар будет просто отражаться от кирпича и поступать обратно в дом. Результатом этого будут сырье углы и нездоровий климат в доме. Необходимо учитывать эту особенность газобетона при строительстве.



Газобетон – это отличный строительный материал, сочетающий в себе лучшие свойства камня и дерева. Его применение возможно практически во всех климатических зонах России для малоэтажного и высотного строительства гражданских, жилых, коммерческих и промышленных объектов. Газобетонные блоки успешно используются при реконструкции старых зданий для утепления фасадов и наращивания их этажности.



## Глава 5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ, ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ III ГРУППЫ КАПИТАЛЬНОСТИ

### 5.1 Общие положения.

Долговечность зданий и их способность в полной мере отвечать назначению достигаются благодаря комплексу организационных и технических мероприятий по содержанию и своевременному восстановлению конструктивных элементов, инженерных систем и оборудования. Этот комплекс работ является системой планово-предупредительных ремонтов. Существуют текущий и капитальный ремонты. Они подразделяются на планово-предупредительный (профилактический), аварийный (непредвиденный), текущий ремонт, планово-предупредительный (комплексный) и выборочный капитальный ремонт.

Текущий ремонт состоит в систематически проводимых работах по предохранению частей здания и оборудования от преждевременного износа и ликвидации возникающих мелких повреждений и неисправностей.

Капитальный ремонт заключается в восстановлении эксплуатационной надежности всех конструкций, санитарно-технических систем и инженерного оборудования в связи с их физическим или моральным износом.

При каждом очередном плановом капитальном ремонте состав восстанавливаемых элементов меняется, т.к. межремонтные сроки службы конструкций, инженерных систем и оборудования различны. В соответствии с действующими нормативами периодичность восстановительных работ различна и зависит от долговечности конструктивных элементов. Например, через девять лет с начала эксплуатации здания ремонтируют крышу, фасады, лестничные клетки, систему горячего водоснабжения и т.д.

Через очередные девять лет ремонтируются система отопления, водоснабжения и канализации, электрооборудования, элементы благоустройства.

Работы текущего и капитального ремонтов не предусматривают перепланировки помещений и изменения объема здания.

Модернизация зданий предусматривает его переустройство с частичным изменением планировочных решений, снижением уровня физического и морального износа как конструктивных элементов, так и инженерного оборудования. При модернизации зданий их габариты и объем остаются неизменными.

Основная цель модернизации состоит в повышении эксплуатационной надежности зданий и продлении жизненного цикла.

Санация зданий состоит из комплекса ремонтно-восстановительных работ, отвечающих современным требованиям СНиП, без изменения планировочных решений. В состав работ данного цикла входят: повышение теплоизоляции наружных стен путем замены оконных и балконных заполнений, утепления стеклового ограждения; выполнение кровельных работ с утеплением чердачного пространства; замена морально изношенного инженерного оборудования, сетей отопления и водоснабжения; производство внутренних ремонтно-восстановительных работ; создание архитектурной выразительности фасадных поверхностей.

Реконструкция зданий представляет собой их переустройство с изменением планировочных решений, надстройкой и пристройкой дополнительных объемов, с изменением назначения, повышением эксплуатационной надежности и долговечности. При реконструкции достигаются продление жизненного цикла зданий, повышение энергоэффективности, ликвидация физического и морального износа.

Роль технологии в процессах реконструкции зданий достаточно велика. Она объединяет простые и сложные строительные процессы, различающиеся по основным элементам производства. Эффективность технологий зависит от уровня взаимодействия процессов, современных средств механизации, использования новых материалов.

Производство строительно-монтажных работ по реконструкции основывается на ряде общих принципов, к числу которых относятся:

- технология отдельных строительных процессов должна соответствовать современному уровню производства и обеспечивать строительную продукцию, отвечающую требованиям норм и стандартов;
- ведущим строительным процессом является технологический процесс возведения или усиления несущих конструкций здания;
- возведение несущих конструкций должно обеспечивать геометрическую неизменяемость, пространственную устойчивость и прочность отдельных частей и здания в целом;
- ведущий строительный процесс осуществляется в полной технологической увязке с производством смежных видов работ;
- ведущие процессы осуществляются поточными методами производства работ, обеспечивающими максимальное совмещение сопутствующих процессов и сокращение сроков производства реконструктивных работ;
- каждый специализированный поток оснащается грузоподъемным механизмом, комплектом технологических средств, инструментом и инвентарем;
- материальные ресурсы, необходимые для производства работ, должны отвечать параметрам современных технологий;
- технологические процессы должны соответствовать экологическим требованиям и не наносить ущерб окружающей среде.

Технология реконструктивных работ, как правило, связана с усилением, разборкой ограждающих или несущих конструкций, надстройкой и обстройкой зданий. Это обстоятельство требует разработки методов и принятия прогрессивных технологий, снижающих возможность потери устойчивости отдельных элементов и здания в целом.

Фактор безопасности жильцов и рабочих существенно влияет на принятие технологий, уровень их механизации и методы производства работ, особенно при реконструкции зданий без отселения или с частичным отселением жильцов.

В первую очередь это относится к размещению кранов, подъемников, бетононасосов и др. технических средств, работа которых связана с перемещением грузов в определенном радиусе действия, и к наличию опасных зон.

Должны приниматься технические решения, снижающие затраты ручного труда, повышающие производительность и исключающие негативное влияние на проживающих: производственного шума, вибраций, запыленности и т.п.

Фактор стесненности существенно влияет на принятие технологий, методы производства работ, степень механизации, обеспечивающие сокращение трудоемкости и продолжительность строительных процессов.

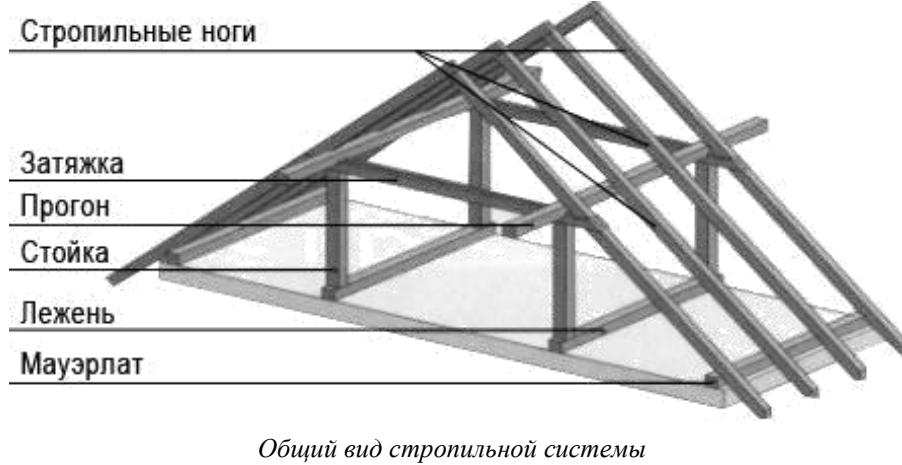
Одними из главных требований технологического процесса являются высокий технико-экономический уровень, стабильность производственных показателей, технологичность и конкурентоспособность технологий, что позволяет получать высокий уровень качества продукции.

На технологию реконструктивных работ решающее влияние оказывают соблюдение требований технологических карт, инструкций, руководств и пооперационный контроль качества работ инструментальными средствами.

Снижение продолжительности работ достигается использованием новых технологий и материалов, организационно-технологическими приемами, основанными на поточных методах производства работ: частный поток - для простых процессов; специализированный - для комплексных и объектный поток - для общих строительных процессов.

## 5.2 Поточные методы при устройстве деревянных покрытий

Крыша является одним из важнейших элементов конструкции здания. Она не только во многом определяет его внешний архитектурный облик, но и обеспечивает защиту всего строения от воздействий окружающей среды – снега, дождя, солнечных лучей и ветра. Кроме того, крыша должна быть прочной и устойчивой, выдерживать не только собственную массу, но и давление снегового покрова, ветровую нагрузку, вес работающих на ней монтажников.



Стропильные системы дают широкий простор архитектурной мысли, позволяя придать крыше различные очертания и формы. Чтобы обеспечить долгую и надежную работу такой конструкции, необходимо выполнить полный расчет всех её элементов, а также особое значение имеет грамотно организованный монтаж и качественное выполнение стыков.



Рассмотрим порядок устройства стропильной системы с наслонными дощатыми стропилами, в качестве опор выступают два ряда стоек и уложенные по ним прогоны, обрешетка и контробрешетка под кровлю выполняется из брусков:

Устройство стропильной системы крыши выполняют в соответствии с требованиями Федеральных и ведомственных нормативных документов, в том числе:

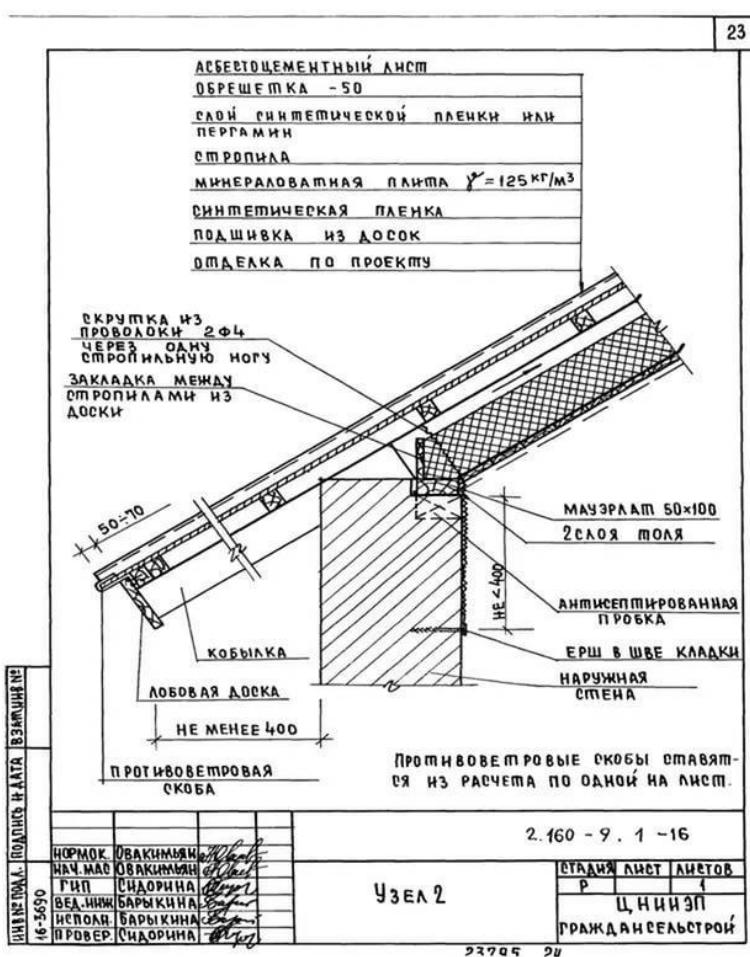
- СНиП 12-01-2004 Организация строительства;
- СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции;
- СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования;
- СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство;
- ПОТ РМ-012-2000 Межотраслевые правила по охране труда при работе на высоте;
- СанПиН 2.2.3.1384-03 Минздрав РФ. Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ.

Объект реконструкции находится в условиях плотной городской застройки. Стесненные размеры строительной площадки исключают возможность производить укрупнительную сборку конструкций крыши на земле, поэтому монтаж всех элементов производят сразу на проектных отметках. Как правило, подачу материала для устройства стропильной системы осуществляют с помощью электролебедки или строительного подъемника, но это разрешается

только для зданий, группа капитальности которых вторая и выше. Рассматриваемые нами здания относятся к третьей группе капитальности, поэтому в качестве грузоподъемного механизма используем автомобильный или пневмоколесный кран, например, кран марки КС 5363.

До начала монтажа стропильной системы следует выполнить следующие организационно-подготовительные мероприятия и работы:

- выполнить и принять нижележащие конструкции, включая монтаж чердачного перекрытия, устройство карниза, монтаж вентиляционных стояков выше чердачного перекрытия и крыши;
- установить грузоподъемный кран;
- подготовить инструмент, приспособления, инвентарь;
- доставить на рабочее место материалы и изделия,
- оформить наряд-допуск на работы повышенной опасности;



- ознакомить исполнителей с технологией и организацией работ.

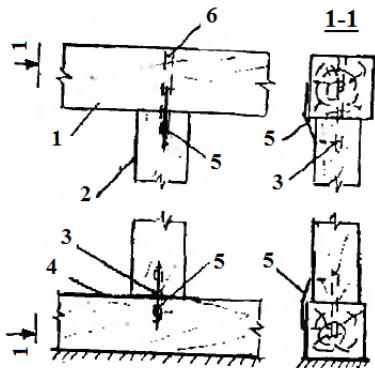
Заготовленные заранее, обработанные защитными составами, замаркированные и спакетированные элементы стропильной системы подают на чердачное перекрытие. Одновременно подают инвентарные средства подмащивания для монтажа. Установку элементов стропильной системы из наслонных стропил выполняют с разбивкой фронта работ на захватки в следующем порядке:

- установка мауэрлатов и лежней;
- установка прогонов, стоек и связей жесткости;

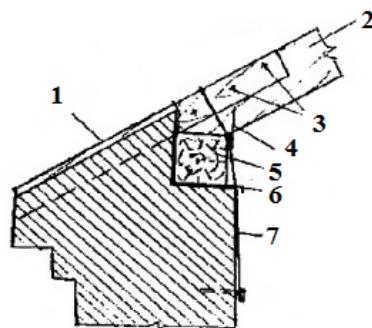
- установка стропильных ног;
- установка контробрешетки и обрешетки.

Монтаж стропильной системы осуществляют с инвентарных подмостей звеном в составе четырех плотников и одного подсобного рабочего, в том числе: плотник 4 разряда – 1 человек, плотник 3 разряда – 1 человек, плотник 2 разряда – 2 человека, подсобный рабочий 1 разряда – 1 человек.

Подачу грузов краном выполняет звено в составе машиниста крана и двух такелажников, в том числе: машинист крана 5 разряда – 1 человек; такелажник 2 разряда – 2 человека.



Опирание прогона на стойку и стойки на лежень  
1 – прогон; 2 – стойка; 3 – стальной штырь; 4 – лежень; 5 –  
пряма скоба; 6 – часть скважины, заполненная  
антисептической пастой

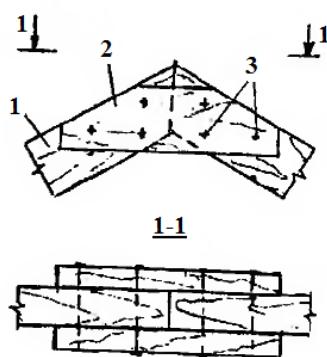


Опирание стропильной ноги  
на мауэрлат

1 – кобылка; 2 – стропильная нога; 3 – гвозди;  
4 – угловая скоба; 5 – мауэрлат; 6 –  
гидроизоляционный рулонный материал;  
7 – скрутка из проволоки диаметром 4-6 мм

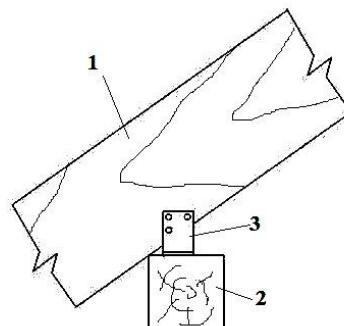
Установку мауэрлатов и лежней выполняют с предварительной прокладкой по верху стен двух слоев рулонной гидроизоляции. После этого в проектное положение на лежень устанавливают стойки, временно раскрепив их схватками и подкосами.

Затем по стойкам укладывают прогоны, выверяют их положение при помощи уровня и закрепляют элементы строительными скобами или болтами.



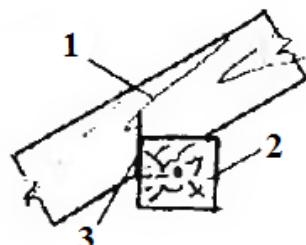
Стык стропильных ног в  
коньке

1 – стропильная нога; 2 – накладка;  
3 – гвозди



Крепление стропильной ноги к  
прогону с помощью уголка

1 – стропильная нога; 2 – прогон;  
3 – уголок



Опирание стропильной ноги  
на промежуточный прогон

1 – стропильная нога; 2 – прогон;  
3 – угловая скоба

Стропильные ноги из досок устанавливают в следующем порядке:

- производят разбивку на мауэрлатах проектного положения стропильных ног;
- выбирают в мауэрлатах гнезда;
- устанавливают раздвижные инвентарные стойки и инвентарные подмости;
- устанавливают стропильные ноги, опирая их на мауэрлат и на промежуточный прогон;
- осуществляют стык стропильных ног в коньке при помощи накладок за счет гвоздевого соединения;

- места сопряжения стропильных ног с мауэрлатами и концы стропильных ног на опорах дополнительно антисептируют.

Стропильные ноги могут крепиться к прогону либо при помощи врубки и угловой скобы, либо за счет соединения уголками.

Сопряжения элементов дощатых стропил выполняют на гвоздях и скобах, усиленных накладками. В местах стыков прибывают двойные накладки из досок толщиной 25+30 мм, длина гвоздей в 2,5 - 3 раза должна превышать толщину прибиваемых досок или брусков.

После установки первых 4-5 стропильных ног начинают устройство обрешетки. Бруски прибывают по шаблону от карниза к коньку с проектным шагом, который зависит от вида кровельного покрытия. По свесу кровли над карнизом, под стыками листов, а также в разжелобках и на коньке укладывают сплошной настил из обрезной доски. После пришивки обрешетки выполняют вырезы для слуховых окон и лазов. Затем монтируют сами слуховые окна.



Варианты строповки деревянных элементов стропильной системы

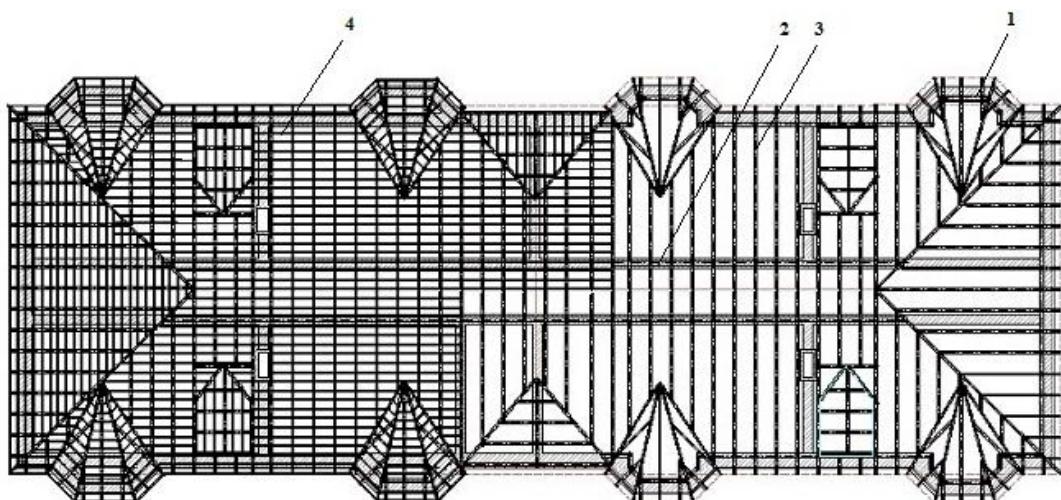


Схема устройства стропильной системы  
1 – мауэрлат; 2 – прогон; 3 – стропильная нога; 4 - обрешетка

## Устройство кровли - стропильная система

Кровля должна иметь надежный каркас, способный выдерживать нагрузки от веса кровли, снега на ней и ветра. Такой каркас называется **стропильной системой**.

**Стропильная система состоит:**

**Мауэрлат** (брус 100 x 100 мм, 100 x 150 мм, 150 x 150 мм)

**Стропила**, которые располагаются по диагонали (брус 50 x 150 мм, 50 x 200 мм, 150 x 200 мм)

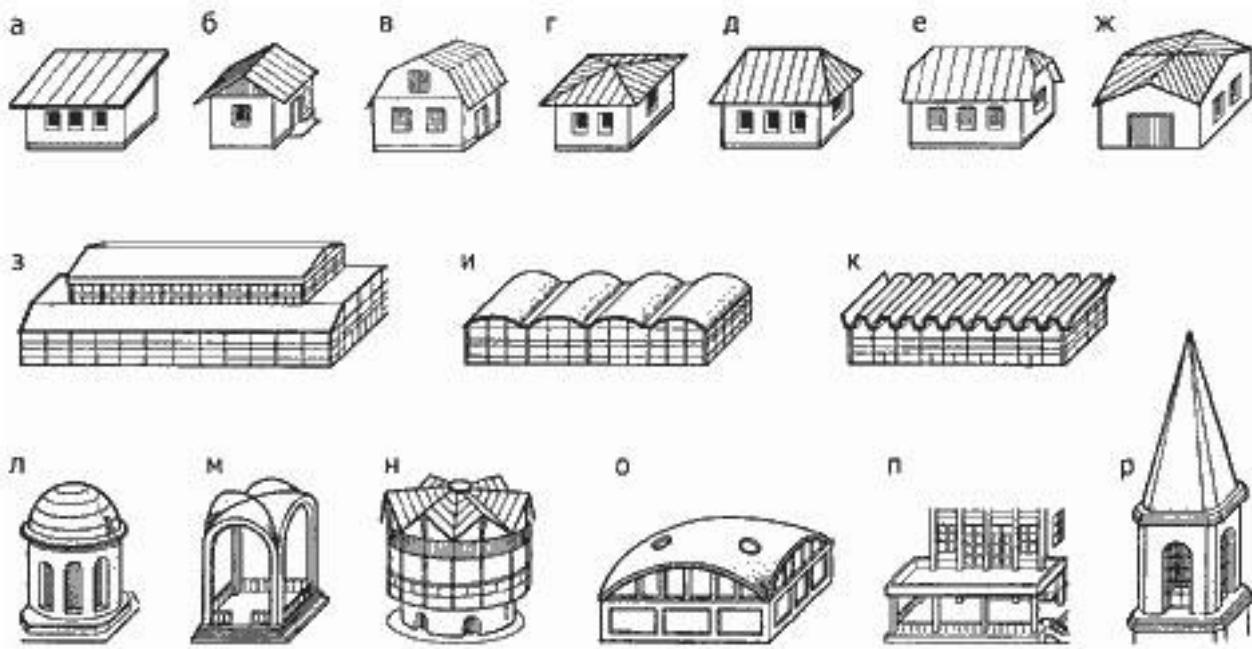
**Ендова** (брус 50 x 150 мм, 50 x 200 мм, 100 x 200 мм)

**Прогоны**, как дополнительная опора (150 x 150 мм, 100 x 200 мм)

**Опоры**, стойки (150 x 150 мм, 100 x 100 мм, 150 x 200 мм)**Кобылки и карнизные короба** (50 x 150 мм)**Подшивочные и лобовые доски** (20 x 100 мм, 22 x 100 мм, 25 x 100 мм или на 150 мм)

Грубый расчет пиломатериалов, необходимых для устройства кровли Вы можете посмотреть в ниже приведенной таблице (данные для Москвы и Московской области).

Шаг установки стропил м	Длина стропильного элемента (м)						
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0,6	40x150	40x175	50x150	50x150	50x175	50x200	50x200
0,9	50x150	50x175	50x200	75x175	75x175	75x200	75x200
1,1	75x125	75x150	75x175	75x175	75x200	75x200	100x200
1,4	75x150	75x175	75x200	75x200	75x200	100x200	100x200
1,75	75x150	75x200	75x200	100x200	100x200	100x250	100x250
2,15	100x150	100x175	100x200	100x200	100x250	100x250	-

**Виды кровли** (наиболее распространенные). Устройство кровли у каждого вида различное.

а) односкатная кровля б) двускатная кровля

в) ломаная кровля г) шатровая

д) вальмовая е) полувальмовая

ж) из косых поверхностей

з) производственная

и) сводчатая к) складчатая

л) куполообразная м) крестовый свод

н) многошиптовая о) сферическая

п) плоская р) шиплеобразная

### Крепление стропил к мауэрлату бывает трех видов



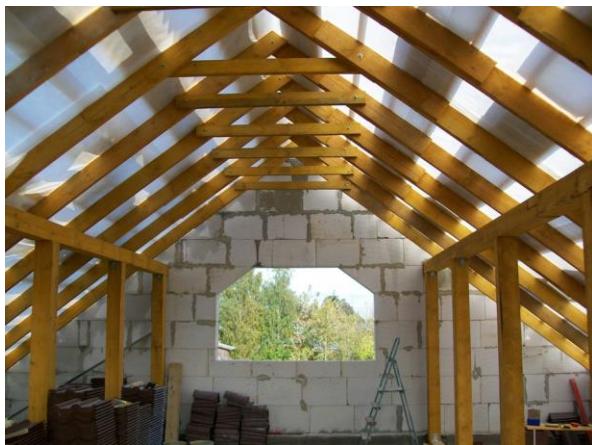
*Крепление при помощи стальных скоб (в последнее время встречается все реже)*

*Крепление при помощи саморезов по дереву и монтажных уголков*

Скользящие крепления стропил к мауэрлату применяются при устройстве кровли на деревянных домах (из бруса или бревна). При таком креплении основная нагрузка ложится на коньковый брус и фронтоны. Поэтому, целесообразно под коньковый брус установить опоры.

Для чего нужны скользящие крепления? Все дело в том, что стены деревянных домов дают достаточно большую усадку, а такая система не приводит к перекосу кровли за счет скольжения нижней части стропил. Из собственного опыта работ по устройству кровли на деревянных домах могу сказать, что мы наоборот всегда применяли жесткое крепление стропил к мауэрлату и не испытывали никаких проблем. Единственное, что нужно соблюдать – это зазор между кровлей и фронтонной стеной не менее 10 см.

### Крепление узлов стропильной системы



Ригель (балка, стягивающая стропила) лучше всего крепить шпильками диаметром от 10 до 14 мм. Если длина стропил большая или они срощены, то необходимо поставить прогоны под стропила, этим обеспечив их дополнительную жесткость.

Коньковый прогон крепится к фронтону или лежит на вертикальных стойках. Он обеспечивает несущую способность стропильной системы при незначительных углах наклона скатов кровли.

### Крепление стропил

Стропила можно крепить как гвоздям и саморезами напрямую, так и с применением монтажных оцинкованных уголков. В зависимости от длины, размеры бруса для ендовы увеличиваются. При устройстве кровли мы из практики применяем брусы следующих размеров: на длину 4 м брусы 150 x 50 или 200 x 50. На длину 6 м брусы 200 x 50, 100 x 150 (в зависимости

от веса кровельного покрытия). Если длина ендовых свыше 6 м, то целесообразно установить промежуточную опору.

Стропила на хребтах и на коньковом брусе крепятся, как и на ендовых, только в противоположном направлении. Размеры хребтового бруса такие же, как и у ендовых.



стропила на коньке крепятся в упор друг к другу.

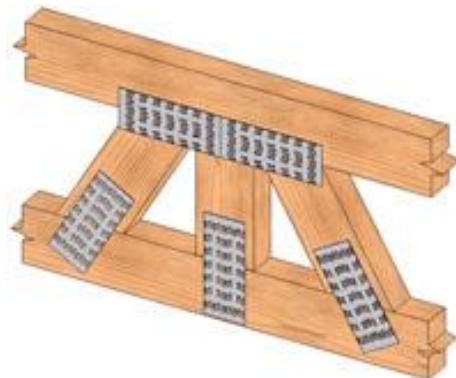
Стропильная система может собираться изначально с коньковым бруском, как показано на фотографии (чаще подходит для металлической черепицы), а может и без. Тогда после установки контробрешетки надо ставить крепление коньковой и хребтовой обрешетки и установить в него брускок 50 x 50 мм. Такое крепление позволяет очень точно отрегулировать высоту конька относительно скатов кровли (чаще подходит для натуральной и полимерпесчаной черепицы).

Установка коньковой и хребтовой обрешетки для устройства конька из натуральной и полимерпесчаной черепицы. В этом случае

### Наращивание стропил



Способов наращивания стропил несколько, но наиболее часто при устройстве кровли наращивают стропила путем крепления шпильками диаметром 12 - 14 мм. Это наиболее просто. Переход может быть разный (в зависимости от нагрузки), но мы, из своей практики, делаем переход 0,6 - 0,8 м.

**Примеры сложных креплений (устройство кровли)**

### **5.3. Организация строительных работ при реконструкции жилья III группы капитальности**

#### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА УСТРОЙСТВО СТРОПИЛЬНОЙ КРОВЛИ ПОТОЧНЫМ МЕТОДОМ**

##### **I. Область применения технологической карты.**

Технологическая карта разработана на устройство каркаса мансардного этажа под жилое кирпичное здание в городе Ижевске. Введение данного метода позволяет повысить производительность труда в 1,5 раза. Технологическая карта удовлетворяет всем нормативным требованиям к разработке соответствующих разделов организации труда в проектах производства работ с учетом мероприятий по научной организации труда и технике безопасности.

В состав работ, рассматриваемых в технологической карте входят:

- Подача материалов;
- Устройство монолитного железобетонного пояса;
- Устройство инвентарных подмостей;
- Монтаж металлических балок со сваркой закладных деталей;
- Монтаж металлического уголка со сваркой швов;
- Крепление плит ЦСП;
- Устройство пароизоляции;
- Установка стропил;
- Устройство теплоизоляции;
- Устройство обрешетки;
- Разборка неинвентарных подмостей;

Работы выполняются в весенне-летний период и ведутся в 2 смены.

Начало производства работ — май месяц.

Продолжительность выполнения — 48 смены.

## II. Организация и технология устройства стропильной кровли.

До начала устройства каркаса мансарды по поточному методу должны быть выполнены следующие работы:

- Устройство стропильной кровли производить только после выполнения каменной кладки, устройства перекрытия, устройства лестничных маршей, закладки всех необходимых ж/б и металлических элементов;
- Подготовлены площадки складирования материалов и завезен необходимый запас;
- Выполнена исполнительная съемка конструкций надземной части здания.

### Организация рабочего места бригады.

Рабочее место плотников при устройстве стропильной кровли включает участок возводимой крыши и часть примыкающей к ней площади, в пределах которой размещают материалы, приспособления, инструмент и передвигается сами плотники. Рабочее место плотника состоит из трех зон: рабочей 1 — свободной полосы, на которой работают плотники; зоны материалов 2 — полосы, на которой размещают пиломатериал, утеплитель, закладные детали, гидроизоляцию; транспортной 3 — в этой зоне работают такелажники, обеспечивающие плотников материалами и закладными деталями. Общая ширина рабочего места 2,5... 2,6 м. Запас пиломатериалов на рабочем месте должен соответствовать 2...4-часовой потребности в них. Не следует загромождать рабочие места излишним количеством материалов и перегружать подмости и леса.

### Состав звена.

Звено состоит из плотника 4 разряда, плотника 3 разряда, двух плотников 2 разряда и подсобного рабочего 1 разряда, 4 разряда кровельщика и 3 разряда кровельщика.

### II. Состав работ

Установка на место лежней, стоек, прогонов, раскосов, подкосов, стропил, ригелей с подгонкой сопряжений и крепление их гвоздями, скобами, болтами, хомутами, арматурой и т.п. Разметка и поперечное перепиливание материалов, укладка, выверка и прибивка обрешетки. Устройство разжелобков, свесов и постановка ребровых и коньковых досок. Вырезка обрешетки в крыше, врубка ригелей и стропил, сборка всего каркаса мансардных окон и их установка, обшивка боковых стенок.

Определение размера делянки.

При возведении стропильной кровли каждое звено плотников работает на одной делянке. Число делянок и их размеры устанавливают в зависимости от конструктивных особенностей данной крыши. Размеры делянок рассчитывают так, чтобы работающие не стесняли друг друга и чтобы не возникала необходимость перехода звеньев в течение смены на другие делянки.

Калькуляция затрат труда, машинного времени и заработной платы

### III. Допускаемые отклонения деревянных конструкций:

от проектного положения и проектных размеров.

Устройство стропильной кровли и других конструкций выполняют в соответствии с правилами производства и приемки работ (СНиП III-17-78), соблюдение которых обеспечивает требуемую прочность возводимых конструкций и высокое качество работ.

Абсолютная влажность древесины профильных деталей, применяемых внутри жилых помещений, не должна превышать 15 %, снаружи помещений – 18 %, нефрезерованных деталей – 22%.

Все деревянные конструкции на строительство должны поставляться комплектно с накладками, болтами, шайбами, гайками. При перевозке на автомашинах ихочно закрепляют во избежание повреждений.

Деревянные конструкции и изделия на строительстве принимают по паспорту, спецификации и

путем внешнего осмотра. При приемке проверяют соответствие требованиям рабочей документации, точность выполнения деталей, соединений, качество антисептирования, покрытия антиприренами.

Все детали и изделия рассортировывают и укладывают в стопы или штабеля по маркам. Хранить их нужно в условиях, исключающих воздействие прямых солнечных лучей, а также атмосферных осадков.

### Предельные отклонения от номинальных размеров деревянных деталей и изделий.

Детали и изделия	Предельные отклонения, мм, по		
	длине	ширина	толщине
Детали нефрезерованные при размере сторон:			
До 32 мм	±3	±1	±1
32...100 мм	±3	±2	±2
Более 100 мм	±3	±3	±3
Детали профильные	±3	±1	±1
Балки, стропила и другие изделия, кроме перечисленных ниже	±5	±3	±2
Панели стеновые (щиты)	±6	±4	±3
Панели перегородки (щиты)	-6	-8	±3
Панели перекрытий (щиты)	±5	-6	±3

### Мероприятия по обеспечению техники безопасности.

Плотники при производстве работ согласно имеющейся квалификации обязаны выполнять требования безопасности, изложенные в Типовой инструкции по охране труда для работников строительства, промышленности строительных материалов и жилищно - коммунального хозяйства, настоящей Типовой инструкцией, разработанной с учетом строительных норм и правил Российской Федерации, а также требования инструкций заводов - изготовителей по эксплуатации применяемого оборудования, инструмента, технологической оснастки.

Требования безопасности перед началом работы

Перед началом работы плотники обязаны:

- надеть каску, спецодежду, спецобувь установленного образца;
- предъявить руководителю удостоверение о проверке знаний безопасных методов работы;
- получить задание на выполнение работы у бригадира или руководителя и пройти инструктаж на рабочем месте с учетом специфики выполняемых работ.

После получения задания у бригадира или руководителя плотники обязаны:

- подготовить необходимые средства индивидуальной защиты (шланговый противогаз или респиратор, защитные очки, защитную пасту - в случае выполнения работ по антисептированию материалов);
- проверить рабочее место и подходы к нему на соответствие требованиям безопасности;
- подобрать оборудование, инструмент и технологическую оснастку, необходимые при выполнении работ, проверить их исправность и соответствие требованиям безопасности;
- проверить устойчивость ранее установленных конструкций;
- при получении задания по антисептированию пиломатериалов - смазать лицо и руки специальной защитной пастой.

Плотники не должны приступать к работе при следующих нарушениях требований безопасности:

- отсутствии ограждения рабочего места на высоте 1,3 м и более, а также специальных трапов в случае выполнения задания на крыше с уклоном более 20 и с покрытием, не рассчитанным на

нагрузки от веса работников;

б) неисправности технологической оснастки, приспособлений и инструмента, указанных в инструкциях заводов - изготовителей, при которых не допускается их применение;

в) несвоевременном проведении очередных испытаний средств защиты работающих или истечении срока их эксплуатации, установленного заводом - изготовителем;

г) несвоевременном проведении очередных испытаний технологической оснастки, инструмента и приспособлений;

д) недостаточной освещенности рабочих мест и подходов к ним;

е) потере устойчивости ранее установленных конструкций.

Обнаруженные нарушения требований безопасности должны быть устраниены собственными силами, а при невозможности сделать это самостоятельно плотники обязаны сообщить о них бригадиру или руководителю работ.

Требования безопасности во время работы

Для подхода на рабочие места плотники должны использовать оборудованные системы доступа (маршевые лестницы, трапы, стремянки, переходные мостики).

Подмости, с которых производятся монтаж и установка металлических и деревянных конструкций, не допускается соединять или опирать на эти конструкции до их окончательного закрепления.

При выполнении работ на лесах или подмостях, а также перекрытиях, покрытиях не следует располагать инструмент и материалы вблизи границы перепада по высоте. В случае перерыва в работе плотники должны принять меры для предупреждения их падения.

Работы по изготовлению недостающих деталей (рубка, распиливание теска и т.п.) в указанных местах не допускаются.

При устройстве настилов, стремянок, ограждений с перилами нельзя оставлять сколы и торчащие гвозди. Шляпки гвоздей следует заглублять в древесину.

Разбирать штабель лесоматериалов нужно уступами, сверху вниз, обеспечивая устойчивость остающихся в штабеле материалов.

Переносить бревна плотники должны при помощи специальных клемщет. Кантовать бревна, брусья и тяжелые детали следует при помощи специальных крючьев и ломов.

Поднимать с земли бревна и тяжелые предметы следует приседания, а не нагибаясь.

Длинномерные пиломатериалы (бревна, брусья и т.п.) необходимо переносить вдвоем.

При установке стропил, стоек и других деревянных конструкций не следует прерывать работу до тех пор, пока собираемые и устанавливаемые конструкции не будут прочно закреплены.

Элементы и детали кровель следует подавать на крышу в заготовленном виде.

Подавать материалы, элементы и детали кровель на крышу следует в контейнерах грузоподъемным краном. Прием указанных грузов должен производиться на специальные приемные площадки с ограждениями. Не допускается захватывать груз руками, перегибаясь через ограждение; направлять груз при опускании его на приемную площадку следует при помощи специальных крюков. Размещать материалы, элементы и детали кровель на крыше плотники обязаны в местах, указанных руководителем работ, с принятием мер против их падения, скатывания или воздействия порывов ветра.

Плотникам, занятым на антисептировании материалов, следует использовать для защиты органов дыхания шланговый противогаз или респиратор, для защиты глаз - защитные очки, для защиты кожи рук и лица - защитные перчатки.

В помещениях, где производится антисептирование, не допускаются выполнение других работ, а также курение и прием пищи.

При приготовлении и загрузке антисептических составов необходимо принимать меры против их распыления и разбрызгивания.

Транспортировку и хранение антисептических материалов следует осуществлять в плотно закрытой таре, которую после использования следует обработать специальными средствами или сжечь. Ванны для приготовления антисептических составов должны быть закрыты крышками.

## Требования безопасности в аварийных ситуациях

При обнаружении неисправности средств подмащивания, технологической оснастки, электроинструмента, а также возникновении другой аварийной ситуации на месте работ (потере устойчивости возводимого или разбираемого объекта, возгорании антисептических составов или их составляющих) работу необходимо приостановить и принять меры к ее устранению. В случае невозможности устранить аварийную ситуацию собственными силами плотники обязаны сообщить об этом бригадиру или руководителю работ.

## Требования безопасности по окончании работы

По окончании работы плотники обязаны:

- а) применяемый электроинструмент отключить от сети и убрать в отведенное для этого место;
- б) привести в порядок рабочее место;
- в) по окончании антисептических работ ванны следует освободить от оставшегося раствора, места приготовления и хранения составов - очистить и обезвредить. Используемые при антисептировании оборудование, средства индивидуальной защиты и инструмент - обмыть;
- г) обо всех неполадках, имевших место во время работы, необходимо сообщить бригадиру или руководителю.

## Технико-экономические показатели.

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
<b>Общий объем работ</b>	$\text{м}^2$	1240
Трудоемкость на весь объем работ	чел.-дн.	295
Трудоемкость на 1 $\text{м}^2$ кровли	чел.-дн./ $\text{м}^2$	0.238
Затраты машинного времени на весь объем работ	маш.-см.	47,4
Стоимость выполнения 1 $\text{м}^2$ кровли	руб.	2245
Общая продолжительность выполнения работ	смен	48

## Материально-технические ресурсы

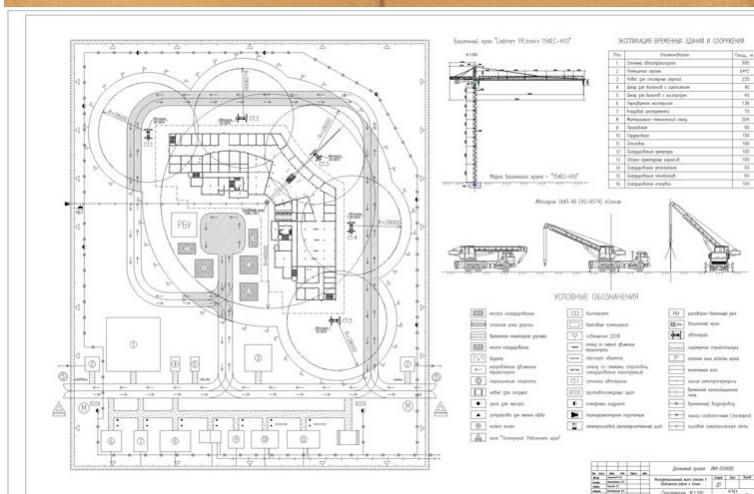
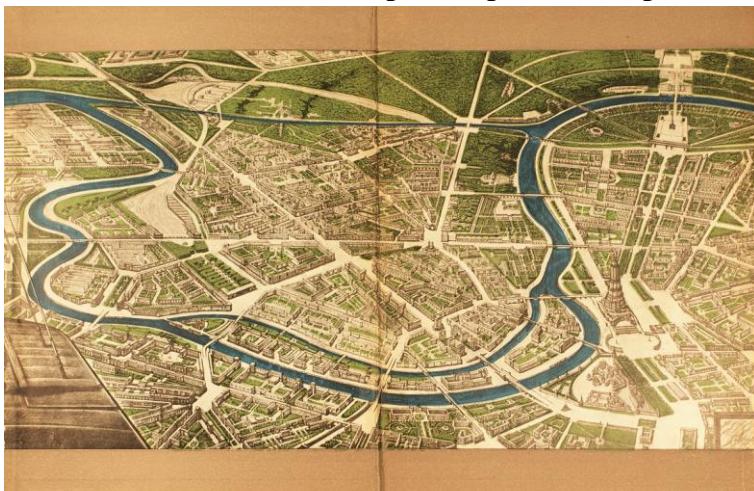
Номер	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса	Примечание
1	ГОСТ 8239-89	Двутавр 14 (пог.м)	224	3068	
2	ГОСТ 8239-89	Двутавр 18 (пог.м)	406	7470	
3	ГОСТ 8239-89	Швеллер 8 (пог.м)	1400	9870	
4	ГОСТ 103-76	-10*300x425	2	20	
5	ГОСТ 8509-93	L 50x5	1647	12418.38	
6	ГОСТ 103-76	-10x120x284	56	158.48	
7	ГОСТ 8509-93	L 140x10 L=140	32	96.32	
8	ГОСТ 7798-70	Болт М16x50	176	19.89	
9	ГОСТ 5915-70	Гайка М16	176	5.81	
10	ГОСТ 11371-78	Шайба М16	352	3.87	
11	ГОСТ 8645-68	□ 40x25x2	-	3619	
12	ГОСТ 24454-80*Е	Прогон брус 100x200 Лобщ.=44.5 м	-	0.89	0.89
13	ГОСТ 24454-80*Е	Конгробрешетка брус 50x50 ( $\text{м}^3$ )	-	2.5	2.5
14	ГОСТ 24454-80*Е	Подшивка доска 25 ( $\text{м}^3$ )	-	4.1	4.1
15	ГОСТ 24454-80*Е	обрешетка брус 50x50 ( $\text{м}^3$ )	-	4.3	4.3
16	ГОСТ 24454-80*Е	Обрешетка доска толщ.25мм	-	9.6	9.6
17	ГОСТ 24454-80*Е	Обрешетка и спл.настил – доска толщ.50 мм		7	7

## Машины, оборудование, механизированный инструмент, инвентарь и приспособления

№ п/п	Наименование	Тип	Марка	Количество	Техническая характеристика
1	Кран	IV. стреловой	V. LIEB HERR LTM 1030/2	1	$\ell_{\text{стР}}=40 \text{ м}$

2	Переносная прожекторная мачта		VI. 35	ПЗС-	6	Мощность лампы 500 Вт
3	Угольник деревянный				4	
4	Подмости	на мет.стойках	ИНВ.Н24		30	
5	Рейка отвес		НИИСП, г.КИЕВ		3	
6	Молоток плотничный		МПЛ		8	$m=0.8\text{кг}, 300*300*132$
7	Топор плотничный		A-2		8	$m=1.97\text{кг}, 502*200*150$
8	Ящики для раствора		ИНВ.Н2631		4	$V_{ящ}=0.25 \text{ м}^3$
9	Кельма комбинированная		ГОСТ 9533-66		2	
10	Лопата растворная		ЛР-2		4	$m=2.2\text{кг}, 1550*246$
11	Электросварочный аппарат		СТЭ-24		1	
12	Лом гвоздодер		ЛД-16		3	$m=0.56\text{кг}, 320*90*70$
17	Отвес строительный		ОТ-400		4	$m=0.4\text{кг}, 190*30$
18	Уровень строительный		УС-1-300		4	$m=0.22\text{кг}, 300*22*40$
19	Метр складной				4	
20	Рулетка металлическая		РС-12		2	$m=0.31\text{кг}, L=20\text{м}$
21	Лом монтажный		ЛМ		4	$m=5,6\text{кг}$
22	Правило	ДЮРАЛЮМИНИ ЕВОЕ	ГОСТ4784-79		4	$l=2\text{м}$
23	Теодолит	2Т30П			2	
24	Нивелир	Н-3			2	
25	Рейка нивелирная	Р-3			4	

#### 5.4. Проектирование строительного генерального плана



Строительный генеральный план (СГП) – это план строительной площадки, на котором совмещено изображается схема расположения строящихся зданий и сооружений, расстановка основных монтажных и грузоподъемных механизмов, объектов строительного хозяйства, предназначенного для обслуживания производства работ, а также указывается расположение существующих на площадке зданий и сооружений. СГП – одна из важнейших

частей технической документации и основной документ, регламентирующий организацию площадки и объемы временного строительства.

К объектам строительного хозяйства, размещаемым на площадке во время строительства, относятся: производственные установки (бетонные и растворные узлы и др.), склады, площадки укрупнительной сборки конструкций, помещения для строительных управлений, обогрева

рабочих, санитарно-бытовые помещения, автомобильные и железные дороги, сети электроснабжения, водоснабжения, теплоснабжения и связи, трансформаторные подстанции, грузоподъемные механизмы и др. Временные сооружения и другие объекты строительного хозяйства организуются в подготовительный период.

## 1. Особенности разработки СГП при реконструкции

Проектирование СГП при реконструкции в принципе не отличается от методов, применяемых при новом строительстве. Однако при реконструкции возникают дополнительные трудности, которые необходимо учитывать при проектировании. Сложность работ состоит в стесненности фронта работ, вызванная близко расположенным другими строениями и безопасной эксплуатацией расположенных рядом зданий жилищно-гражданского назначения.

Для того, чтобы обеспечивалась безопасность и нормальные условия проживания в прилегающих к реконструируемому объекту зданиях на СГП необходимо:

- выделять постоянные дороги;
- предусматривать при необходимости (и возможности) устройство объездов загруженных участков дорог;
- устанавливать схемы движения автотранспорта на строительной площадке;
- намечать места проходов в зону работ и направление движения пешеходов в обход строительной площадки.

Привязка монтажных кранов к объектам реконструкции выполняется от наружных поверхностей стен. Рельсовые пути кранов и основания под краны на авто- и гусеничном ходу такие же, как в новом строительстве, но здесь чаще приходится располагать краны над подземными коммуникациями или опирать на несущие конструкции реконструируемых зданий, поэтому в целях безопасности строго ограничивают все прилагаемые нагрузки. В определенных случаях для установки крана возникает необходимость его разборки.

Опасную зону у здания, выходящего на городские проезды необходимо выгородить, а если это невозможно, то уменьшить эту зону, введя принудительные ограничения в работу крана, и предусмотреть дополнительные ограждения вдоль наружных стен установить сплошное защитное ограждение и защитный козырек над пешеходными переходами. Наружная сторона лесов выгораживается защитной стенкой на всю высоту, а при отсутствии лесов закрываются наглухо все проемы в наружных стенах.

Размещение приобъектных складов материалов и конструкций в условиях стесненности стройплощадки требует изыскания дополнительных площадей. Это могут быть участки от подлежащих сносу существующих строений. Частично материалы можно разместить на перекрытиях реконструируемого здания. Конструкции, в условиях стесненности, лучше всего монтировать «с колес». Часть материалов можно разгрузить непосредственно в рабочую зону.

Размещение временных зданий и систем временного электро- и водоснабжения производится с учетом возможности использования зданий, помещений и источников реконструируемого объекта и служб жилищных комплексов. Если такие возможности ограничены, для бытовых городков строителей используют контейнерные здания, устанавливаемые при необходимости в два этапа.

## 2. Этапы проектирования СГП

Проектирование СГП начинают с нанесения существующих и сносимых строений, эксплуатируемых зданий и сооружений, сетей коммуникаций. Затем нужно показать постоянные дороги, существующие проезды и тротуары и временное ограждение стройплощадки. Затем приступают к размещению монтажных кранов, подъемников, механизированных установок, число и марки которых должны быть заранее определены. Необходимо показать на СГП ось движения и стоянки монтажного крана и зоны действия кранов и подъемников. При необходимости, спроектировать временные дороги, с соблюдением следующих требований:

- 1) ширина проезжей части временных автодорог должна обеспечивать габариты транспортных

- средств в осях плюс 1,5 м на свободный проезд;
- 2) радиус закругления должен быть не менее 12 м;
- 3) для разъезда встречного транспортного должны быть уширения автодорог, размером от 12 до 18 м, шириной не менее 6 метров;
- 4) должны быть подъезды ко всем производственным времененным зданиям, к трансформаторной подстанции, к пожарным гидрантам, к подъемникам;
- 5) при одностороннем движении между дорогой и складами необходимо оставлять полосы для стоянки транспорта под разгрузкой шириной не менее 3 метров;
- 6) временные автодороги, по возможности, должны быть кольцевыми, если это не выполнимо, то необходимо предусмотреть площадку для разворота машин, т.е. тупик размером 36x18 м;
- 7) должны устраиваться тротуары, ко всем непроизводственным времененным зданиям шириной 1,5 метра и выходить на временные кольцевые автодороги, а располагаться вдоль автодорог не далее, чем в 2 м от края проезжей части.

Затем размещают склады, площадки укрупнительной сборки, временные здания и сооружения, временные водопроводные, энергетические сети и постоянные наружные сети.

Все временные здания и сооружения, временные инженерные сети, склады, автодороги, ограждение, постоянные инженерные сети наносят на СГП в соответствии с условными обозначениями [Дикман, Красный].

### 3. Расчет ресурсов строительного генерального плана строительной площадки

Разработке СГП должны предшествовать расчеты складских площадей, временных сооружений, а также потребности в воде и энергии.

**3.1 Расчет потребности во временных зданиях санитарно-бытового и административного назначения.** К ним относятся: конторы строительных управлений, участников, производителей работ, мастеров, диспетчерские. В группу санитарно-бытовых зданий включают: гардеробные, душевые, умывальные, помещения для сушки одежды, обогрева рабочих, туалеты, помещения для приема пищи, буфеты, столовые, здравпункты.

Требуемые (расчетные) площади по этим видам зданий определяют по формуле:

$$S_{mp} = S_H \cdot N \quad , \quad (1)$$

где  $S_H$  - нормативный показатель площади (норма) для каждого вида зданий;

$N$  - расчетная численность обслуживающего контингента по данному виду здания.

Контингент стройки в целом - это все работающие: рабочие, ИТР, служащие и младший обслуживающий персонал (МОП). Численность рабочих на строительной площадке устанавливают на основании графика потребности в рабочих кадрах. При этом необходимо обязательно учитывать коэффициент сменности работ. Численность ИТР, служащих, охраны и МОП принимается ориентировочно по таблице 1:

Таблица 1 - Удельные веса рабочих, ИТР, служащих, МОП и охраны в общем количестве работающих

Вид строительства	категории работающих в процентах от общего количества			
	рабочие	ИТР	служащие	МОП и охрана
1	2	3	4	5
Жилищно-гражданское	85	8	5	2

Нормативные показатели для определения потребности во временных зданиях принимаются по таблице 2:

Таблица 2 - Показатели для определения потребности в административных и санитарно-бытовых временных зданиях (на 1 человека)

Наименование помещений	Единица измерения	Норматив	Примечания
1	2	3	4
Контора	место/м <sup>2</sup>	1/4	на ИТР и служащих в наиболее многочисленную смену
Красный уголок	место/м <sup>2</sup>	1/0,75	на наиболее многочисленную смену
Диспетчерская	обслуживаемый персонал, м <sup>2</sup>	1/7	
Помещение для приема пищи	посадочных мест/м <sup>2</sup>	0,25/0,25	на наиболее многочисленную смену (50% рабочих)
Гардеробные	м <sup>2</sup>	0,5-0,6	на всех рабочих
Душевая с преддушевой	сетка/м <sup>2</sup>	0,2/0,82	на наиболее многочисленную смену
Умывальная	кран/м <sup>2</sup>	0,05/0,06	на наиболее многочисленную смену
Сушилка	м <sup>2</sup>	0,2	на 30 % рабочих
Туалет	м <sup>2</sup>	0,07-0,14	верхний предел – для мужчин
Помещение для обогрева рабочих	м <sup>2</sup>	0,1	

Соотношение мужчин и женщин необходимо принимать соответственно 0,7 и 0,3 (для отделочных работ 1/4). Учитывая, что в основу расчетной численности обслуживаемого контингента для разных видов зданий административно-бытового назначения положена расчетная численность рабочих, можно для получения сведений по графе 2 таблицы 3 использовать следующие показатели для различных видов зданий:

- гардеробные –  $N = N_p$   
где  $N_p$  - численность рабочих в наиболее многочисленную смену;
- душевые и уборные мужские -  $N = 0,49N_p$ ;
- душевые и уборные женские -  $N = 0,21N_p$ ;
- умывальники мужские -  $N = 0,535N_p$ ;
- сушилки -  $N = 0,7N_p$ ;
- конторские помещения -  $N = 0,128N_p$ ;
- уголки отдыха -  $N = 0,828N_p$ ;
- умывальники женские -  $N = 0,23N_p$ ;

- столовые и помещения для приема пищи -  $N = 0,7N_p$ ;
- диспетчерские -  $N = 0,01N_p$ .

Расчетные потребности во временных зданиях выполняются в виде таблицы 3:

Таблица 3 - Ведомость расчета инвентарных временных зданий санитарно-бытового и административного назначения

Наимено- вание зданий	Расчет- ная об- служи- ваемая числен- ность, чел.	Норма на 1 чел., $m^2$	Расчет- ная площа- дь, $m^2$	Шифр типо- вого проек-та зда-ния	Разме-ры в плане, м	Кол-во зда-ний	Приня- тая по проекту площа- дь, $m^2$	Тип зда- ния (конст- руктив- ная ха- рактери- стика)
1	2	3	4	5	6	7	8	9

**3.2 Расчет площадей складов.** Номенклатуру складируемых материалов на строительной площадке устанавливают исходя из характера объекта, условий осуществления реконструкции, доставки материалов и подготовки для использования их в процессе производства работ. Во всех случаях номенклатура материалов и площади складов должна определяться с учетом периода реконструкции для которого разрабатывается стройгенплан.

Расчеты площадей складов для полной номенклатуры материалов, необходимых для строительства, определяют в случаях, когда строительная площадка имеет ограниченные размеры и необходима проверка и обоснование материальных ресурсов.

При наличии данных об общей потребности в материале на расчетный период устанавливают запас материалов,  $P_{ck}$ , подлежащих хранению на складе:

$$P_{ck} = \frac{Q_{ob}}{T} \cdot T_h \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2)$$

где  $Q_{ob}$  - общая потребность в материале (количество материалов на расчетный период по графику);

$T$  - время потребления материала в днях по графику;

$T_h$  - норма запаса материала в днях ( $T_h = 5 - 10$  дней - для условий г.Ижевска, если  $T_h < 5$  дн., то смотреть по календарному плану);

$K_1$  - коэффициент неравномерности построения материалов на склад (для автотранспорта - 1,3÷1,5; железнодорожного - 1,1; водного - 1,2);

$K_2$  - коэффициент неравномерности потребления материалов, равный 1,3.

Площадь складских территорий  $S$  определяют из выражения:

$$S = P_{ck} \cdot q, \quad (3)$$

где  $q$  - норма хранения материалов на 1  $m^2$  площади склада с учетом проходов и проездов, принимаемая по таблице 4:

Таблица 4 - Нормативные показатели потребности в складах для хранения материалов, изделий и, оборудования

Материалы и изделия	Ед.изм.	Расчетная площадь склада на ед.изм. с учетом проходов и проездов
Открытые складские площадки (м <sup>2</sup> )		
Сталь-прокат и сталь сортовая	т	1,8-1,2
Лес:		
круглый	м <sup>3</sup>	1,5-1,3
пиленный	м <sup>3</sup>	1,7-1,2
Кирпич строительный при хранении:		
в клетках на поддонах	тыс.шт.	2,5
в пакетах на поддонах	тыс.шт.	2,5-2,2
Камень бутовый и булыжный в механизированных складах	м <sup>3</sup>	0,7-0,5
Щебень и гравий в механизированных складах	м <sup>3</sup>	0,5-0,35
Песок в механизированных складах	м <sup>3</sup>	0,5-0,35
Шлак	м <sup>3</sup>	1,1-0,8
Трубы:		
стальные;	т	2,1-1,7
чугунные;	т	2,5-1,4
железобетонные	м <sup>3</sup>	5,5-4,1
Кабель	т	5,6-4,1
Опалубка	м <sup>2</sup>	0,1-0,07
Арматура	т	1,4-1,2
Сборный железобетон:		
фундаменты	м <sup>3</sup>	1,7-1,0
колонны	м <sup>3</sup>	2
плиты перекрытий	м <sup>3</sup>	2
плиты покрытий	м <sup>3</sup>	4,1-3,3
фермы	м <sup>3</sup>	4,1-2,8
балки покрытий	м <sup>3</sup>	5
фундаментные и подкрановые балки, лестничные площадки, марши, плиты, балконные перемычки, санитарно-технические блоки	м <sup>3</sup>	3,2-2,5
Блоки бетонные стеновые	м <sup>3</sup>	1
Шлакобетонные камни	тыс.шт.	2,8
Блоки кирпичные	тыс.шт.	2,0-1,4
Утеплитель плитный	тыс.шт.	4,1-2,1
Металлоконструкции	т	3,3

Примечание: При хранении камня бутового, булыжного, щебня, гравия и песка в немеханизированных складах потребная площадь для них удваивается.

Расчет площадей открытых складов выполняется в таблице 5:

Таблица 5 - Ведомость площадей открытых складов

№ п/п	Наименование материалов и изделий	Ед. изм.	Кол-во материалов, необходимое для стр-ва	Суточный расход	Принятый запас на ед. изм.	Нормативный запас, дн.	Норма склада на ед.изм., м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8

В таблице 7 графа 5 = графа 4 / 260 дней;  
для сборного железобетона - графа 4 / 30 дней;  
графа 6 = графа 5 × 1,1 × 1,3;  
графа 7 - от 5 до 20 дней;  
графа 9 = графа 6 × графа 7 × графа 8.

По графе 10 в пояснительной записке дать, какие площади используются неоднократно (например, для складирования колонн, а затем ферм и плит).

**3.3 Расчет потребности в водоснабжении.** При разработке стройгенплана решают вопросы снабжения стройки водой для производственных и технологических нужд, хозяйствственно-питьевых, пожаротушения. Проектируют водопроводные системы по назначению или же смешанными и объединенными, удовлетворяющими одновременно все нужды.

Временное водоснабжение стройплощадки может быть осуществлено от действующих водопроводов, расположенных вблизи района строительства объекта или от природных источников - поверхностных или подземных водоемов.

Потребность строительства в воде зависит от годового объема строительно-монтажных работ и размеров территории стройплощадки.

Для получения данных по расходу воды при проектировании систем временного водоснабжения стройплощадки учитывают потребности в воде каждого отдельного потребителя. В этом случае следует свести в таблицу подсчеты общих расходов воды как по всем потребителям, так и по каждой их группе (производственные нужды - машины и оборудование, технологические нужды, санитарно-бытовые нужды).

По каждой группе выбирают тех потребителей, которые требуют максимального расхода воды в л/с с учетом коэффициентов часовой неравномерности. Максимальный расход воды определяют на основе анализа графика производства работ по объекту с целью установления одновременности работы потребителей воды.

Суммарный расход воды  $Q_{общ.}$ , л/с:

$$Q_{общ.} = Q_{пр.} + Q_{тех.} + Q_{хоз.} + Q_{пож.}, \quad (4)$$

где  $Q_{пр.}$ ,  $Q_{тех.}$ ,  $Q_{хоз.}$ ,  $Q_{пож.}$  - соответственно расходы воды на производственные, технологические, хозяйствственно-бытовые и противопожарные цели, л/с.

Расчетный секундный расход воды в л/с для строительной площадки определяется по формулам:

на производственные нужды:

$$Q_{np} = \frac{\sum M \cdot q_1 \cdot k_1}{3600 \cdot n}, \quad (5)$$

на технологические нужды:

$$Q_{mex} = \frac{\sum V \cdot q_2 \cdot k_2}{3600 \cdot n}, \quad (6)$$

на хозяйственно-питьевые нужды:

$$Q_{xoz} = \frac{N_1 \cdot q_3 \cdot k_3}{3600 \cdot n}, \quad (7)$$

на душевые установки:

$$Q_{dui} = \frac{N_2 \cdot q_4}{60 \cdot m}, \quad (8)$$

где  $m$  - количество машин и оборудования;

$q_1$  - удельный расход воды на соответствующий измеритель;

$k_1$  - коэффициент часовой неравномерности потребления воды; на обслуживание машин и оборудования ( $k_1=1,5$ );

$n$  - количество часов работы, к которым отнесен расход воды;

$V_p$  - объем строительных работ, потребляющих воду;

$q_2$  - удельный расход воды на единицу объема;

$k_2$  - коэффициент часовой неравномерности потребления воды,  $k_2 = 1,5$  при строительных работах,  $k_2 = 1,25$  при приготовлении бетонов и растворов;

$N_1$  - количество работающих в максимальную смену, чел.;

$N_2$  - количество работающих, пользующихся душем, чел.;

$q_3$  - удельный расход на работающего в смену;

$q_4$  - расход воды на 1 (одного), принимающего душ;

$m$  - продолжительность работы душевой установки в минутах (обычно принимается 45 минут после смены).

Минимальный расход воды для противопожарных целей определяют из расчета одновременного действия двух струй из гидрантов по 5 л /с на каждую струю, т.е.:  $Q_{пож.} = 5 \times 2 = 10$  л /с. Такой расход может быть принят для небольших объектов с площадью застройки до 10 га, на площадях до 50 га включительно - 20 л/с; при большей площади - 20 л/с на первые 50

га территории и по 5 л/с на каждые дополнительные 25 га (полные и неполные).

Расчет потребности в водоснабжении ведется с использованием таблицы 6 с заполнением таблицы 7.

Таблица 6 - Удельный расход воды на производственные и технологические нужды

Потребитель воды	Ед.изм.	Удельный расход воды на ед.изм., л
Экскаватор (двигатель внутреннего сгорания)	маш.-час.	15
Автомашина, трактор (мойка и заправка из суточного расчета)	маш.-час.	40
Автокран (из сменного расчета)	маш.-час.	1,8
Двигатель внутреннего сгорания (дизели и др.) при оборотном водоснабжении	маш.-час.	3-5
Компрессорная станция	маш.-час.	5/10
Поливка бетона и железобетона, из суточного расчета	маш.-час.	25-50
Приготовление известкового раствора	маш.-час.	250-300
То же, цементного раствора	маш.-час.	200-300
То же, других растворов	маш.-час.	200-250
Кирпичная кладка (с приготовлением раствора)	1000 кирпичей	90-230
Поливка уплотненного щебня (гравия)	м <sup>2</sup>	4-10
Штукатурные работы	м <sup>2</sup>	7-8
Малярные работы	м <sup>2</sup>	0,5-1
Посадка деревьев	1 дерево	50-100
Поливка газонов	м <sup>2</sup>	10

В разделе приводится расчет диаметров временного и противопожарного водопроводов по формуле:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q_{расч} \cdot 1000}{\pi \cdot v}}, \quad (9)$$

где  $Q_{расч}$  - расчетный расход воды, л/сек.;

$v$  - скорость движения воды в трубах, м/сек (для временных водопроводов принимается 1,5÷2 м/сек).

Таблица 7 – Ведомость потребности в водоснабжении

Потребитель	Ед. изм.	Кол-во, <i>n</i>	Удельный расход воды, <i>q</i> , л	Коэффициент часовой неравномерности водопотребления, <i>k</i> =1,5; 1,25	Число часов водопотребления в сутки, <i>t</i>	Расход воды $Q_{xoz} = \frac{q \cdot k}{3600 \cdot t},$ л / сек.
1	2	3	4	5	6	7

**3.4 Расчет потребности во временном электроснабжении.** Электроснабжение строительных площадок осуществляется от стационарных или передвижных источников электроэнергии воздушными или кабельными линиями с использованием трансформаторов. Электроэнергия на стройплощадке расходуется: на производственные (технологические) нужды (электросварка, подогрев бетона и других строительных материалов, сушка помещений, оттаивание мерзлого грунта и т.п.); на питание электродвигателей машин, механизмов и установок; на освещение (внутреннее - помещений; наружное - стройплощадки в целом и отдельных рабочих мест на ней, где работы выполняются в ночное время).

Общая потребность в электроэнергии стройплощадки может быть установлена в виде мощности общей трансформаторной подстанции в кВ·А.

Требуемую мощность трансформаторной подстанции в кВ·А укрупненно можно рассчитать по формуле:

$$P = n \cdot C \cdot \kappa_1, \quad (10)$$

где *n* - расчетный нормативный показатель потребности в электроэнергии, кВ·А на 1 млн.руб. годового объема работ на стройплощадке;

*C* - годовой объем СМР, млн.руб.;

*k<sub>1</sub>* - коэффициент, учитывающий изменение сметной стоимости строительства в зависимости от района строительства (принимаемый в пределах 0,83÷1,02).

Требуемая мощность трансформатора рассчитывается по формуле:

$$P = 1,1 \left( \sum \frac{P_c \cdot \kappa_1}{\cos \varphi} + \sum \frac{P_m \cdot \kappa_1}{\cos \varphi} + \sum P_{OB} \cdot \kappa_3 + \sum P_{OH} \cdot \kappa_4 \right), \quad (11)$$

где 1,1 - коэффициент, учитывающий потери мощности в сети;

*P<sub>c</sub>* - силовая мощность машины или установки, к·Вт;

*P<sub>m</sub>* - требуемая мощность на технологические нужды, к·Вт;

*P<sub>OB</sub>* - требуемая мощность на внутреннее освещение помещений, к·Вт;

*P<sub>OH</sub>* - требуемая мощность на наружное освещение, к·Вт;

*K<sub>1-4</sub>* - коэффициенты спроса, зависящие от количества потребителей (для числа электродвигателей: до 5 шт. - *k<sub>1</sub>* = 0,6; 6-8 шт. - *k<sub>1</sub>* = 0,5; 8 шт. - *k<sub>1</sub>* = 0,4); для технологических потребителей в среднем *k<sub>2</sub>* = 0,4; для внутреннего освещения *k<sub>3</sub>* = 0,8; для наружного освещения *k<sub>4</sub>* = 0,9;

*cosφ* - коэффициент мощности.

Суммарная потребность в мощности на освещение, кВт, подсчитывается на основе площадей зданий и открытых площадок (м<sup>2</sup>) и норм мощности, Вт, электроэнергии на 1 м<sup>2</sup>.

Коэффициент мощности (*cosφ*) принимается по таблице 8:

Таблица 8 - Показатели для расчета требуемой электрической мощности

Наименование потребителей	Ед. изм.	Мощность электродвигателя или расход электроэнергии на ед.изм., кВт	Коэффициент спроса, К	Коэффициент мощности ,cos φ	Min горизонтальная освещенность, Е, лк
1	2	3	4	5	6
1. Силовые токоприемники, элек-тродвигатели					
Подъемники мачтовые	шт.	5-10	0,4	0,7	
Транспортеры ленточные	шт.	2-7	0,5	0,6	
Растворонасосы	шт.	2-4	-«»-	-«»-	
Иглофильтровые установки	шт.	6-20	0,2	0,4	
Электросварочные аппараты	шт.	15-30	0,35	0,4	
Электротрамбовки	шт.	1-5	0,1	-«»-	
Электровибраторы	шт.	1	0,15	0,6	
Растворосмесители	шт.	2-16	0,15	-«»-	
Краскопульты	шт.	0,5	0,15	-«»-	
2. Технологические токоприемники					
Трансформаторный электропрогрев бетона	м <sup>3</sup>	60	0,9	0,95	
Электросушка штукатурки	м <sup>2</sup>	2	0,65	0,7	
3. Освещение внутреннее					
Административные, бытовые помещения	м <sup>2</sup>	0,015	0,3	1	50-30
Душевые и уборные	м <sup>2</sup>	0,003	-«»-	-«»-	5
Склады закрытые	м <sup>2</sup>	0,015	0,35	-«»-	10
Навесы	м <sup>2</sup>	0,003	-«»-	-«»-	-«»-
Мастерские	м <sup>2</sup>	0,018	0,8	-«»-	50
4. Освещение наружное					
Зоны производства свайных и маломеханизированных земляных и бетонных работ	100 м <sup>2</sup>	0,05			10
Зоны производства механизированных земляных работ и каменной кладки	100 м <sup>2</sup>	0,08			10-30

Наименование потребителей	Ед. изм.	Мощность электродвигателя или расход электроэнергии на ед.изм., кВт	Коэффициент спроса, К	Коэффициент мощности, $\cos\varphi$	Min горизонтальная освещенность, Е, лк
1	2	3	4	5	6
Зона производства клепки, сварки и монтажа стальных конструкций	100 м <sup>2</sup>	0,24			20
Главные проходы и проезды	100 м <sup>2</sup>	0,5			3
Второстепенные проходы и проезды	100 м <sup>2</sup>	0,25			1
Открытые складские площадки, такелажные работы	100 м <sup>2</sup>	0,3			10
Охранное освещение территории строительства	100 м <sup>2</sup>	0,015			0,5

Для удобства расчетов требуемой мощности по группам потребителей рекомендуется составить таблицу 9:

Таблица 9 – Ведомость потребности в электроэнергии

Потребители электроснабжения	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на ед.изм., кВт	Коэффициент спроса, К	Коэффициент мощности, $\cos\varphi$	Трансформаторная мощность, Р, кВт
1	2	3	4	5	6	7

На основании итога графы 8 в таблице 9 с помощью таблицы 10 указывается подобранный тип, марка необходимой комплектной трансформаторной подстанции.

Таблица 10 - Характеристика комплексных трансформаторных подстанций

Наименование подстанций	Мощность, кВ·А	Габариты, м		Конструктивное решение
		длина	ширина	
1	2	3	4	5
СКТП-100-6(10)/0,4	20, 50, 100	3,05	1,55	Закрытая конструкция
СКТП-180-10(6)/0,4	180	2,73	2,00	Закрытая конструкция
КТП-100-10	100	1,55	1,40	Полуоткрытого типа
СКТБ-560	560	3,40	2,27	Закрытая конструкция
СКТП-750	750, 1000	3,20	2,50	Закрытая конструкция

В данном разделе проводится также расчет количества прожекторов и высоты их установки, используя следующий расчет:

Число прожекторов определяется через удельную мощность

$$n = \frac{p \cdot E \cdot 12 \cdot S}{P_L} \quad (12)$$

где  $p$  – удельная мощность для прожекторов ПЗС – 45, Вт/м<sup>2</sup>;

$E$  – освещенность, лк;

$\kappa = 1,2$  – коэффициент запаса, учитывающий запыленность;

$S$  – площадь, подлежащей освещению, м<sup>2</sup>;

$P_L$  – мощность лампы прожектора  $P_L = 1500$  Вт для ПЗС-45.

Высота прожекторных мачт определяется:

$$H = \sqrt{\frac{I_0}{300}}, \quad (13)$$

где  $I_0$  – сила света прожектора, лк.

### Пример.

В качестве примера произведем расчет ресурсов стройгендплана строительной площадки при реконструкции дома по адресу Циолковского, 22, г. Ижевска. При проектировании стройгендплана необходимо учитывать расположение объекта в условиях плотной городской застройки, что значительно ограничивает размеры строительной площадки. В качестве сетей временного водо- и электроснабжения используются уже существующие и функционирующие на данной территории сети коммуникаций.

Потребность в административных и санитарно-бытовых зданиях определяем из расчета численности персонала, используя формулы и данные пункта 3.1. Работы ведут в 2 смены, максимальное количество человек в смену  $N = 32$ .

Таблица 11 - Ведомость расчета инвентарных временных зданий санитарно-бытового и административного назначения

Наименование зданий	Расчетная обслуживаемая численность	Норма на 1 чел-ка м <sup>2</sup>	Расчетная площадь м <sup>2</sup>	Шифр типового проекта	Размеры в плане м	Кол-во зд.	Тип здания
1	2	3	4	5	6	7	8
Контора	4	4	16	ВК	2,7x7,9	1	Передв.
Диспетчерская	1	7	7	УТС 420-02	2,7x5,5	1	Передв.
Столовая	23	0,25	5,75	ПС-24	12,1x6,3	1	Передв.
Гардеробная	32	0,5	16	УТС 420-04-9	2,7x6	1	Контейн.
Душевые и уборные мужские	11 11	0,82 0,14	9,2 1,54	ПД-1 УТС 420-04-23	3,1x8,5 2,7x6,0	1 2	Передв Контейн.
Душевые и уборные женские	2 2	0,82 0,07	1,64 0,14	ПД-1	3,1x8,5 2,7x6,0	1 1	Передв Контейн.

				УТС 420-04-23			
Сушилка	23	0,2	4,6	УТС 420-13	2,7x9	1	Передв.
Уголок отдыха	27	0,75	20,25	УТС 420-04-44	2,7x6	2	Контейн.
Столовая	23	0,25	5,75	ПС-24	12,1x6,3	1	Передв.

**VII.** Площади складов определяются исходя из количества строительных материалов и конструкций, задействованных в строительном производстве, их суточного расхода, нормы хранения материалов на 1м<sup>2</sup> площади склада с учетом проходов и проездов, нормы запаса материала в днях (учитывается для исключения остановки строительного производства при перебоях в поставке конструкций на строительную площадку). Для производства работ на данном объекте необходимо предусмотреть, по возможности, места для хранения следующих материалов и изделий (ход расчета ведется согласно пункту 3.2 и приведен в таблице 12) :

### VIII.

### IX. Таблица 12 - Ведомость площадей открытых складов

Наименование материалов	Ед. изм.	Количество материалов необходимое для строительства	Суточный расход	Принятый запас на ед. изм.	Норматив-ный запас, дн.	Норма склада на ед. изм.	Принятая площадь м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
Кирпич	тыс. шт	201,81	0,78	1,115	10	2,5	14,0
Металлические конструкции	т	10,36	0,04	0,06	4	3,3	3,0
Плиты перекрытия сборные железобетонные	м <sup>3</sup>	109,68	3,66	5,23	1	2	14,0
Деревянные конструкции крыши	м <sup>3</sup>	21,92	0,08	0,12	3	1,5	8,0

Также необходимо организовать закрытые склады для материалов дорогостоящих или портящихся на открытом воздухе (цемента, извести, гипса, фанеры, гвоздей, спецодежды и др.).

В случаях, когда размеры строительной площадки не позволяют разместить одновременно склады для всех необходимых в процессе реконструкции материалов, можно использовать одни и те же площадки для хранения изделий и конструкций, монтируемых в разные периоды.

Временное водоснабжение при проведении строительных работ предназначено для обеспечения производственных, хозяйствственно-бытовых и противопожарных нужд. Т.к. на

территории реконструируемого дома уже есть действующие сети водопровода, то и временное водоснабжение будет осуществляться через них.

Для определения расхода воды на производственные и технологические нужды, составим таблицу 13, в которой отобразим все задействованные при проведении работ машины и механизмы, а также все основные строительные процессы, для производства которых необходимо большое количество воды.

Таблица 13 – Ведомость потребности в водоснабжении

Потребитель	Ед. изм.	Кол-во, $n$	Удельный расход воды, $q$ , л	Коэффициент часовой неравномерности водопотребления, $k=1,5; 1,25$	Число часов водопотребления в сутки, $t$	$Q_{хоз} = \frac{q \cdot n \cdot k \cdot t}{3600 \cdot 1000}$ , л / сек.
1	2	3	4	5	6	7
Экскаватор ЭО-5122	маш.-ч.	4	60	1,5	8	0,002
Бульдозер ДЗ-42Г	маш.-ч.	4	160	2	8	0,008
Кран КС5363	маш.-ч.	47,3	85,14	1,5	8	0,0044
Приготовление бетонной смеси	маш.-ч.	0,57	114	1,25	8	0,005
Кирпичная кладка	1000 кирп.	201,811	30271,65	1,5	8	1,58
Штукатурные работы	$m^2$	2254	15778	1,5	8	0,82
Малярные работы	$m^2$	805	563,5	1,5	8	0,03

При расчете расхода воды на санитарно-бытовые нужды учитывается максимальное количество рабочих в смену. Эта вода идет на хозяйствственно-питьевые нужды и на душевые установки. Для определения используются формулы (7)-(9) пункта 3.3:

$$Q_{хоз} = \frac{32 \cdot 20 \cdot 2,7}{8,2 \cdot 3600} = 0,06 \text{ л/с}$$

$$Q_{душ} = \frac{13 \cdot 20}{60 \cdot 45} = 0,096 \text{ л/с}$$

Общий расход воды:

$$Q_{np} = \sum Q = 0,0144 + 2,435 + 0,06 + 0,096 + 10 = 12,605 \text{ л/с}$$

Диаметр водопровода равен:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 92,15 \approx 100 \text{мм}$$

Одной из основных задач в организации строительной площадки является проектирование временного электроснабжения. При этом оно должно отвечать следующим основным требованиям: обеспечение электроэнергией в потребном количестве и необходимого качества (напряжения, частоты тока); гибкости электрической схемы – возможность питания потребителей на всех участках строительства; надежность электропитания; минимизация затрат на временные устройства и минимальные потери в сети.

Для расчетов потребности во временном электроснабжении необходимо также учесть все машины и механизмы, потребляющие для своей работы электроэнергию, а также все помещения и площадки, для которых предусмотрено освещение. Расчет ведется по формулам пункта 3.4, результаты приведены в таблице 14:

Таблица 14 - Ведомость потребности в электроэнергии

Потребители электроэнергии	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность кВт.	Коэффициент Спроса K	Коэффициент мощности cos φ	Транспортная мощность, P, кВт
1	2	3	4	5	6	7
Строительные машины, механизмы, электроинструмент:						
Электросварочный аппарат	шт	1	20	0,35	0,4	17,5
Электровибратор	шт	2	0,15	0,15	0,6	0,5
Растворосмеситель	шт	1	10	0,15	-	1,5
Краскопульт	шт	4	0,5	0,15	-	0,3
Внутреннее освещение						
Административные и бытовые помещения	м <sup>2</sup>	160,61	0,015	0,3	1	0,72
Душевые и уборные	м <sup>2</sup>	101,3	0,003	-	-	0,3
Закрытые склады	м <sup>2</sup>	24,64	0,015	0,35	-	1,056
Навесы	м <sup>2</sup>	24	0,003	-	-	0,072
Наружное освещение						
Зоны производства свайных и	100	6	0,05	-	-	0,3

маломеханизирован ных работ	м <sup>2</sup>					
Зоны производства механизированных работ и каменной кладки	100 м <sup>2</sup>	6	0,08	-	-	0,48
Главные проходы и проезды	100 м <sup>2</sup>	13	0,5	-	-	6,5
Второстепенные проходы и проезды	100 м <sup>2</sup>	6,5	0,5	-	-	3,25
Открытые складские площадки, такелажные работы	100 м <sup>2</sup>	1,5	0,3	-	-	0,45
Охранное освещение	100 м <sup>2</sup>	40,66	0,015	-	-	0,61
Итого:				PΣ=34 кВт		

Для временного электроснабжения строительных площадок принимаем три передвижные сборные трансформаторные подстанции СКТП-100-6(10)/0,4 мощностью 50 кВт, закрытая конструкция.

Число прожекторов определяется по формуле (12):

$$n = \frac{0,25 \times 3 \times 1,2 \times 4066}{1500} = 3 \text{ шт}$$

Высота прожекторных мачт определяется:

$$H = \sqrt{\frac{13000}{300}} = 6 \text{ м}$$

, из расчета ослепляемости.

Для освещения кровли принимаем конструктивно Н=16м.

#### 4. Обоснование строительного генерального плана

В обоснование входит краткое описание стройгенплана, пояснения по принятому в проекте взаимному расположению объектов и элементов строительного хозяйства, материал временных сетей и дорог, конкретное описание того, как учтены правила техники безопасности, противопожарной безопасности и мероприятия по охране окружающей среды.

Исходными данными для составления стройгенплана служат:

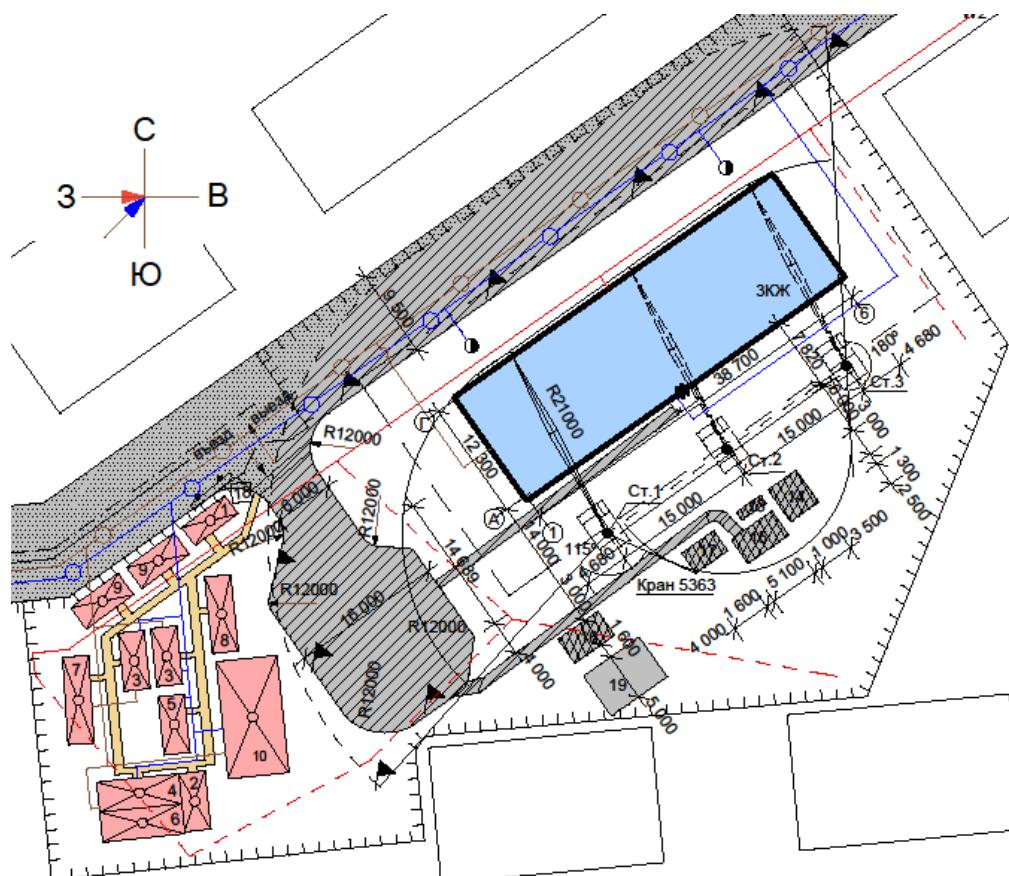
- генеральный план участка здания с нанесёнными на нём имеющимися и проектируемыми зданиями, а также сетями подземных коммуникаций;
- календарный план с графиком потребности в рабочих кадрах;
- перечень и количество строительных машин и механизмов;
- ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах;
- перечень, количество и размеры временных зданий, сооружений и складов;
- нормативные данные по проектированию СГП.

При разработке стройгенплана на реконструкцию здания, необходимо рационально использовать строительную площадку, что может быть достигнуто соблюдением следующих принципов:

- объём строительства временных сооружений должен быть минимальным;

- размещать временные здания и сооружения, соблюдая правила техники безопасности и противопожарные нормы;
  - временные здания и сооружения располагать так, чтобы они были удобны при эксплуатации;
  - временные здания и сооружения предусматриваются инвентарными, передвижными и в небольшом количестве индивидуальными;
  - временные дороги, склады и площадки укрупнительной сборки надо размещать так, чтобы число перегрузок и перемещений строительных грузов на площадке было минимальным.

В качестве **примера** ниже приведено обоснование СГП на реконструкцию жилого дома по адресу ул. Циолковского, 22, г. Ижевска:



## Экспликация временных зданий

## Условные обозначения

- Склады
  - Временные здания
  - Дороги постоянные, используемые в период реконструкции
  - Реконструируемые здания
  - Пешеходные дорожки
  - Ограждение
  - Противопожарные гидранты
  - Прожекторы
  - Пункт мойки колес
  - Стенд с транспортной схемой
  - Козырек

№	Наименование	Кол-во	Общая площадь (протяженность, объем)	Размеры в плане	Конструктивная характеристика здания
1	Диспетчерская	1	12,65	2,3x5,5	Передвижное
2	Гардеробная	1	16,2	2,7x6,0	Контейнерное
3	Уборная мужская	2	32,4	2,7x6,0	Контейнерное
4	Душевая мужская	1	26,35	3,1x8,5	Передвижное
5	Уборная женская	1	16,2	2,7x6,0	Контейнерное
6	Душевая женская	1	26,35	3,1x8,5	Передвижное
7	Сушилка	1	24,3	2,7x9,0	Передвижное
8	Контора	1	21,33	2,7x7,9	Передвижное
9	Уголок отдыха	2	32,4	2,7x6,0	Контейнерное
10	Столовая	1	76,23	12,1x6,3	Передвижное

## *Строительный генеральный план на реконструкцию жилого дома по адресу ул. Шилковского, 22, г. Иркутска*

При проектировании строительной площадки учтены требования СНиП 12-03-2001, СНиП 12-04-2002.

Строительный генеральный план составлен с целью рационального использования строительной площадки с учетом геологических условий, с учетом воздействия на объект господствующих ветров. На строительной площадке размещаются санитарно-бытовые, административные и складские здания и сооружения. Временные здания скомпонованы на юго-востоке территории площадки строительства. Они обеспечиваются временным водопроводом, канализацией и электроснабжением. Расстояние между объектами городка соответствует нормам пожарной безопасности и составляет не менее 2 метров. Подход к объектам обеспечивают временные пешеходные дорожки шириной 1 м из щебня. Бытовки расположены за опасной зоной крана и заземлены.

Монтаж конструкций ведется пневмоколесным краном КС-5363, который расположен с южного фасада реконструируемого здания. Т.к. работы производятся в условиях плотной городской застройки некоторые движения крана приходится ограничивать. Принудительные ограничения вводятся установкой датчиков и концевых выключателей, производящих аварийное отключение крана в заданных пределах. При ограничении поворота стрелы для учета ее тормозного пути ограничители устанавливают так, чтобы сработанные отключения поворота происходили на  $2-3^\circ$  раньше установленной зоны. На СГП ограничение указывается сплошной линией по радиусу от стоянки крана, а запаздывание срабатывания - прерывистой линией. Предупреждение приближения к границе запрещенной зоны отмечается красными флагжками (ночью - красными фонарями). На СГП указываются места их расположения.

Также на СГП указываются все опасные зоны:

- 1) Монтажная зона – зона вокруг здания, где возможно падение груза при установке и закреплении элементов. Площадь этой зоны определяется контуром здания или сооружения с добавлением 7 м при высоте здания до 20 м, 10 м – при высоте более 20 м (показывается на строигенплане штрихпунктирной линией). В монтажной зоне не допускается складировать материалы, конструкции, но можно размещать монтажный кран:

$$\text{При } H_{\text{здания}} < 20\text{м} \quad l_{\text{монтаж.з}} = 7\text{м}$$

- 2) Зона обслуживания крана (рабочая зона крана) - определяется радиусом максимального рабочего вылета стрелы крана на участке между крайними стоянками крана на рельсовом пути или полосе движения:

$$R_{\text{max}} = 22\text{м}$$

- 3) Зона перемещения грузов — место возможного падения груза при перемещении, обозначается штриховой линией. Граница зоны определяется расстоянием по горизонтали от оси установки крана (для башенных и стреловых кранов оборудованных устройством для удержания стрелы):

$$R_{\text{он}} = R_{\text{max}} + 0.5l_{\text{max}} + l_{\text{без}},$$

где  $R_{\text{max}}$  - максимальный рабочий вылет крюка крана;

$l_{\text{max}}$  - длина наиболее длинного перемещаемого груза;

$l_{\text{без}}$  - дополнительное расстояние для безопасной работы.

Для стреловых кранов, не оборудованных устройством, удерживающим стрелу от падения:

$$R_{\text{он}} = R_{\text{nc}} + 5\text{м},$$

где  $R_{\text{nc}}$  - радиус падения стрелы, определяемый длиной стрелы в м.

$$R = 30 + 5 = 35\text{м.}$$

- 4) Опасная зона для нахождения людей в период подъема, установки и закрепления грузов. Границы опасной зоны определяются с учетом вероятностного рассеивания при возможном падении груза.
- 5) Опасная зона работы подъемника - принимают равной не менее 5 м от габаритов подъемника в плане, а при подъеме на большую высоту на каждые 15м подъема добавляют 1м.
- 6) Опасная зона подкрановых путей - огражденная территория подкрановых путей. Минимальное расстояние от рельса до ограждения принимается равным 0,7м.
- 7) Опасная зона дороги - участки дорог, подъездов и подходов в пределах перечисленных зон, где могут находиться люди, не участвующие в работе с краном, транспортные и другие механизмы (на СГП заштриховывается).
- 8) Опасная зона монтажа конструкций - указывается при вертикальной привязке крана и появляется при монтаже конструкций верхних этажей здания. Необходимо ограждение зоны видимыми сигналами.

Открытые склады расположены с юга от здания и находятся в пределах рабочей зоны крана. Т.к. подъезд транспорта непосредственно к складам осуществить невозможно, разгрузку производят на площадке, расположенной со стороны западного фасада от реконструируемого здания, а подачу груза от места выгрузки к месту складирования осуществляют краном. Эта же площадка играет роль разворотной при движении автотранспорта. Покрытие временных дорог – щебень. Ширина дороги при въезде на строительную площадку – 6 м, что обеспечивает возможность двухстороннего движения, радиусы закругления – 12 м. Соответствующими знаками указаны направление движения транспортных средств и границы опасных зон автодорог.

На стройплощадке обеспечен подъезд к растворному узлу, который размещен в зоне работы крана так, чтобы доставка бетонной смеси или раствора к месту укладки производилась краном.

По периметру строительной площадки устраивается ограждение, выполненное из профилированного листа.

Над входом в здание устраивается защитный козырек шириной 1,5 м, с уклоном 2%.

Временный водопровод запроектирован из водогазопроводных труб диаметром 100 мм, подводится к бытовым помещениям. Отвод стоков происходит через временную канализацию в постоянную канализационную сеть. Электроснабжение строительной площадки производится от трансформаторной подстанции. Освещение стройплощадки осуществляется прожекторами, расположенными по периметру строительной площадки. Пожарную безопасность обеспечивают 2 гидранта.

При въезде на территорию строительной площадки установлены стенды с указанием всех проездов и проходов. На границах опасных зон выставляются предупредительные надписи и сигналы, видимые и в ночное время.

## 5. Расчет технико-экономических показателей

Приводятся следующие ТЭП:

1. Нормативная продолжительность строительства, в полных месяцах;
2. Проектная продолжительность строительства (по комплексному сетевому графику), в месяцах;
3. Сметная стоимость строительства в тыс. руб;
  - всего;
  - в т.ч. СМР;
4. Трудозатраты на строительство объекта нормативные, чел.-дн.;
5. Проектные трудозатраты, чел.-дн.;
6. Строительный объем здания, м<sup>3</sup>;
7. Удельные трудозатраты в чел.-дн. на 1 м<sup>3</sup>;

8. Удельные трудозатраты в чел.-дн. на 1 м<sup>2</sup>;
9. Выработка в руб. на 1 чел.-дн. определяется по формуле:

$$B = \frac{Q_{cмр}}{\Sigma g}, \quad (13)$$

где  $Q_{cмр}$  - стоимость СМР по итогу сводного сметного расчета, руб.;

$\Sigma g$  - сумма проектных трудозатрат, чел.-дн.

10. Энерговооруженность труда в кВт на 1 рабочего, определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_m = \frac{1,35 \cdot \sum N_{nрив}}{R_{cp}}, \quad (14)$$

где  $N_{nрив}$  - приведенная мощность (принимается по графику потребности в строительных машинах), кВт;

$R_{cp}$  - среднесуточная численность рабочих, занятых на выполнении СМР (принимается по графику потребности в рабочих кадрах), чел.;

1,35 - коэффициент мощности неучтенных средств малой механизации.

11. Экономический эффект от сокращения продолжительности строительства для подрядной организации определяется по формуле, тыс. руб.:

$$\mathcal{E} = 0,5 \cdot H \cdot P \cdot \left(1 - \frac{T_n}{T_H}\right), \quad (15)$$

где 0,5 - условно-постоянная доля накладных расходов;

$HP$  - накладные расходы, в тыс. руб.;

$T_n$  - проектная продолжительность строительства;

$T_H$  - нормативная продолжительность строительства.

$$HP = Q_{cмр} \cdot K_{HP}, \quad (16)$$

где  $Q_{cмр}$  - сметная стоимость СМР, тыс. руб.;

$K_{HP}$  - коэффициент, учитывающий накладные расходы в сметной стоимости СМР.

$$K_{HP} = \frac{HP'}{CC_{лс}} \quad (17)$$

где  $HP'$  - сумма накладных расходов по локальной смете на общестроительные работы, тыс. руб.;

$CC_{лс}$  - сметная стоимость общестроительных работ по локальной смете, тыс. руб.

12. Коэффициент использования территории стройплощадки — как отношение суммы площадей зданий, складов, дорог к площади стройплощадки.

Расчет технико-экономических показателей рассмотренного в пунктах 3,4 примера выглядит следующим образом:

- 1) Проектная продолжительность строительства – 8 мес.
- 2) Полная сметная стоимость строительства в ценах 2001 года  
всего – 35475,80 т.р.  
в том числе СМР – 33942,80 т.р.
- 3) Нормативные трудозатраты на строительство объекта – 3228,3 ч-дн
- 4) Проектные трудозатраты на строительство объекта – 3104 ч-дн
- 5) Строительный объем здания – 4874,55 м<sup>3</sup>
- 6) Общая площадь здания – 989,65 м<sup>2</sup>

- 7) Удельные трудозатраты на 1м<sup>3</sup>: Т = 0,66 ч-дн  
 8) Выработка:

$$B = \frac{35475800}{3804} = 9323 \text{ р./ч. - дн.}$$

где  $Q_{СМР} = 35475,8$  тыс. руб. – стоимость СМР по итогу сводного сметного расчета;  
 $\Sigma g = 3804$  чел.-дн. – сумма проектных трудозатрат.

- 9) Энергооруженность труда:

$$\mathcal{E}_n = \frac{1,35 \times \sum N_{\text{раб}}}{N_{\text{раб}} \times 0,6} = \frac{1,35 \times 129,14}{19 \times 0,6} = 15,29 \frac{\text{kBt}}{\text{ч}}$$

где  $\sum N_{\text{раб.}} = 129,14$  кВт – сумма приведенных мощностей строительных машин, принимаемых по графику потребности в строительных машинах;  
 $N_{\text{раб.}} = 19$  – среднесуточная численность рабочих, занятых на выполнении СМР (определяется по графику потребности в рабочих кадрах);  
 1,25 – коэффициент мощности неучтенных средств малой механизации;  
 0,6 – коэффициент, учитывающий простой.

- 10) Энергооруженность строительства:

$$\mathcal{E}_c = \frac{\sum N}{Q_{\text{СМР}}} = \frac{129,14}{29,361} = 4,4 \frac{\text{kBt}}{\text{млн.р.}}$$

- 11) Коэффициент использования территории стройплощадки:  $K = 0,32$

## 5.5. Экономические аспекты реконструкции жилья III группы капитальности

Отсутствие критериев оценки проектов жилых зданий затрудняет сопоставление различных решений по их реконструкции; Следует отметить, что попытки использовать в этих целях чисто экономические критерии не всегда отвечают задачам сопоставления вариантов по качеству, так как в критериях такого рода отражаются не все стороны улучшения объекта (включая специфику конструктивно-планировочных мероприятий по его реконструкции), а лишь мера эффективности его переустройства как сугубо экономического мероприятия.

Единственная возможность, с помощью которой проектировщик определяет успех своей работы над проектом реконструкции здания, состоит в фиксации его различных показателей и последующем сопоставлении этих характеристик объекта с аналогичными характеристиками нормативных показателей для зданий нового строительства и характеристиками проектов реконструкции объектов этого же рода. Вместе с тем, по мере увеличения возраста здания, обычно уменьшается целесообразность работ по его переустройству. Поэтому необходимо учитывать фактор времени, т.е. остаточный срок службы реконструируемого здания, определяемый сроком службы его основных несущих конструкций или сроком необходимого сноса по плану реконструкции жилого района. Кроме того, должна быть учтена разница в эксплуатационных затратах (и ремонтных работах) в реконструируемом и новом здании - эталоне.

Финансирование работ по реконструкции капитальных жилых зданий обобществленного фонда осуществляется за счет средств государства - капитальных вложений, отпускаемых на новое строительство, капитальный ремонт осуществляется за счет амортизационных отчислений. Размеры и быстрые темпы роста средств, выделяемых на перестройку старого жилого фонда, придают особую значимость выбору критерия инженерно-технической

эффективности при оценке проектных решений по реконструкции капитальных жилых зданий.

Целесообразность реконструкции жилой застройки прежде всего определяется градостроительными требованиями, учитывающими эффективность использования территории и связанные с ней проблемы оптимальной этажности, существующей сети обслуживания и оптимизации инженерных и транспортных коммуникаций, а также демографические, социологические, санитарно-гигиенические и др. факторы. При этом предполагается, что по градостроительным соображениям такая застройка не намечается к сносу в течение оставшегося срока ее службы.

Рекомендуемый критерий оценки (для градостроительных целей) эффективности проектных решений по реконструкции жилых зданий предусматривает необходимость:

1. Проводить сравнение реконструированного жилого здания старой постройки с новым зданием, имеющим аналогичные данные (район расположения, степень благоустройства, этажность, капитальность, число секций и пр.). В качестве основного показателя для такого рода сравнения может быть принята стоимость 1 м<sup>2</sup> общей площади (новой и реконструированной).
2. Учитывать фактор времени в виде сроков службы сравниваемых зданий - полного срока службы для нового здания - аналога и оставшегося срока службы после реконструкции здания. При этом предполагается, что срок службы здания определяется сроком службы его основных несущих конструкций - стен и фундамента.

На основании этих положений и с учетом требований нормативного документа\* предлагается критерий, в котором целесообразность реконструкции какого-либо жилого здания рассматривается как результат сравнения приведенных затрат (с учетом эксплуатационных расходов) на один квадратный метр общей площади в реконструированном здании и в здании - аналоге нового строительства.

\* Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве. СН 423-71. Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1971.

Эти приведенные затраты должны быть разделены на соответствующие сроки службы сравниваемых зданий, т.е.:

$$\frac{S_{\text{нол.нов}} E_{\text{нов}}}{t_{\text{нов}}} + S_{\text{экс.нов}} \frac{S_{\text{нол.рек}} E_{\text{рек}}}{t_{\text{рек}}} + S_{\text{экс.рек}} \quad (1)$$

$S_{\text{нол.нов}}$  - стоимость 1 м общей площади в здании-аналоге нового строительства в рублях;

$E_{\text{нов}}$  - нормативный коэффициент эффективности капиталовложений в новое строительство, равный 0,12;

$t_{\text{нов.}}$  - срок службы здания-аналога нового строительства, в годах;

$S_{\text{экс.нов.}}$  - стоимость эксплуатации 1 м общей площади в год в здании-аналоге нового строительства, в рублях;

$S_{\text{нол.рек}}$  - стоимость 1 м общей площади в реконструируемом здании, в рублях;

$E_{рек.}$  - нормативный коэффициент эффективности затрат для капитального ремонта и реконструкции равный 0,10;

$S_{экс.рек.}$  - стоимость эксплуатации 1 м общей площади в год в реконструированном здании, в рублях.

$t_{рек.}$  - остаточный срок службы здания после его реконструкции, в годах;

Величины эксплуатационных расходов  $S_{экс.нов.}$  и  $S_{экс.рек.}$  могут быть определены по нормативному документу\* в остаточный срок службы здания после его реконструкции по следующей формуле:

$$t_{рек.} = t_{нор.} - K_y \quad (2)$$

где:

$t_{рек.}$  - остаточный срок службы здания после его реконструкции, в годах;

$t_{нор.}$  - нормативный срок службы реконструируемого здания (за все время его эксплуатации), в годах (может быть определен по табл. 1.1.5) применительно к капитальности здания;

$K_y$  - коэффициент капитальности для реконструируемого здания с износом стен здания, в % (может быть определен по табл. 1.5).

Таблица 1.5

Значения коэффициента капитальности  $K$  для зданий старой постройки с различным нормативным сроком службы

Характеристика	Класс капитальности		
	I	II	III
Нормативный срок службы здания, г	150	125	100
Коэффициент капитальности (К)	2,25	1,8	1,5

## РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ

Проекты реконструкции существующего жилищного фонда, как правило, затрагивают региональные и муниципальные интересы и выходят за рамки интересов участников отдельных инвестиционных проектов. Целью реконструкции является приведение существующего устаревшего морально и физически жилищного фонда в соответствие социальным и техническим нормам, стандартам и условиям проживания, а также в случае технической возможности и социальной необходимости, увеличение количества общей площади жилья реконструируемых домов путем надстройки дополнительных этажей или устройства мансард.

Оценку эффективности реконструкции многоквартирных жилых зданий существующего фонда необходимо производить исходя из двух аспектов: определения относительной (сравнительной) эффективности реконструкции в сравнении с новым строительством и экономической эффективности инвестированного капитала для конкретного строительного проекта. С этой целью следует применять последовательное использование двух методов:

- народно-хозяйственной эффективности;
- финансовой эффективности.

Система показателей народно-хозяйственной эффективности позволяет производить

комплексную оценку экономической эффективности с учетом социальных последствий и затрат, связанных с социальными мероприятиями.

Система показателей строится на определении относительной технико-экономической эффективности реконструкции жилого здания и отражает соотношение всего комплекса затрат, связанных с проведением реконструкции и результатов, которые достигаются в результате выполнения строительно-монтажных и ремонтных работ.

Альтернативным вариантом реконструкции устаревшего жилищного фонда является его снос и строительство нового здания на освободившейся территории, поэтому относительная экономическая эффективность реконструкции рассчитывается в сравнении с новым строительством.

Оценка экономической эффективности реконструкции производится лишь для тех типов домов, которые подлежат реконструкции по техническому состоянию.

Оценка предстоящих затрат и результатов осуществляется в пределах расчетного периода (горизонта расчета).

### **Методы и последовательность оценки эффективности реконструкции жилых домов**

Для общей оценки народно-хозяйственной эффективности реконструкции жилых домов на федеральном уровне или уровне региона и города необходимо произвести сравнительную оценку затрат на реконструкцию и новое строительство и достигаемых в обоих случаях социальных, архитектурно-строительных, эстетических и технических результатов.

При выработке основных стратегических направлений в отношении отрабатывающего свой ресурс жилья используется экспресс-метод, с помощью которого рассчитывается условный (оценочный) экономический эффект. При этом следует исходить из следующих положений:

Выбираются объекты - эталоны для сравнения реконструируемых домов с новым строительством. При выборе объектов для сравнения необходимо руководствоваться, принципом соблюдения условия сопоставимости сравниваемых объектов. Жилые дома реконструированный и новый должны быть сопоставимы по категории и в результате осуществления строительно-монтажных работ должны быть получены сравнимые технический и социальный эффекты.

Новые объекты строятся на площадке, освободившейся в результате сноса старых жилых домов, эффективность реконструкции которых определяется.

При расчете объема капитальных вложений следует учитывать полный объем затрат, направленных на улучшение условий проживания (например, на улучшение теплоизоляции ограждающих конструкций, на ремонт сетей, устройство дополнительных инженерных коммуникаций и замену устаревшего оборудования, перепланировку квартир), а так же затрат, связанных с увеличением выхода общей площади квартир на 1 м<sup>2</sup> площади застройки путем повышения этажности зданий, на снос старого жилья, переселение жильцов при соблюдении норм предоставления жилой площади и обеспечения необходимой социальной инфраструктурой.

Условный (оценочный) экономический эффект -  $\mathcal{E}_у$  определяется как разница доходов, которые могли бы быть получены от реализации квартир на рынке жилья по их рыночной стоимости за минусом затрат реконструируемых или вновь построенных жилых домов. При этом рыночная цена 1 кв. м. общей площади квартир ( $Ц_{ж}$ ) для нового строительства и реконструкции принимается одинаковой, так как по условию сопоставимости категория сравниваемых домов должна быть одинаковой и экономический и социальный эффекты равнозначны.

Условно принимается, что все затраты произведены в течение года и совпадают по времени с полученными результатами. Сроки строительства нового дома и реконструкции совпадают. Тогда условный (оценочный) экономический эффект, получаемый в результате реконструкции -  $\mathcal{D}_р$  или нового строительства жилого дома -  $\mathcal{D}_н$  рассчитывается как прибыль от вложенного капитала, полученная в результате реализации квартир реконструированного или нового дома по единой рыночной цене кв. м общей площади жилья <sup>x)</sup>

х) При реконструкции потребительские качества жилья должны быть доведены до уровня нового строительства.

$$\mathcal{E}_y = \Delta_p - \Delta_h$$

При реконструкции, производимой без отселения жильцов, расчетная формула прибыли будет иметь вид:

$$\Delta_p = \mathcal{C}_k \times \Delta N - K_p, \quad (2)$$

где:

$\mathcal{C}_k$  - рыночная цена 1 кв. м общей площади квартир;

$\Delta N$  - прирост площади в результате реконструкции;

$K_p$  - капитальные вложения в реконструкцию.

При реконструкции дома, связанной с переселением жильцов, перепланировкой квартир и с последующей их продажей формула (2) приобретает вид:

$$\Delta_p = \mathcal{C}_k (N_p + \Delta N) - K_p - Z_b, \quad (3)$$

где:

$N_p$  - общая площадь квартир до реконструкции дома;

$Z_b$  - затраты на переселение жильцов старого дома.

Затраты на переселение в новый микрорайон определяются как величина, равная капитальным вложениям на строительство нового дома для размещения жильцов старого с учетом обязательного обеспечения необходимой санитарной нормой <sup>xx)</sup>, а также решением социальных проблем.

<sup>xx)</sup> В случае, если переселяемые жильцы имели площадь, превышающую санитарную норму, им необходима денежная компенсация, либо при желании увеличить площадь сверх нормы - дополнительная оплата.

Расчет затрат на переселение производится по формуле:

$$Z_b = (K_h + K_c) N_p \mu / N_h$$

где  $K_h$  - капитальные вложения в новое строительство;

$K_c$  - капитальные вложения в создание городских коммуникаций и необходимой социальной инфраструктуры;

$\mu$  - коэффициент, соответствующий проценту увеличения общей площади, необходимой для переселения жильцов старого дома с учетом установленных норм и решения социальных проблем;

$N_h$  - общая площадь квартир нового дома.

При временном отселении жильцов на период проведения реконструкции в гостиницы, общежития, школы, специально отведенные дома или другие объекты учитываются затраты на отселение -  $Z_{om}$ . Они определяются конкретным расчетом.

### Б. Расчет прибыли при новом строительстве.

Для нового строительства на месте сносимых домов расчетная формула прибыли будет иметь следующий вид:

$$\Delta_h = \mathcal{C}_k N_h - K_h - K_c - K_g - Z_b,$$

где:

$N_h$  - общая площадь квартир во вновь построенном доме;

$K_h$  - капитальные вложения в новое строительство;

$K_c$  - затраты на снос старого дома.

$K_g$  - капитальные вложения в реконструкцию городских коммуникаций

С учетом формул (2) и (5) формула расчета **условного (оценочного) экономического эффекта на 1 кв. м общей площади квартир**, получаемого в результате реконструкции без отселения жильцов приобретает вид:

$$\mathcal{E}_y = (K_h + K_c + K_g + Z_b) / N_h - K_p / \Delta N \quad (6)$$

### В. Учет цены земли.

Жилые дома, которые необходимо реконструировать в связи с большим сроком их

эксплуатации, как правило, находятся в обжитых, в том числе в престижных районах. В рыночных условиях, при высоком спросе на землю в обжитых районах, должна учитываться стоимость участка земли, занимаемого реконструируемым домом с прилегающими территориями по нормам СНиП. Производится сравнение увеличения затрат на жилье в зависимости от цены земли -  $\Pi_3$ .

В расчете на 1 кв. м общей площади квартир при одинаковой его стоимости в новом и реконструированном доме с учетом стоимости земли формула расчета условного эффекта для варианта реконструкции без отселения жильцов будет выглядеть следующим образом:

$$\mathcal{E}_y = (\Pi_3 N_3 + K_h + K_c + K_r + Z_B) / N_h - (\Pi_3 N_3 + K_p) / \Delta N, \quad (7)$$

где:

$N_3$  - фактическая площадь застройки реконструемых домов с учетом прилегающих территорий.

$$Z_B = (\Pi_3' N_3' + K_h + K_r) N_p \mu / N_h, \quad (8)$$

где:

$\Pi_3'$  - цена земли под застройку нового дома в новом районе;

$N_3'$  - площадь застройки нового дома в новом микрорайоне.

Для варианта реконструкции с временным отселением расчетная формула примет вид:

$$\mathcal{E}_y = (\Pi_3 N_3 + K_h + K_c + K_r + Z_B) / N_h - (\Pi_3 N_3 + K_p + Z_{\text{от}}) / \Delta N \quad (9)$$

Положительная величина условного (оценочного) экономического эффекта  $\mathcal{E}_y > 0$  будет свидетельствовать об эффективности инвестиционных затрат на реконструкцию объекта.

Исследование производственной среды и технического состояния строительных конструкций является самостоятельным направлением строительной деятельности, охватывающим комплекс вопросов, связанных с созданием в зданиях нормальных условий труда и жизнедеятельности людей и обеспечением эксплуатационной надежности зданий, с проведением ремонтно-восстановительных работ, а также с разработкой проектной документации по реконструкции зданий и сооружений.

Объем проводимых обследований зданий и сооружений увеличивается с каждым годом, что является следствием ряда факторов: физического и морального их износа, перевооружения и реконструкции производственных зданий промышленных предприятий, реконструкции малоэтажной старой застройки, изменения форм собственности и резкого повышения цен на недвижимость, земельные участки и др. Особенno важно проведение обследований после разного рода техногенных и природных воздействий (пожары, землетрясения и т.п.), при реконструкции старых зданий и сооружений, что часто связано с изменением действующих нагрузок, изменением конструктивных схем и необходимостью учета современных норм проектирования зданий.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности искорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещении жилых зданий и общежитий

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °C		Результирующая температура, °C		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Холодный	Жилая комната	20-22	18-24 (20-24)	19-20 (19-23)	17-23 (19-23)	45-30	60	0,15	0,2
	То же, в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31 °C	21-23	20-24 (22-44)	20-22	19-23 (21-23)	45-30	60	0,15	0,2

и ниже								
Кухня	19-21	18-26	18-20	17-25	-	-	0,15	0,2
Уборная	19-21	18-26	18-20	17-25	-	-	0,15	0,2
Ванная, совмещенный санузел	24-26	18-26	23-27	17-26	-	-	0,15	0,2
Для отдыха и учебных занятий	20-22	18-24	19-20	17-23	45-30	60	0,15	0,2
Общий коридор	18-20	16-22	17-21	15-23	45-30	60	0,15	0,2
Вестибюль, лестничная клетка	16-18	14-20	15-19	13-21	-	-	0,2	0,3
Кладовые	16-18	14-16	15-19	13-21	-	-	-	-
Теплый	Жилая комната	22-25	18-28	22-24	17-26	60-30	65	0,2
Примечание. Значения в скобках относятся к домам для престарелых и семей с инвалидами								

**Таблица III-5**  
**Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности искорости движения воздуха в обслуживаемой зоне общественных зданий**

Период года	Наименование помещения или категория	Температура воздуха, °C		Результатирующая температура, °C		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
1	Холодный	19-21	18-28	18-20	17-27	45-30	60	0,2	0,2
	1 категория	20-22	18-28	19-20	17-27	-	-	-	-
	2 категория	20-21	20-28	19-20	19-27	-	-	-	-
	3 категория	14-16	12-25	13-15	13-27	-	-	-	-
	3б категория	17-19	15-28	16-18	14-27	-	-	-	-
	3в категория	19-21	18-28	18-20	17-27	35-30	60	0,2	0,2
	4 категория	16-18	16-28	15-17	15-27	-	-	-	-
	Ванные, душевые, раздевальные	24-26	18-26	23-27	17-26	-	-	0,15	0,2
	Кабинеты врачей, медпункты в лечебных учреждениях	20-22	20-28	19-21	19-27	45-30	60	0,15	0,2
	Детские дошкольные учреждения								
	Групповая раздевальная и туалет:								
	для ясельных и младших групп	21-23	20-24	20-22	19-23	45-30	60	0,1	0,15
	для средних и дошкольных групп	19-21	18-25	18-20	17-24	-	-	-	-
	Спальня:								
	для ясельных и младших групп	20-22	19-23	19-21	18-22	45-30	60	0,1	0,15
	для средних и дошкольных групп	19-21	18-23	18-22	17-22	-	-	-	-
Теплый	С постоянным пребыванием людей	23-25	20-28	22-24	19-27	60-30	65	0,3	0,5

Примечание. Для детских дошкольных учреждений, расположенных в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31 °C и ниже, допустимую расчетную температуру воздуха в помещения следует принимать на 1 °C выше указанной в таблице.

**ПРИЛОЖЕНИЕ IV****ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ИНСТРУМЕНТОВ И ПРИБОРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ (МИКРОКЛИМАТА) ПОМЕЩЕНИЙ**

№ п.п.	Измеряемые параметры.	ГОСТ	Наименование, марка прибора
		3	4
1	Температура воздуха	630-69 6416-75Е	Термометры лабораторные типа ТЛ Термограф метрологический М16П Шаровой термометр Вернона-Йокла (для измерения результирующей температуры) Термограф метеорологический суточный, недельный - М16АС, М16АН, М-КП Цифровой контактный термометр КМ-44* Цифровые измерители температуры модели ИТ Психрометр аспирационный МВ-4М Психрометр Ассмана Гигрометр метеорологический М-32 Индикатор влажности и температуры КМ-8004* Термогигрометр микропроцессорный ИВТМ-7*МК; TESTO-610*
2	Температура и относительная влажность воздуха	6353-52	Термогигрометр ИВА-6А Термошуп ЭТП-М; Бесконтактные термометры КМ-801/1000; «Кельвин»; «Thermopoint» и др.; Тепловизоры типа и thermovision 450*; АТП-44-М; AGA Thermo vision-750*»
3	Температура поверхности конструкции, изделия		Барограф метеорологический Пиранометр Янишевского Альбедометр П. К. Колитина Актинометр А П-1.
4	Атмосферное давление	6359-75Е	Анемометр крыльчатый МС-13
5	Интенсивность солнечной радиации	ТУ 25-04	Анемометр чашечный Кататермометр Термоанемометр КМ-4007* Анемометр «TESTO-U 35*»
6	Скорость движения воздуха	6376-74* 7103-74	Измеритель тепловых потоков ИТП-2; ИТП-12; ИПП-2; ИПП-2М
7	Тепловые потоки через ограждающие конструкции	25380-82 7076-69	Тепломеры типа 3.3 Альперовича Люксметр Ю-116; УЕ1065
8	Уровень освещённости помещений	24940-96	Приборы типа ИВС-3; ДСК-3
9	Воздухопроницаемость ограждающих конструкций и стыковых соединений		
10	Запылённость, дисперсный состав и вредные вещества в воздухе	25715 13320-81	Трёхциклонный сепаратор НИПОГАЗ; Газоанализатор типа УГ-2; Шахтные интерферометры - ШП-3; ШП-5
11	Шкала pH водных растворов. Измерение водородного показателя pH	8.134-98	Электронный pH-метр КМ-7002; Универсальная индикаторная лента
12	Влажность материалов и конструкций	21718-84	Электронный влагомер - ВСКМ-12; ВИМС-1
13	Прогиб и деформация конструкции		Прогибомер П-1 Тензометр Гугенбергера
14	Глубина и степень раскрытия трещин		Микроскопы - МИР-2; МПБ-2 Ультразвуковые приборы - УКБ-1М, УКБ-10П; бетон-ЗМ и др. Оптический квад КО-1; КО-1М Щупы; лупы (5 ,10-ти кратное увеличение)
15	Геодезические измерения сдвигов, перемещений, отклонений от вертикали	24846-81	Теодолиты и нивелиры различных типов и модификаций; Уклономер «БОШ» DNM-6;
16	Определение толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры	ТУ25- 06.18- 85.79	ИЗС-10Н; «ПОШ 2,3» Металлоискатель «БОШ» DMO-10
17	Прочность бетонных, железобетонных и каменных конструкций	22690-89 17624-80 17624 24830 24332	Локатор арм-ры «PROFOMETER 4» МДА-202 А. - Приборы механического принципа действия: ОНИСК - 2.2; склерометр 0MW-1; Молоток Шмидта разных модификаций; ИПС-МГ4; молоток Кашкарова; молоток Физделя; Пружинный молоток ПМ-2; ГПНС, ГПНВ разных модиф-й; DYNA (модели Z5, Z15, Z25, Z50)

18	Определение толщины металлических элементов		Б. - Ультразвуковые и акустические приборы: Бетон-22; УК-14ПМ; УК-1401; ИПА-МГ4; TICO и др.
19	Обнаружение и оценка степени коррозии арматуры в железобетонных конструкциях		Кварц-6, Кварц-15, УТ-65, УТ-80, MINITEST-400W; А-1209; TH-10, TH-25
20	Определение твёрдости и прочности металлов		КАНИН (CANIN-PROGEQ Testing Instruments)
21	Определение линейных размеров	166-89 6507-90	ТЭМП-2, диапазоны измерения твёрдости по шкалам: Роквелла (22-68) HRC Бринолля (100-450) HB Шора (22-98) HSD Виккерса (100-950) HV Штангенциркуль, микрометры; скобы индикаторные типа СИ
22	Определение массы		Весы аналитические, технические
23	Сушка образцов материалов		Сушильный шкаф
24	Дистанционный осмотр конструкций		Бинокль, монокль
25	Документальная фотосъёмка		Фотоаппарат, видеокамера
26	Выбуривание, выпиливание образцов из бетона конструкции	24638 ТУ 34-13-10910 2-037-415	Сверлильный станок типа ИЕ 1806, станки типа УРБ-175, УРБ-300; обрезные алмазные диски типа АОК

Примечание - \* отмечены приборы зарубежной поставки.

### УДЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕРРИТОРИИ (м<sup>2</sup>/чел.) И ПЛОТНОСТИ МНОГОКВАРТИРНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ (НА СВОБОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ МИКРОРАЙОНА И ЖИЛОГО РАЙОНА)

№ п.п.	Вид жилого образования	Микрорайон (квартал)			Жилой район		
		Низкая	Средняя	Высокая	Низкая	Средняя	Высокая
A	Территории, м <sup>2</sup> /чел.	41 - 33	29,4 - 25,4	24 - 20,4	57,7 - 49,5	45,6 - 38,7	38,1 - 34
1	Участки школ	6,7 - 5,4	5,4 - 4,5	4,5 - 3,8	-	-	-
2	Участки детских садов	1,6 - 1,5	1,5 - 1,4	1,4 - 1,2	-	-	-
3	Участки зеленых насаждений общего пользования и спортивных сооружений	7 - 5	7 - 5	7 - 5	5 - 4	5 - 4	5 - 4
4	Участки предприятий культурно-бытового обслуживания и коммунальных объектов	0,8 - 0,5	0,8 - 0,5	0,8 - 0,5	1,5 - 1	1,5 - 1	1,5 - 1
5	Участки гаражей-стоянок, принадлежащих гражданам	1,9 - 1,6	1,6 - 1,3	1,3 - 1,1	0,8	0,8	0,8
6	Территории жилой застройки (включая подходы и подъезды к дому, открытые автостоянки для временного хранения автомобилей, озеленение и прочие территории)	23 - 19	13,1 - 12,7	9 - 8,8	50,4 - 43,7	38,3 - 32,9	30,8 - 28,2
B	Плотность застройки:						
	плотность жилого фонда, м <sup>2</sup> /га	4400 - 5400	6100 - 7100	7500 - 8800	3100 - 3600	3900 - 4600	4700 - 5300
	коэффициент плотности застройки	0,44 - 0,54	0,61 - 0,71	0,75 - 0,88	-	-	-
	Плотность населения, чел/га	220 - 272	306 - 355	375 - 440	156 - 182	197 - 232	234 - 265

Примечание. Плотность застройки жилых территорий определена из расчета жилищной обеспеченности общей площадью 20 м<sup>2</sup>/чел. В условиях реконструкции плотность может быть увеличена на 20 - 25 %.

Предельно допустимый коэффициент плотности застройки квартала (К<sub>пз</sub>) не должен превышать 1,2, а для условий реконструкции 1,6 при соблюдении противопожарных и санитарно-гигиенических требований.

### РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ВИДЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В СЛОЖИВШИХСЯ РАЙОНАХ ГОРОДОВ\*

\* Разработаны канд. арх. Н.П. Крайней.

## I. ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ИСТОРИЧЕСКИ СЛОЖИВШИЕСЯ РАЙОНЫ

Характеристика реконструкции	Ограниченнaя реконструкция	Радикальная реконструкция	
Объекты реконструкции	<b>Малые жилые зоны</b> - группа маломерных кварталов с застройкой преимущественно жилого назначения, представляющей историко-архитектурную ценность	<b>Крупные жилые зоны</b> - группа кварталов рядовой жилой застройки различных или одного периода строительства, образующих ценную городскую среду	<b>Крупные жилые зоны</b> - один или несколько микрорайонов типовой многоэтажной застройки 60 - 70 гг. разной степени завершенности, возведенной на месте снесенного фонда
Состав реконструктивных мероприятий	Реставрация, капитальный ремонт существующих зданий и сооружений, строительство отдельных новых сооружений и зданий	Капитальный ремонт, реконструкция сохраняемых зданий, строительство новых сооружений и зданий; снос изношенных зданий и сооружений	Капитальный ремонт, модернизация и реконструкция многоэтажных зданий, завершающее строительство, снос изношенных 5-этажных домов
Характер проведения реконструкции	Выборочно или комплексно	Выборочно или комплексно	Выборочно
Ограничения	Сохранение размеров кварталов. Функциональное использование и архитектурно-пространственное решение новых зданий в соответствии с требованиями сохранения ценного наследия по индивидуальным проектам	Сохранение размеров кварталов, этажности застройки, общего архитектурного контекста. При больших объемах сноса ветхих строений - воспроизведение в новом строительстве традиционной пространственной структуры кварталов	Строительство на ключевых в градостроительном отношении участках зданий только по индивидуальным проектам