

Полезно знать.

Строители, бетонизирующие отмостку, использовали песок с глинистыми включениями. Весной, когда отмостка днем увлажнялась, а по ночам промерзала, жильцы просыпались от звуков, похожих на выстрелы. Дело в том, что куски бетона в отмостке "отстреливались" мерзлой глиной, оставляя на поверхности выбоины и раковины.

Вместо цементного раствора верхнее покрытие можно выполнить из асфальта, тротуарных плиток. В глину можно затрамбовать щебень, гравий, кирпичный бой.

Если фундамент предусматривает создание ростверка с воздушным зазором, то со стороны отмостки этот зазор можно закрыть лентой из оцинкованного железа, панелями ЦСП, асбоцементными листами, жестким морозостойким пластиком (рис. 86, б).

Расположение слоя гидроизоляции цоколя необходимо планировать так, чтобы он находился выше отмостки более чем на 0,2 м во избежание его увлажнения брызгами дождя.

Для отвода капель дождя от стыка ростверка с отмосткой сам ростверк может быть оснащен уступом со слезником (рис. 86, в).

Если в конструкции крыши не предусмотрено выполнение водоотводящей системы, то по периметру отмостки, под свесами крыши, создают углубления-желоба, тщательно выверенные на предмет создания уклона в сторону водоотвода или дренажа ливневых осадков (рис. 86, в).

Внимание!

Достаточно распространена ошибка, когда отмостку жестко соединяют с домом.

При пучинистых явлениях отмостка, стремясь подняться, отклоняется и разрушается. При оттаивании грунта под ней возникнут полости, куда постоянно будет затекать вода (рис. 87).

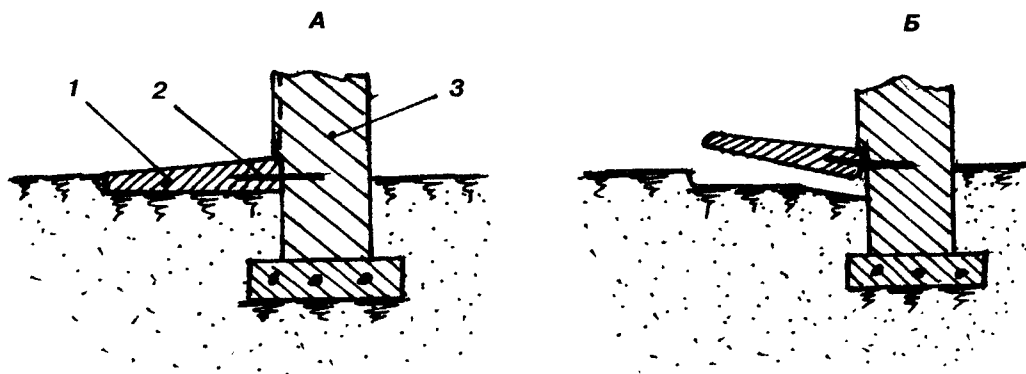


Рис. 87. Подъем отмостки, жестко прикрепленной к дому:
А — положение отмостки сразу после её устройства; Б — положение отмостки после оттаивания грунта; 1 — отмостка, 2 — арматура; 3 — стена

ГЛАВА 3. БЕТОН И БЕТОНИРОВАНИЕ

Создание фундамента может выполняться как с применением готовых изделий (фундаментные блоки, блок-подушки, башмаки...), так и с его отливкой из бетонного раствора на месте. Для индивидуального застройщика, желающего снизить свои затраты, отказ от покупных железобетонных изделий будет более оправданным.

Это связано не только с относительно высокой ценой готовых железобетонных изделий, но и с теми затратами, которые потребуются на их транспортировку, разгрузку и проведение монтажных работ. Без привлечения специальных подъемных средств тут никак не обойтись. Создание подъездных путей и организация самой строительной площадки под монтаж железобетонных изделий — это большие проблемы и дополнительные хлопоты.

В условиях индивидуального строительства в подавляющем числе случаев возведение фундамента связано с его бетонированием на месте. Это оправдано не только желанием снизить затраты, но и возможно благодаря более гибкому подходу к проектированию фундамента. В этом случае из бетона можно отлить фундамент любых размеров и форм без привязки к габаритам каких-либо готовых изделий. Такой фундамент можно устраивать практически на любой строительной площадке вне зависимости от степени её освоения и застройки.

С бетонированием многие застройщики, может, не в тех объемах и не в тех условиях, но, скорее всего, уже сталкивались. Опыт общения с ними автора показал, что познания в этой области иногда бывают поверхностными и даже ошибочными. Начинающий застройщик должен отдавать себе отчет в том, что фундамент — это не только верно выбранная схема. Правильный подбор материалов, грамотно выполненное армирование, точное соблюдение правил бетонирования и содержания созревающего бетона — обязательные условия надежности и качества фундамента. Многие просчеты и недопонимания застройщика в этих вопросах слишком дорого обходятся ему в дальнейшем, на этапе строительства и эксплуатации жилья.

3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БЕТОНАХ

Бетон — искусственный каменный материал, получаемый в результате затвердевания тщательно перемешанной и уплотненной смеси вяжущего материала (цемент), воды, заполнителей (песок, щебень...) и специальных добавок (в определенных пропорциях). До затвердевания уплотненная смесь называется бетонным раствором.

По назначению различают бетоны:

- *конструкционный* — применяется для изготовления несущих и ограждающих конструкций; не предназначен для выполнения теплозащитных функций;
- *гидротехнический* — используется для возведения гидросооружений; характеризуется стойкостью к увлажнению, водонепроницаемостью, морозостойкостью;
- *жаростойкий* — предназначен для возведения специальных конструкций, работающих при высоких температурах;
- *теплоизоляционный* — используется в качестве теплоизоляции стен и перекрытий; не ориентирован на восприятие больших механических нагрузок.

По плотности бетоны бывают:

- *тяжелые* — наиболее распространенный бетон, у которого в качестве заполнителя используется щебень твердых пород (гранит, известняк, диабаз...);
- *легкие и особо легкие бетоны* — получают с использованием легких заполнителей (пемза, туф, шлак керамзит, пенополистирол) — шлакобетон, керамзитобетон, пенополистиролбетон; или путем придания пористой структуры (поризованные бетоны) через введение в бетонную смесь воздухововлекающих добавок (микропенообразователей) — пенобетон, или же предварительно взбитой пены или газообразующих добавок — газобетон.

К числу легких бетонов относятся также ячеистые бетоны, которые обладают высокопористой структурой. Объем пор в таких бетонах достигает 80%. Такие бетоны с плотностью 300...1200 кг/м³ обладают низкой теплопроводностью и используются как эффективный теплоизолирующий материал. Бетоны с малой плотностью используются только как теплоизоляция, а более плотные — и как конструкционный материал.

По виду вяжущего вещества различают бетоны:

- *цементные* — бетоны на портландцементе и его разновидностях;
- *гипсовые* — обладают малой водостойкостью, поэтому из них изготавливают конструкции, находящиеся внутри здания (подвесные потолки, перегородки...);
- *полимербетоны* — вяжущие эпоксидные, полиэфирные и другие смолы. В настоящее время полимербетон используется для изготовления черепицы с относительно низкой себестоимостью;
- *полимерцементные бетоны* изготавливают с добавкой водных дисперсий (латексов, винилацетата, винилхлорида, водорастворимых модификаций полиамидных смол, клея ПВА...), которые вводят вместе с водой затвердения. Полимеры осаждаются в виде пленки на поверхности заполнителя, увеличивая сцепление между элементами бетона. Такие бетоны хорошо сопротивляются растяжению, обладают повышенной морозостойкостью, водонепроницаемостью, а также хорошо сопротивляются поверхностному износу.

Бетон — это смесь активных и инертных составляющих.

Активные составляющие бетона — цемент и вода — в результате химической реакции (гидролиз) переходят в твердую фазу и образуют цементный камень. Специ-

альные добавки, корректирующие свойства бетона, также относятся к активным составляющим.

Инертные составляющие — заполнители — не участвуют в реакции отверждения бетонного камня. Цементный камень связывает мелкий и крупный заполнители, образуя жесткий скелет, воспринимающий внешние нагрузки. В некоторых бетонах (пенобетон, газосиликатный бетон и пескобетон) крупный заполнитель отсутствует.

3.2. ЦЕМЕНТ

Цемент — мелкий порошок серого, зеленоватого или белого цвета. Обычно он упакован в мешки из крафт-бумаги порциями по 50 кг или отпускается с заводов и торговых складов навалом. Цементы различают по наименованию (обыкновенный портландцемент, пуццолановый портландцемент, шлако-портландцемент, роман-цемент и т.д.) и маркам. Бывают цементы марок "200", "250", "300" ... "600".

Соотношение компонентов сырьевой смеси, необходимой для создания цемента, выбирают с тем расчетом, чтобы полученный при обжиге портландцементный клинкер имел следующий химический состав (%): CaO — 62...68, SiO_2 — 18...26, Al_2O_3 — 4...9, Fe_2O_3 — 2...6. Для получения клинкера чаще всего используют известняк и глину (добываемые отдельно) в соотношении 3 : 1 (по весу). Приготовленную смесь подают на обжиг во вращающуюся печь, где при температуре 1200...1450 °С происходит обжиг — образование цементного клинкера (твердых кусков серого цвета размером в горошину или орех). В шаровых мельницах куски клинкера тонко размалываются с гипсом и другими добавками (тонкость помола — менее 0,08 мм). Чем тоньше помол, тем выше марка цемента и тем быстрее он твердеет.

Обращаем внимание некоторых индивидуальных застройщиков, которые очень ревностно относятся к экологии жилья: эти природные минеральные составляющие цемента экологически нейтральны. Низкий уровень экологической безопасности бетонных домов может возникнуть из-за малой воздухопроницаемости стен и из-за наличия в их составе гранитного щебня, который иногда имеет радиоактивный фон, выходящий за допустимые нормы.

Плотность цемента насыпная — 1100...1200 кг/м³, а в уплотненном состоянии — до 1700 кг/м³. В какой-то степени насыпная плотность цемента может охарактеризовать его марку. С увеличением марки цемента плотность свеженасыпанного цемента также увеличивается:

- марка 100.....плотность 0,70 кг/л,
- марка 200.....плотность 0,85 кг/л,
- марка 300.....плотность 0,97 кг/л,
- марка 400.....плотность 1,10 кг/л,
- марка 500.....плотность 1,24 кг/л.

В одном ведре объемом 10 литров — 12...13 кг цемента М400.

Срок схватывания — одна из основных характеристик твердения цемента. Он рассчитывается от момента затворения (соединение с водой). Начало схватывания должно быть не ранее чем через 45 минут, а конец — не позднее 10 часов. Такие сроки дают возможность транспортировать и укладывать бетонные смеси до начала схватывания. Эти показатели определяют при температуре 20 °С. Если цемент затворяют горячей водой (более 40 °С), то может произойти очень быстрое схватывание. Работая по технологии ТИСЭ, надо учитывать, что приготовленная смесь долж-

на быть израсходована до начала момента схватывания (за 20 — 30 мин). Увеличить время схватывания можно, добавив в воду клей ПВА (на 1 ведро — 50 мл).

Твердение цемента — химический процесс, который происходит при взаимодействии с водой и сопровождается выделением тепла. Частицы цемента начинают растворяться, причем одновременно происходят гидролиз (разложение отдельных минералов водой) и гидратация (присоединение воды), образуется цементное тесто-гель, из которого позднее выпадают твердые кристаллы высокой прочности.

Твердение портландцемента — достаточно длительный процесс (месяцы и годы). Но если вначале, в первую неделю, процесс набора прочности идет очень резко, то в дальнейшем скорость нарастания прочности сильно замедляется. Поэтому качество цемента принято условно оценивать по прочности, набираемой им в первые 28 суток твердения (рис. 88).

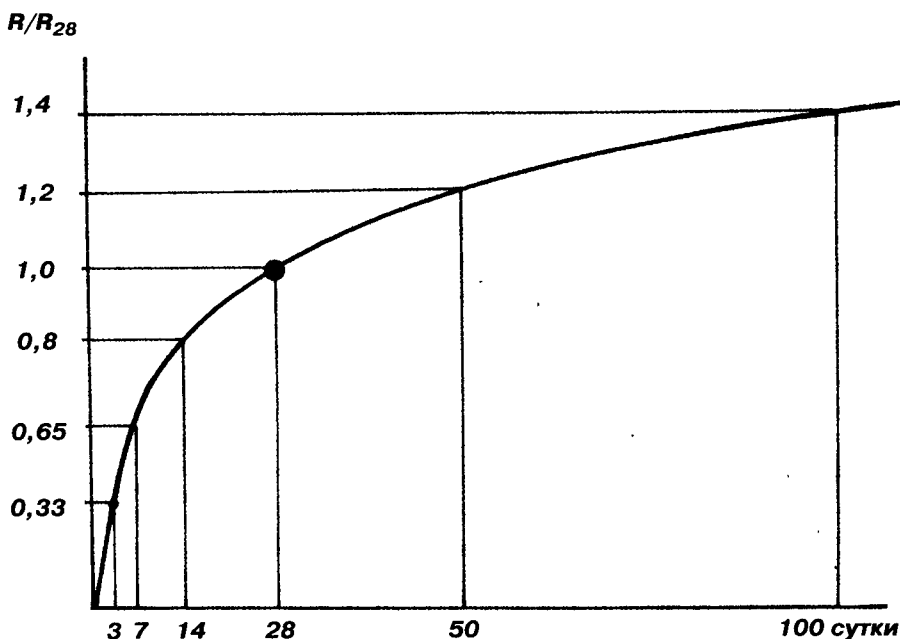


Рис. 88. Изменение прочности бетона во времени (R — прочность бетона; R_{28} — марочная прочность бетона)

При твердении бетона в естественных условиях 50% прочности достигается через 7 суток. Эти сроки значительно удлиняются при пониженных температурах (рис. 89). При повышении температуры до 80°C сроки созревания бетона сокращаются в 8 — 10 раз. Поэтому на производствах ЖБИ применяют пропарочные камеры, где бетонные изделия набирают прочность, достаточную для транспортировки изделий, за 5 — 10 часов. В графике приведен пример с замораживанием и оттаиванием бетонной смеси. Здесь имеется в виду замораживание до начала набора прочности, т.е. если смесь заморожена до начала схватывания. Если же замораживание бетонной смеси произошло в начале набора прочности, то такая смесь, потеряв монолитную структуру, не способна стать полноценным бетоном.

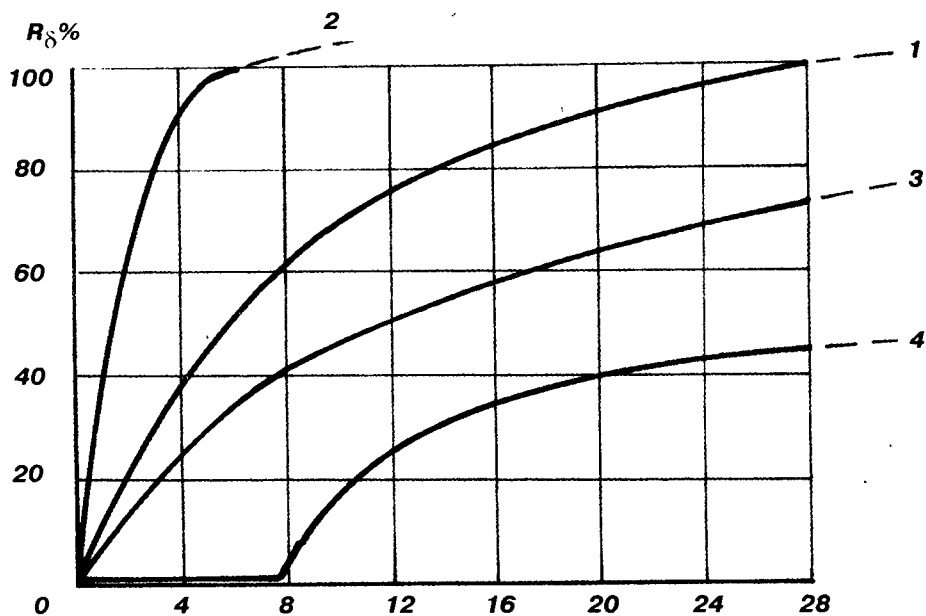


Рис. 89. График созревания бетона в зависимости от температуры:
 1 — при 15...20 °C; 2 — при 40 °C; 3 — при 12 °C;
 4 — при замораживании и дальнейшем оттаивании

Оценка качества цемента.

Качество цемента можно оценить по дате изготовления и сроку его хранения, при этом условия хранения должны быть соблюдены. За время хранения марка цемента снижается на 5% в месяц. Так, при хранении в течение 6 месяцев марка цемента снизится на 40...50%.

Цемент считается качественным, если нет признаков окомкования. Наличие этого процесса определяют на ощупь: если горсть цемента сжать в кулаке, то свежесготовленный цемент сразу просыплется между пальцами, а лежалый — образует комок, поскольку он уже впитал влагу. До тех пор, пока комок можно размять пальцами, цемент считается пригодным к использованию.

3.3. ЗАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ БЕТОНОВ

Заполнители занимают в бетоне и в строительных растворах до 80% объема, оказывая влияние на их прочность, долговечность и стоимость.

Песок

Песок — основной заполнитель бетона и растворов различного состава и назначения. От свойств песка, от его гранулированного и химического состава зависит расход цемента, качество выполняемых работ и долговечность возводимых строительных конструкций.

Природный песок — рыхлая смесь зерен крупностью 0,16...5 мм — состоит главным образом из зерен кварца SiO_2 . Возможна примесь полевых шпатов, известняка, слюды. Насыпная плотность природного песка — 1300...1500 кг/м³.

Песок может быть речным, морским, озерным, горным, овражным и карьерным. Овражный и горный засорены глинистыми примесями, озерный — илом. Загрязненный песок промывают, содержание в нем глины, ила, пыли и прочих примесей не должно превышать 5%.

По крупности зерен песок делится на пылеватый, мелкий, средний, крупный и гравелистый.

По происхождению пески делятся на природные, образовавшиеся в результате выветривания горных пород, и искусственные, получаемые в результате дробления твердых горных пород.

Горные (овражные) пески образуются в результате выветривания горных пород и последующего переноса продуктов выветривания ветром и ледниками. Угловатая форма и шероховатость поверхности зерен способствуют хорошему сцеплению их с вяжущим. Недостаток таких песков — загрязненность глиной и примесью в них гравия.

Речные и морские пески более чистые, их зерна бывают, как правило, округлой формы в связи с длительным воздействием движущейся воды. Наиболее вредная примесь и в этих песках — глина, так как она уменьшает сцепление составляющих самой смеси.

Искусственные пески, используемые значительно реже, бывают тяжелые и легкие. Тяжелые пески получают путем дробления плотных горных пород (базальт, диабаз, мрамор, гранит). Легкие пески получают дроблением пористых пород (пемза, туф) или изготавливают специально (перлитовый и керамзитовый песок).

Поступающий на строительство песок должен отвечать определенным требованиям по зерновому (гранулометрическому) составу, наличию примесей и загрязнений. Зерновой состав песка определяют его просеиванием через стандартный набор сит с размерами ячеек: 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315 и 0,16 мм. Основываясь на результатах просеивания, песку присваивают модуль крупности (**табл. 13**).

Таблица 13. Гранулометрический состав песка

Группа песка	Модуль крупности M_k	Полный остаток на сите 0,63 мм (%)	Водопотребность песка (%)
Повышенной крупности	3,0...3,5	65...75	5..4
Крупный	2,5...3,0	45...65	6...5
Средний	2,0...2,5	30...45	8..6
Мелкий	1,5...2,0	10...30	10...8
Очень мелкий	менее 1,5	менее 10	более 10

Количество мелких зерен в песке, проходящих через сито 0,16 мм, не должно превышать для песка, используемого в строительных растворах, 20%, а в бетонах — 10%.

Существует и другой критерий оценки песка (грунта) по гранулометрическому составу, который для индивидуальных застройщиков может быть более приемлемым (**табл. 14**).

Основная цель заполнителя — образовать скелет бетонного массива, помешать развитию трещин, возникающих при усадке бетонного камня. Смесь крупного и мелкого песка со щебнем — идеальный заполнитель для этой цели (**рис. 90, а**). Подобный состав хорошо подходит для приготовления подвижных и жестких бетонов.

Таблица 14. Классификация песков по гранулометрическому составу

Грунты	Размеры частиц (мм)	Содержание частиц по массе (%)
Гравелистые	> 2	> 25
Крупные	> 0,5	> 50
Средней крупности	> 0,25	> 50
Мелкие	> 0,1	> 75
Пылеватые	> 0,1	< 75

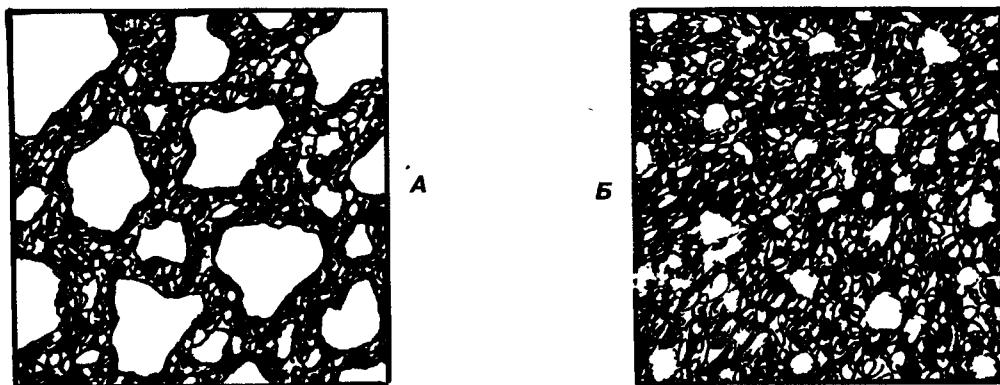


Рис. 90. Структура бетона с песком различного зернового состава:
А – песок с мелкими и крупными фракциями; **Б** – песок с мелкими фракциями

Мелкий песок не может создать достаточно жесткую пространственную структуру (рис. 90, б), но его хорошо использовать для приготовления кладочного или штукатурного раствора.

Для хорошего соединения зерен песка в растворе или бетоне необходимо, чтобы цементное тесто покрывало всю поверхность каждой песчинки. Поэтому расход цемента увеличивается с увеличением объема мелких фракций песка. Очевидно, что чем больше разных фракций в песке, тем меньше объем цементного камня, а следовательно — и цемента.

Подбирая песок для проведения строительных работ, следует учитывать его влияние на свойства бетона.

Присутствие в песке органических примесей замедляет схватывание и твердение цемента и тем самым снижает прочность бетона или раствора.

Крупные куски глины следует удалять в процессе загрузки песка для приготовления бетонной смеси. Мелкие частицы глины не окажут существенного влияния на прочность бетона, но, являясь пластификатором, улучшат удобоукладываемость бетонной смеси.

Смирнов В.А. Материаловедение. Отделочные строительные работы. Учебник. М.: ПрофОбрИздат, 2001.

Возможность использования глины в качестве пластифицирующей добавки в растворах обоснована в 1930-х г. Н.А. Поповым. Казалось бы, что по аналогии с бетоном присутствие глины в растворе должно снижать его прочность и морозостойкость. Однако в цементно-глиняных растворах частицы глины равномерно

распределены по всему объему, а не находятся в виде комьев и пленок, обволакивающих песок.

Если требуется удалить глину из песка, то для этого песок помещают в деревянный ящик и промывают потоком воды. В большинстве случаев этого не требуется.

Водопотребность песка — наибольшее количество воды, которое может быть принято сухим песком в весовом отношении. Мелкий песок может принять влаги в 2 раза больше, чем крупный, благодаря большей поверхности смачивания зерен.

Плотность песка — важный параметр при составлении смеси для бетона или раствора. Насыпная плотность изменяется с изменением его влажности своеобразным образом:

- совсем сухой песок имеет насыпную плотность 1500 кг/м³;
- при влажности 5% она уменьшается до 1300 кг/м³;
- при влажности 15% и более она увеличивается до 1900 кг/м³. Для приблизительного расчета можно принять, что в одном ведре объемом 10 литров — 15 кг песка.

При использовании песка, лежащего под открытым небом, в процессе приготовления цементной смеси необходимо учитывать как повышение его плотности от дождей, так и наличие самой влаги.

При указании состава смеси всегда подразумевают весовое соотношение сухого песка и цемента. Если же дозирование — объемное, то изменение плотности песка от степени его влажности обязательно следует учитывать.

Щебень и гравий

Гравий — мелкие камни округлой формы и небольшого размера. Гравий бывает щелковидным, малоокатанным, яйцевидным, лещадным, игловатым. Длина мелкого гравия — 0,5...2 см; среднего — 2...4 см; крупного — 4...8 см.

Щебень — камень такой же крупности, как и гравий. Щебень получают дроблением горных пород или кирпича, тяжелых доменных шлаков, пемзы, отслуживших бетонных конструкций.

В процессе бетонирования особенно крупных конструкций возможно использование щебня размером до 15 см.

Составляющие щебня имеют угловатую форму. От гравия щебень отличается тем, что имеет более шероховатую поверхность, что повышает его сцепление с цементным камнем. Именно поэтому для бетона повышенной прочности используют не гравий, а щебень. При использовании щебня, особенно гранитного, необходимо проверять фон его радиоактивности.

Морозостойкость щебня определяет морозостойкость бетона. При использовании щебня из известковых камней или кирпичного боя, способных задерживать в себе влагу, морозостойкость бетона сильно снижается. Поэтому при бетонировании фундамента, находящегося в зоне повышенной влажности и подверженного частой смене циклов "замораживание-оттаивание", их использовать нельзя.

Чтобы щебень и гравий не снижали прочности и долговечности бетона, они не должны содержать пылеватые, глинистые и илстые примеси более 1...3%. При необходимости вредные примеси вымывают водой.

В одном ведре объемом 10 литров — 15...18 кг щебня.

Чем больше в щебне различных фракций, тем больше его насыпная плотность. При использовании такого щебня в качестве заполнителя бетона потребуются меньше песка и цемента.

Пористые заполнители

Пористые заполнители для легких бетонов получают в основном искусственным путем (керамзит, шлак, перлит, пенополистирол...). Пористые фракции выпускают размерами 5...10 мм; 10...20 мм; 20...40 мм. При приготовлении бетонной смеси их смешивают в нужном соотношении.

Керамзит — гранулы округлой формы с пористой сердцевинкой и спекшейся оболочкой. Благодаря такому строению прочность гранул керамзита достаточно высока. Получают керамзит во вращающихся печах быстрым обжигом легкоплавких глинистых пород с большим содержанием оксидов железа и органических примесей до их вспучивания. Керамзит выпускают в виде гранул размером 5...40 мм и песка (зерна менее 5 мм). Марка керамзита (насыпная плотность) — от 250 до 600 кг/м³. Морозостойкость керамзита — не менее Мрз 15. Керамзит используется в качестве заполнителя керамзитобетона или в качестве утеплителя. Крупные фракции керамзита позволяют обеспечить наилучшие теплоизолирующие характеристики. Прочность керамзита достаточно высока — 6 МПа.

Шлаковая пемза — пористый щебень, получаемый вспучиванием расплавленных металлургических шлаков путем быстрого охлаждения водой или паром. Этот вид пористого заполнителя экономически очень выгоден, т.к. сырьем служат промышленные отходы, а переработка их крайне проста. Марка шлаковой пемзы — от 400 до 1000. Прочность её соответственно — от 0,4 до 2 МПа.

Шлак каменноугольный, возникший при сжигании каменного угля, содержит некоторое количество частиц несгоревшего угля, серного колчедана и других вредных для цемента примесей, поэтому его использовать не следует. Хороший шлак представляет собой массу спекшихся стекловидных корочек серого и рыжего цвета с синевой, а также небольшого количества пористых кусков светло-серого или желтого цвета. Если пористых кусков много и шлак непрочен, то для получения доброкачественного раствора требуется больше цемента. Кроме того, в пористых кусках почти всегда имеется несгоревший уголь.

Шлак, пролежавший долгое время в отвалах, размельчается, и количество вредных примесей в нем уменьшается. Необходимо иметь в виду, что очень мелкий пылеватый шлак, проходящий через сито с ячейкой менее 1 мм, применять для приготовления строительных растворов не следует.

Вспученный перлитовый песок и щебень — пористые зерна белого или светло-серого цвета, получаемые путем быстрого нагрева до 1000...1200 °С вулканических горных пород, которые содержат небольшое количество гидратной связанной воды. При обжиге исходная порода увеличивается в объеме в 5...15 раз, а пористость образующихся зерен достигает 85...90%. Перлитовый песок — особо легкий вид мелкого заполнителя (насыпная плотность — 75...400 кг/м³). Щебень, выпускаемый во фракциях 5...10 и 10...20 мм, имеет плотность от 200 до 500 кг/м³.

Пенополистирол — гранулы вспененного полистирола диаметром около 5 мм. Пенополистирол имеет плотность 15...35 кг/м³, в зависимости от марки; отличается малой гигроскопичностью (0,05...0,2%), его водопоглощение — не более 2 — 3% от объема. Работает от — 65 °С до + 60 °С, из-за чего им не рекомендуется утеплять бани. При перевозке или хранении пенополистирола или изделий из него необходимо обеспечить защиту от воздействия солнечных лучей.

После обработки гранул специальным адгезивом [омыленный древесный лек (ЦНИПС-1)], обеспечивающим хорошее их сцепление с цементом, гранулы применяют в качестве заполнителя пенополистиролбетона.

Вода

Вода для приготовления бетонной смеси должна быть без запаха, не должна содержать масла, агрессивные вещества и т.п., задерживающие твердение цемента, вызывающие его коррозию и образующие высолы на открытых поверхностях конструкции. К таким примесям относятся соли и кислоты. Болотная вода, богатая органическими примесями, а также сточные воды, содержащие жир, сахар, кислоты и другие включения, для приготовления бетона не пригодны.

Обычно применяют водопроводную, речную или колодезную воду, а в ряде случаев — морскую, если содержание солей в ней не превышает 5 г/л. Нельзя применять морскую воду при бетонировании внутренних конструкций жилых и общественных зданий в сухом и жарком климате, т.к. морские соли могут выступить на поверхности бетона или вызвать коррозию металла.

Если бетонную смесь готовят в теплое время, лучше использовать холодную воду, чтобы бетон не схватился слишком быстро. Зимой лучше применить теплую воду, подогретую до 40 °С.

Хранение материалов

Цемент

Сохранение цемента в условиях строительной площадки — задача, которая должна решаться застройщиком в обязательном порядке. Цемент может иметь товарный насыпной вид, бывает расфасован в бумажные или полиэтиленовые мешки по 50 кг. Встречаются и более мелкие фасовки цемента.

Хранение цемента на открытой строительной площадке требует особого подхода. Если приобретается насыпной цемент, то его следует разгрузить в закрываемую емкость, например, в плотный деревянный ящик (рис. 91), имеющий снизу и с боков надежную гидроизоляцию (толь, полиэтилен...), или в металлический ящик-ларь. Емкость с цементом необходимо изолировать от атмосферных осадков. Для этого ее следует поместить под навес на приподнятом основании (0,2...0,5 м от земли) и оснастить плотной крышкой. Доставка насыпного цемента осуществляется автосамосвалами, автосмесевозом со шланговой подачей или автобетоносмесителями.

При хранении расфасованного цемента следует предпринять определенные мероприятия, связанные с исключением его увлажнения.

Следует учитывать, что цемент после хранения в сухом помещении теряет свою марочную прочность:

за 1 месяц	10%,
за 3 месяца	20%,
за 6 месяцев.....	30%,
за 1 год.....	до 40%,
за 2 года	более 50%.

Особенно требовательны к условиям хранения высокомарочные цементы, которые из-за тонкости помола быстро окомковываются и утрачивают свою активность.

При хранении цемента в помещении с нормальной влажностью (20...30%) потеря марочной прочности ускоряется почти в два раза.

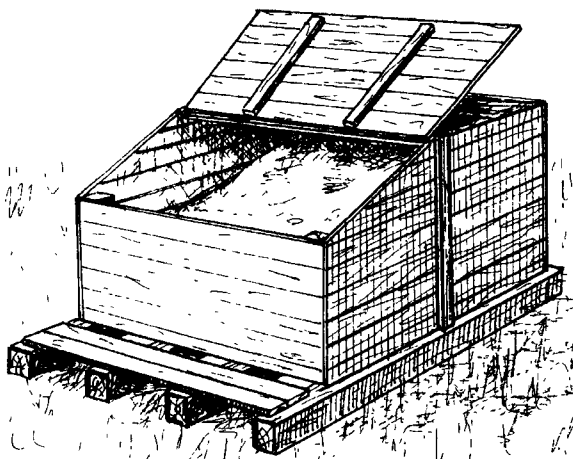


Рис. 91. Хранение цемента в ящике

Мешки цемента следует располагать на настиле (поддонах), на высоте 20..30 см от земли. Снизу под мешки цемента нужно проложить слой гидроизоляции (толь, пергамин, полиэтиленовую пленку...). Мешки с цементом лучше укладывать в штабель высотой не более 1,5 м от земли. Большая высота штабеля будет неудобной для его формирования и для съема мешков. Сверху штабель мешков следует закрыть полиэтиленовой пленкой (в два слоя) так, чтобы края пленки свисали вниз, закрывая штабель до земли (**рис. 92**). Обращаем внимание на то, что гидроизоляция под меш-

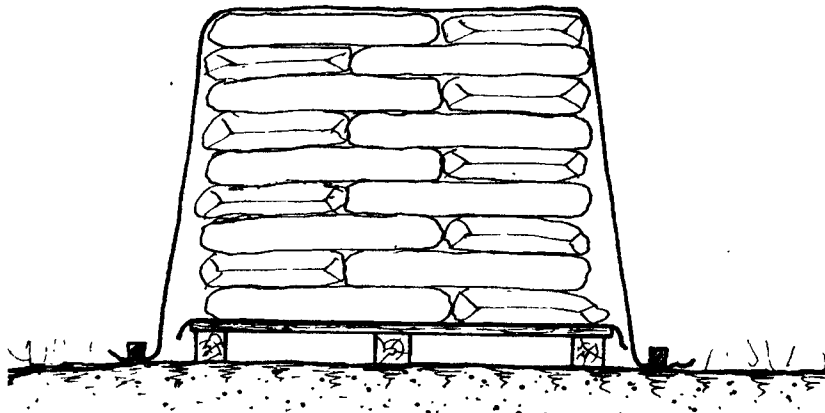


Рис. 92. Хранение цемента в мешках

ками не должна выходить за кромку верхней гидроизоляции, чтобы дождевые осадки не подтекали к штабелю.

Предполагая длительное хранение цемента (полгода и более), следует учитывать, что хранение товарного цемента в общей емкости более предпочтительно, чем в мешках, т. к. пограничная площадь контакта цемента с воздухопроницаемой средой в первом случае существенно меньше.

Если хранение цемента выполнялось недостаточно хорошо, то это приведет к лишним тратам. При снижении марки цемента потребуется увеличить его количество. Если вместо М 400 использовать М 300, то его количество в бетонной смеси придется увеличить на 30%. Кроме того, при хранении мешков с цементом при повышенной влажности сам цемент схватывается, создавая массивные камнеподобные образования. Из-за этого для приготовления бетонного раствора в ход идет не больше половины мешка, а остальное — на выброс.

Песок, щебень

Песок и щебень в строительстве используются в большом объеме, поэтому место их складирования на строительной площадке следует разместить так, чтобы работа по их транспортировке была минимальной, например, непосредственно около растворного узла. Подъезд самосвала к месту разгрузки песка или щебня должен быть свободным, а сами подъездные пути — крепкими, выдерживающими вес грузового автотранспорта.

Опыт выполнения строительных работ подсказывает, что место разгрузки песка лучше оградить с трех сторон (**рис. 93**). Грунт в зоне складирования также желательно застелить жестким материалом (доски, жесь, линолеум б/у...). Это позволит почти вдвое сократить площадь складирования сыпучих материалов и предотвратить их загрязнение грунтом.

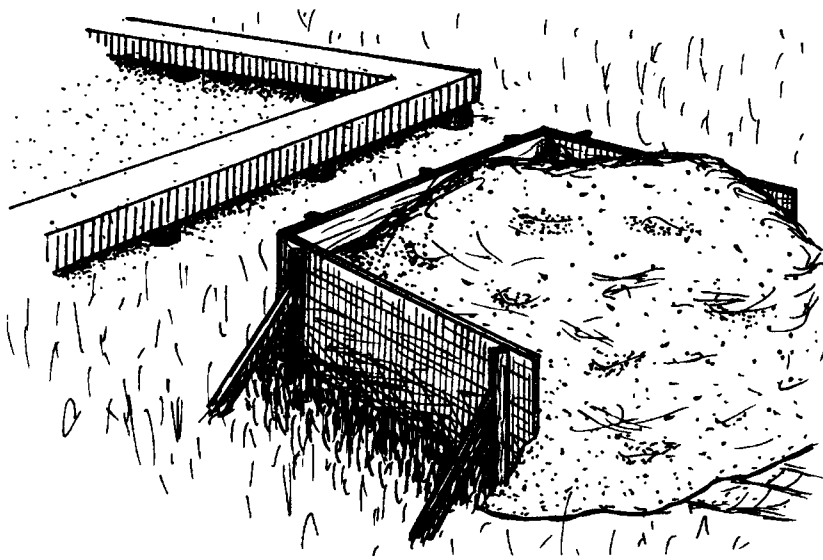


Рис. 93. Хранение песка или щебня в ограждении

Обращаем внимание застройщиков, что объем складирования материалов не должен быть излишним: его надо увязать с графиком выполнения работ.

Планируя строительство, следует учитывать и возможные ограничения с проездом грузовых машин в осеннюю и весеннюю распутицу. Для осуществления строительства ранней весной песок и щебень лучше завезти осенью, до начала дождей.

3.4. СОСТАВ БЕТОННОЙ СМЕСИ И СВОЙСТВА БЕТОНА

Качество бетонных работ и производительность труда во многом определяются технологическими свойствами бетонной смеси. Бетонная смесь состоит из цементного геста, мелкого и крупного заполнителя. Каждый из этих компонентов влияет на вязкопластичные свойства смеси. Так, при увеличении содержания заполнителей смесь становится жесткой, а чем больше в цементном тесте воды, тем бетонная смесь становится подвижнее.

Характеристикой вязкопластичных свойств бетонной смеси служит **удобоукладываемость** — способность бетонной смеси легко укладываться в форму и уплотняться под действием различных способов уплотнения, не расслаиваясь. Удобоукладываемость различных смесей оценивают по их подвижности и жесткости.

Подвижность служит характеристикой удобоукладываемости пластичных смесей, способных деформироваться под действием собственного веса. Подвижность характеризуется осадкой конуса, отформованного из испытуемой бетонной смеси (рис. 94). Для этого стандартный конус заполняют смесью, уплотняя его штыкованием. После выравнивания верхней поверхности уплотненной смеси, форму-конус снимают и измеряют осадку конуса бетонной смеси (рис. 95), значение которой (в сантиметрах) послужит показателем подвижности (П).

Жесткость — характеристика удобоукладываемости бетонных смесей с малой подвижностью, у которых не наблюдается осадка конуса. Её определяют по времени вибрации (в секундах), необходимому для выравнивания и уплотнения предвари-

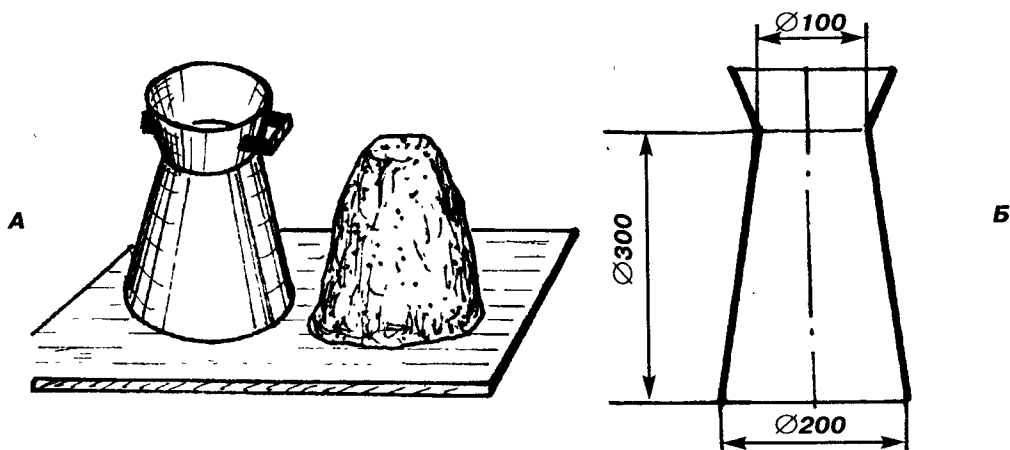


Рис. 94. Определение подвижности смеси (размеры в мм):

А – эталонный конус с образцом смеси;

Б – геометрические размеры эталонного конуса

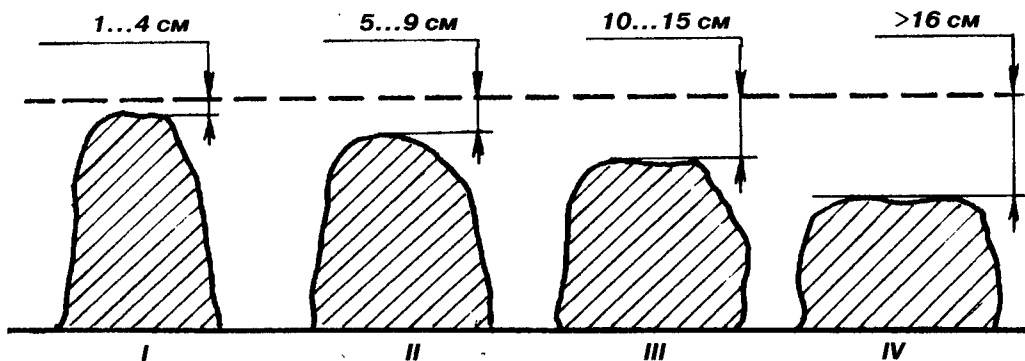


Рис. 95. Подвижность смеси:

I – малоподвижная (жесткая); II – подвижная; III – пластичная; IV – литая

тельно отформованного конуса из бетонной смеси. Устройство для определения жесткости включает вибростол, металлическую цилиндрическую ёмкость и металлический диск с шестью отверстиями, закрепленный на штативе (рис. 96).

Для определения жесткости бетонной смеси конус заполняют смесью и уплотняют его штыкованием. Затем форму-конус снимают и опускают металлический диск на поверхность бетонной смеси. После этого включают вибратор (рис. 90, б). Время в секундах, в течение которых смесь распределится в цилиндре равномерно и хотя бы через два отверстия диска начнет выделяться цементное тесто, принимают за показатель жесткости бетонной смеси (Ж).

Производство бетонных работ требует определенной подвижности или жесткости, при которых качество бетонирования будет наилучшим (табл.15).

В зависимости от назначения, вида монолитных конструкций и степени их армирования рекомендуются следующие показатели жесткости и подвижности бетонной смеси (табл. 16).

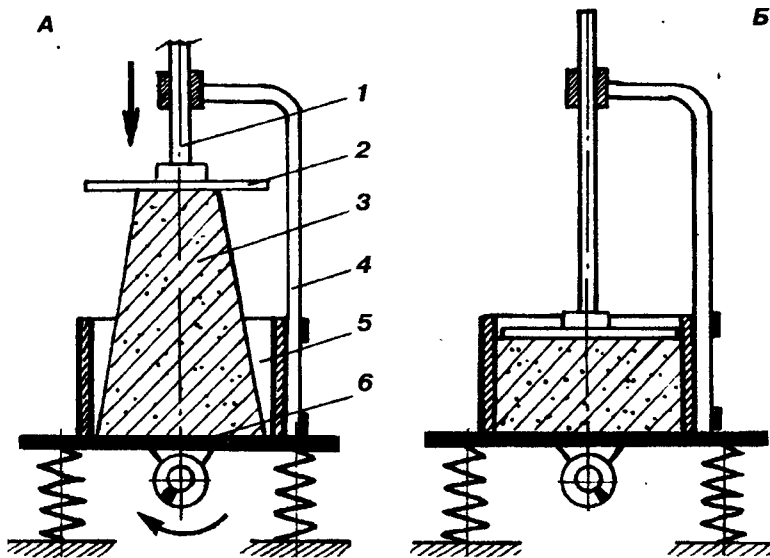


Рис. 96. Определение жесткости смеси:

А – образец перед началом испытаний; Б – образец в конце испытаний;
 1 – штанга; 2 – диск с отверстиями; 3 – образец смеси; 4 – штатив;
 5 – цилиндрическая форма; 6 – вибростол

Таблица 15. Классификация бетонных смесей по удобоукладываемости

Марка по удобоукладываемости	Норма удобоукладываемости по показателю	
	жесткость (сек)	подвижность (см)
Ж4	31 и более	—
Ж3	21...30	—
Ж2	11...20	—
Ж1	5...10	—
П1	1...4	4 и менее
П2	—	5..9
П3	—	10..15
П4	—	16 и более

Связанность – способность бетонной смеси сохранять однородную структуру, т.е. не расслаиваться в процессе транспортирования, укладки и уплотнения. При нормальной подвижности распределение фракций заполнителя в объеме смеси достаточно равномерное (рис. 97, а). При повышенной влажности и наличии в смеси тяжелых фракций вода, как наиболее легкий компонент смеси, отжимается вверх; а крупный заполнитель (гравий, щебень), плотность которого обычно больше растворной части смеси (цемент, песок и вода), опускается вниз (рис. 97, б).

Застройщик, собирающийся отливать бетонную опору при высоком уровне грунтовых вод, должен учитывать возможность расслоения тяжелой бетонной смеси от повышенной влажности. Если воду из скважины сложно удалить, то в бетонную смесь не следует вводить тяжелые фракции размером больше 2...3 см; лучше применить пескобетонную смесь, без щебня.

При создании *легких бетонов на керамзите или шлаке* следует учитывать возможность всплытия легких фракций, если в смеси будет избыток воды. Такое рас-

Таблица 16. Область применения бетонной смеси в зависимости от жесткости

Область применения бетонной смеси	Жестко (сек)
— Изделия простой конфигурации, повышенной морозостойкости (тротуарные плиты, бордюрные камни)	20...30
— Изделия сложной конфигурации с пустотами и отверстиями, изготавливаемые с немедленной распалубкой (стенные блоки, пустотные плиты перекрытий...)	10...20
— Блоки, изготавливаемые по технологии ТИСЭ, подготовка под фундаменты и полы, основания дорог	до 10
— Покрытия дорог, полы, неармированные или малоармированные массивные конструкции	—
— Массивные армированные конструкции, колонны, балки	—
— Тонкостенные конструкции, плиты, балки, колонны сечением до 40 см	—
— Густоармированные конструкции	—
— Конструкции с большим насыщением арматуры и закладных деталей, мешающих виброуплотнению	—

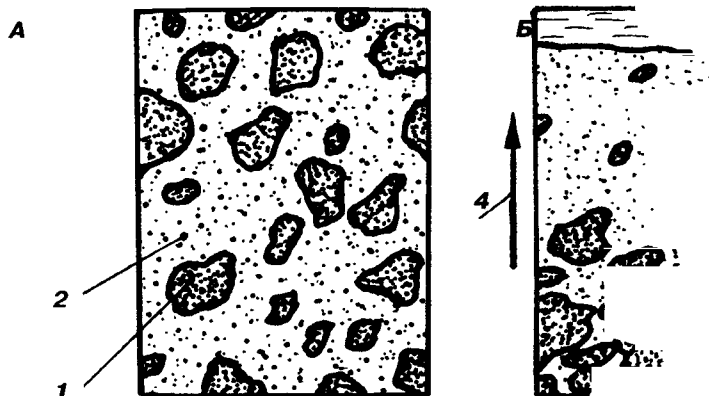


Рис. 97. Схема расслоения:

А — свежеприготовленная смесь; Б — расслоившаяся смесь; 1 — расслоение; 2 — цементно-песчаный раствор; 3 — вода; 4 — направление

расслоения может произойти как при бетонировании, так и в процессе бетонной смеси в бетоносмесителе.

Избыточная влажность делает бетон неоднородным, что снижает показатели и морозостойкость. Связанность бетонной смеси обеспечивается правильным подбором её составляющих.

Процесс приготовления пенополистиролбетона сложно обеспечить без использования адгезива, который "приклеивает" цемент к пенополистиролу, утяжеляет их, вовлекая в процесс перемешивания и перемещение смеси.

Прочность – свойство бетона сопротивляться разрушению от действия внешних нагрузок. Она определяется прочностью цементного камня и его сцепления с заполнителем. Как у всех каменных материалов, прочность бетона на сжатие значительно выше, чем на растяжение или изгиб (в 10...20 раз).

Бетон на портландцементе набирает прочность постепенно. При нормальной температуре и постоянном сохранении влажности рост прочности бетона продолжается длительное время, но скорость ее набора со временем затухает (**рис. 88**).

Прочность бетона принято оценивать по результатам испытаний его образцов через 28 суток твердения в нормальных условиях (температура 20 °С, влажность 95%). По итогам этих опытов бетону присваивают марку. Так, если бетон выдержал нагрузку 350 кг/см², то его марка – М350.

Отличительная особенность бетона – неоднородность его свойств. Это объясняется изменчивостью качества сырья, разными режимами приготовления смеси и её транспортировки, разнообразием условий твердения как по температуре, так и по влажности. Квалификация работников, организация контроля над строительством косвенным образом также сказываются на прочности бетона.

В практике выполнения бетонных работ вводится и такое понятие, как класс бетона – показатель, который учитывает возможные отклонения реальных свойств бетона от тех, которые оценены по результатам испытания образцов. Принимается, что реальные свойства бетона составляют 80...90% от свойств испытанных образцов. Например, класс бетона В30 соответствует бетону М400, а В40 – М550.

Прочность бетона зависит от марки цемента и соотношения воды и цемента (водоцементное соотношение В/Ц). Чем выше марка цемента, тем при прочих равных условиях прочнее будет цементный камень.

Влияние на прочность водоцементного соотношения объясняется следующим. Цемент при твердении химически связывает 20...25% воды от собственной массы, а чтобы обеспечить необходимую подвижность бетонной смеси, приходится брать 40...80% воды от массы цемента (**рис. 98**). После набора прочности в массиве бетона остаются мелкие поры, не оказывающие ощутимого влияния на свойства бетона.

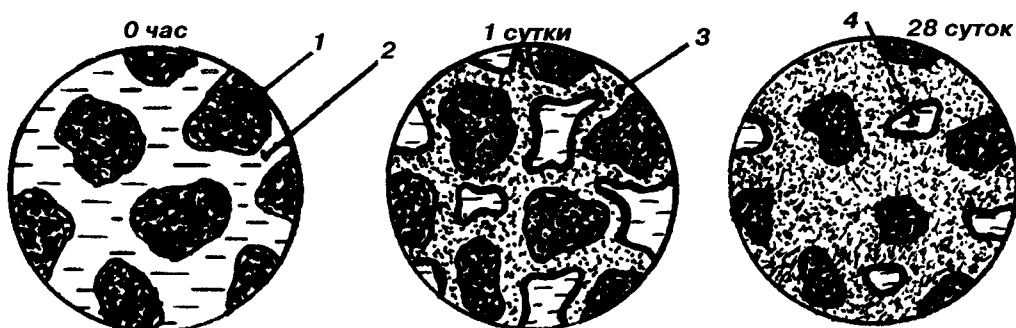


Рис. 98. Схема взаимодействия зерен цемента с водой при нормальном количестве воды:

1 – зерно цемента; 2 – вода; 3 – гидратные новообразования; 4 – поры

Естественно, чем больше будет свободной воды, тем больше останется пор в цементном камне, уменьшится его прочность (**рис. 99**). Морозостойкость также будет снижена, ибо вода, попавшая в поры, при замерзании своим расширением начнет разрушать структуру цементного камня изнутри.

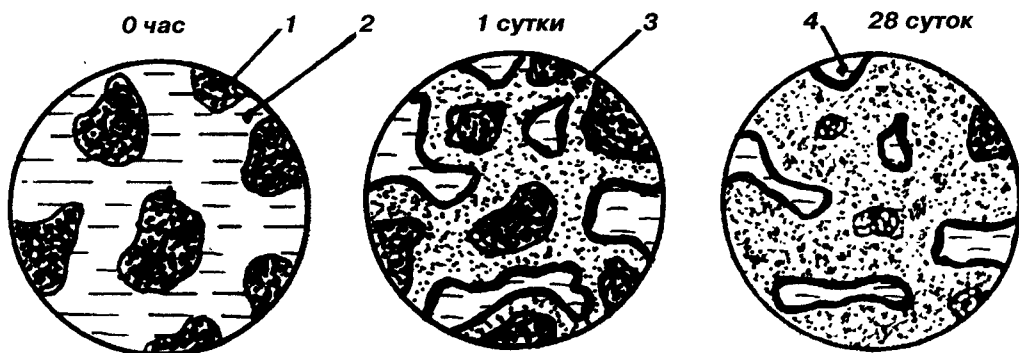


Рис. 99. Схема взаимодействия зерен цемента с водой при избыточном количестве воды:

1 – зерно цемента; 2 – вода; 3 – гидратные новообразования; 4 – поры

На основании опыта была установлена зависимость прочности бетона в возрасте 28 суток от цементно-водного отношения и марки цемента.

$$R_{28} = 0,6 RЦ (Ц/В - 0,5) \text{ — для бетона с } В/Ц = 0,4 \dots 0,7;$$

$$R_{28} = 0,4 RЦ (Ц/В + 0,5) \text{ — для бетона с } В/Ц \leq 0,4;$$

где $RЦ$ – марка цемента; $Ц/В$ – цементно-водное отношение (по массе);

Обращаем внимание, что в формуле используется именно цементно-водное соотношение, обратное водоцементному.

Но вообще в строительной практике чаще используется термин водоцементное отношение ($В/Ц$), так как он сразу характеризует подвижность бетонной смеси – определение, более понятное для восприятия.

Графически зависимость прочности бетона от водоцементного отношения показана на рис. 100.

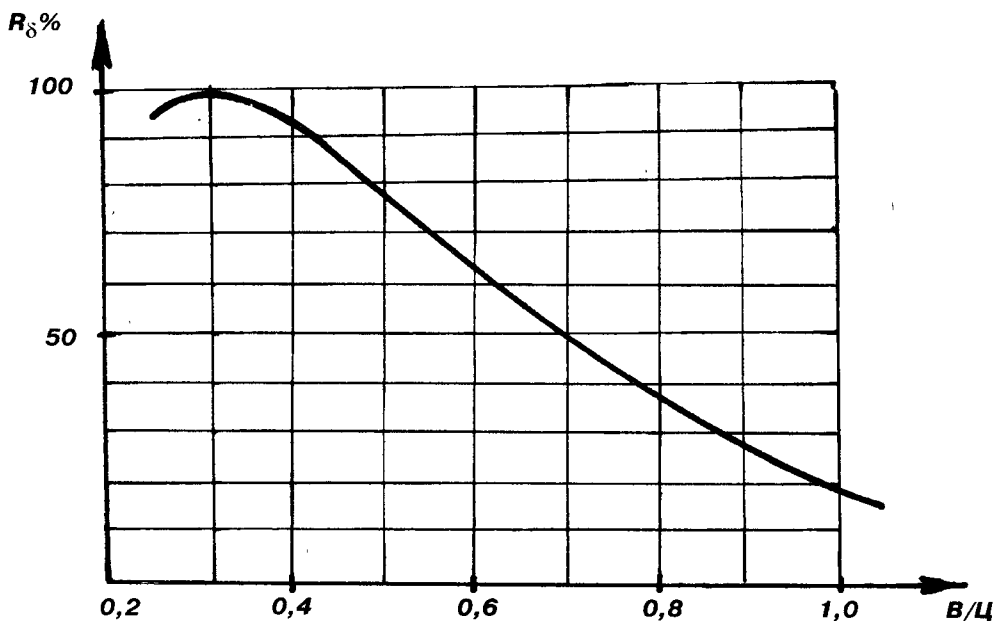


Рис. 100. Зависимость прочности бетона от $В/Ц$

Как уже отмечалось, скорость набора прочности цементным камнем сильно зависит от температуры. Влияние температуры окружающей среды на интенсивность набора прочности бетона показано на **рис. 89**.

Усадка бетона

При твердении на воздухе происходит усадка бетона — сокращение линейных размеров до 0,3...0,5 мм на 1 метр длины. Большие усадочные трещины — одна из причин образования трещин в бетоне. Особенно значительная усадка — до 70% — происходит в начальный период твердения, т.е. в первые сутки. Причина — усадка твердеющего цементного теста. Наполнители бетона (песок и щебень) препятствуют появлению трещин, разбивая сплошную структуру цементного камня.

Технологическая аналогия

Если в хрупком листовом материале (стекло или оргстекло) по каким-либо причинам появилась трещина, то самым верным способом остановить её развитие — просверлить небольшое отверстие на самом кончике трещины, сняв, как говорят специалисты, концентрацию напряжений.

Заполнитель бетона (песок, щебень) — это и есть те самые элементы, на которых останавливают своё развитие усадочные трещины цементного камня.

Поэтому чем больше в бетоне цемента, тем больше его усадка и вероятность растрескивания. Так что желание застройщиков-перестраховщиков сделать бетон крепче через увеличение объема засыпаемого цемента — далеко не оправдано.

В настоящее время в строительной практике используются расширяющиеся и безусадочные цементы, лишенные этого недостатка (гипсоглиноземистый расширяющийся цемент и расширяющийся портландцемент). Гипсовая добавка в этих цементах связывает лишнюю воду, одновременно создавая расширяющуюся составляющую цементного камня.

Следует отметить, что простая добавка гипса в портландцемент не допускается, т.к. в этом случае в цементном камне будут происходить необратимые разрушающие процессы, да и схватываться цемент будет слишком быстро.

Пористость

Для получения удобоукладываемой смеси приходится вводить в состав бетона в 2...4 раза больше воды, чем может связать твердеющий цемент. Химически не связанная вода, занимая некоторый объем, испаряясь, делает цемент пористым.

В среднем пористость плотно уложенного и затвердевшего бетона достигает 5...7%. При такой пористости бетон слабопроницаем для воды, но проницаем для легких нефтепродуктов (бензин, керосин) и газов.

Снижение пористости может осуществляться с использованием специальных цементов или введением в состав смеси специальных пластифицирующих добавок. Пористость бетона можно также уменьшить, увеличивая подвижность бетонного раствора за счет уплотнения смеси вибрацией (жесткие бетонные смеси с малым содержанием воды вибрацией не уплотняются).

Водонепроницаемость

Водонепроницаемость бетона зависит от пористости и структуры пор (замкнутые, капиллярные или сообщающиеся). Микропоры и капилляры размером более 0,1 мкм доступны для фильтрации воды.

Для повышения непроницаемости бетоны пропитывают специальными составами, вводят полимеры, покрывают бетон пленкообразующими составами.

Морозостойкость

Морозостойкость — способность бетона выдерживать многократное заморажи-

вание и оттаивание. Перед испытаниями бетон насыщают водой. При замерзании вода в порах увеличивается в объеме на 9% и вызывает большие внутренние напряжения, которые постепенно разрушают его структуру: сначала образуются мелкие трещины и разрушаются поверхностные слои, а затем — и более глубокие.

Морозостойкость оценивается по числу циклов "замораживание-оттаивание", при которых масса образца изменится не более чем на 5%, а его прочность снизится не более чем на 15%.

Высокая морозостойкость достигается применением жестких бетонных смесей, а также введением пластификаторов. Морозостойкость повышается при увеличении плотности бетона и снижении водоцементного соотношения В/Ц.

В настоящее время созданы бетоны с морозостойкостью 600..800 циклов (например, уплотненные прессованием бетоны на мелкозернистых заполнителях — песках), используемые в дорожных покрытиях.

Состав бетонной смеси

Составом бетона называется массовое или объемное соотношение вяжущего, заполнителей и воды. Если в составе не оговаривается единица измерения, то значит принято весовое соотношение компонентов. Наиболее часто состав бетона выражают в виде отношения Ц:П:Щ, которое показывает во сколько раз количество мелкого заполнителя П (песка) и крупного заполнителя Щ (щебня) больше, чем цемента (Ц). Расход цемента в пропорции принимается за единицу. Обязательно указывают расход воды, который выражается водоцементным отношением В/Ц.

Пример

Состав бетона 1:2,5:5 при В/Ц=0,5 соответствует следующему массовому расходу компонентов смеси:

- цемент — 1;
- песок — 2,5;
- щебень — 5;
- вода — 0,5.

Состав бетона может быть выражен не только в массовом выражении, но и в объемных долях, удобных для дозирования непосредственно на строительной площадке.

Выражают также состав и в виде массового расхода материалов (кг), необходимых для приготовления 1 м³ (1000 л) бетонной смеси.

Пример

- цемент — 320;
 - песок — 800;
 - щебень — 1200;
 - вода — 160;
- Всего — 2480 кг.

Вариантов состава бетона может быть достаточно много. В большой степени на этом сказывается назначенная марка бетона, фракционный состав мелких и крупных заполнителей, а также марка используемого цемента. В зависимости от содержания компонентов обычные бетоны подразделяются на жесткие, пластичные и литые. Примерные составы бетонов (в объемных частях) приведены в **таблице 17**.

Подбор состава бетонной смеси сводится к тому, чтобы расход цемента был минимальным. Это достигается в том случае, если объем крупного заполнителя в бетоне максимально возможный (обычно 0,75..0,85 от объема бетона), а мелкий заполнитель занимает пустоты между зёрнами крупного (**рис. 90, а**).

Таблица 17. Состав бетона на тяжелых заполнителях

Марка бетона на 28-й день	Марка цемента		
	ЖЕСТКИЕ БЕТОНЫ (Ц:П:Щ по объему)		
	200	300	400
50	1 : 3,4 : 5	1 : 3,8 : 6,5	—
100	1 : 2,1 : 4,3	1 : 2,9 : 4	1 : 3 : 3,5
150	—	1 : 1,9 : 3,5	1 : 2,3 : 4,5
	ПЛАСТИЧНЫЕ БЕТОНЫ (Ц:П:Щ по объему)		
50	1 : 3 : 5	1 : 3,7 : 5,8	—
100	1 : 1,9 : 3,6	1 : 2 : 4,3	1 : 2,8 : 5
150	—	1 : 1,7 : 3,3	1 : 2,2 : 4,2
	ЛИТЫЕ БЕТОНЫ (Ц:П:Щ по объему)		
50	1 : 2,8 : 4,4	1 : 3,5 : 4,9	—
100	1 : 1,8 : 3,1	1 : 2,2 : 3	1 : 2,6 : 4
150	—	1 : 1,6 : 3	1 : 2 : 3,5

Достаточно плотный и легко трамбуемый бетон получают, если количество гравия (щебня) не превышает количество песка более чем в два раза. Что касается фракций песка для бетона с наименьшей пористостью, то там применяют песок, у которого на долю зерен диаметром 0,25 мм приходится 25% от общей массы, диаметром 1 мм — 25% и до 3 мм — 50%.

При отсутствии крупных фракций прочность бетона существенно не снижается, но расход цемента увеличивается (**рис. 90, б**).

Технологические добавки

Добавки в количестве от 0,1 до 2,5% от массы цемента применяются для снижения его расхода и улучшения технологических свойств смеси и бетона: изменения сроков схватывания и созревания, повышения прочности и морозостойкости, водо- и газонепроницаемости, усиления защитных свойств бетона по отношению к арматуре.

Суперпластификаторы

Наибольшее распространение в качестве добавки получили суперпластификаторы, назначение которых — разжижение бетонной смеси до высокоподвижной литой консистенции. Они приготавливаются на основе меламино- и нафталино-формальдегидных смол. Суть их применения — снижение межмолекулярных сил сцепления в смеси. Введение суперпластификатора в количестве 0,3...0,6% обеспечивает снижение расхода воды, повышает физико-механические свойства бетона, дает возможность снизить расход цемента на 10...15%.

Отличительной особенностью суперпластификаторов является их кратковременность. Через 1...1,5 часа после их введения подвижность смесей резко снижается.

Ускорители твердения

Для ускорения твердения бетона в качестве добавок применяют сульфат натрия (СН), нитрит натрия (НН), хлорид кальция (ХК), нитрит кальция (НК).

Ингибиторы

Для защиты арматуры от коррозии в бетонную смесь добавляют ингибиторы нитрит-натрия (НН), нитрит-нитрат кальция (НН1К) и нитрит-нитрат сульфат натрия (НН1СН).

Противоморозные добавки

При температуре + 5 °С бетонные смеси резко снижают скорость набора прочности. При температуре ниже 0 °С химически несвязанная вода превращается в лед

и увеличивается в объеме на 9%. В результате в бетоне возникают напряжения, разрушающие его структуру.

При оттаивании процесс гидратации цемента возобновляется, но из-за разрушенной структуры бетон не может набрать проектной прочности.

Экспериментами установлено, что если бетон до замерзания наберет 30 – 50% от проектной прочности, то дальнейшее воздействие низких температур не влияет на его физико-механические характеристики.

При внесении химических добавок процесс твердения бетона будет протекать и при температурах ниже 0 °С, но несколько замедленно. Скорость набора прочности бетоном зависит от температуры и химического состава противоморозных добавок.

Если противоморозные добавки действуют до температуры – 15 °С, то скорость набора прочности бетоном можно оценить по **табл. 18**.

Таблица 18. Скорость набора прочности бетона с противоморозными добавками, % от R

Температура твердения °С	Твердение бетона (сутки)			
	7	14	28	90
– 5	30	50	70	90
– 10	20	35	55	70
– 15	10	25	35	50

Добавки вводят в виде водных растворов в процессе приготовления бетонных смесей в количестве 2...10% от массы цемента.

В качестве противоморозной добавки можно использовать:

– обычную пищевую соль, ее 5% водный раствор (на 40 л воды – 1 кг соли) замерзает при – 5 °С;

– раствор 6% пищевой соли и 9% хлорида кальция (ХК) (на 100 литров воды – 2,5 кг соли и 4 кг хлорида кальция) замерзает при – 15 °С.

В качестве противоморозных добавок применяют и другие соли: нитрит натрия (НН), нитрат кальция (НК), нитрит-нитрат кальция (ННК), поташ (П) и их соединения. Соли вводят в бетонную смесь только в виде водных растворов.

В настоящее время на рынке строительных материалов появилось достаточно много эффективных отечественных противоморозных добавок в жидком и в сухом виде, способ применения которых указывается в прилагаемых к ним описаниях.

Добавки вводят в виде водных растворов в процессе приготовления бетонной смеси.

Внимание! Высолы

Некоторые добавки, например, хлористые соли, ухудшают качество поверхности вследствие образования высолов – белесых трудно выводимых пятен. Поэтому их применение ограничено (фундамент, балки...). Кирпичная кладка, выполненная с применением подобных противоморозных добавок, хорошо заметна издалека.

Если в какой-либо местности вместо песка или щебня используются иные материалы, сходные по своему применению в качестве заполнителя, то в этих случаях неплохо сделать образцы будущей смеси.

Для этой цели можно изготовить небольшие емкости, обрезав верхушки пластиковых бутылок (**рис. 101**). Образцов желательно сделать несколько, с разными соста-

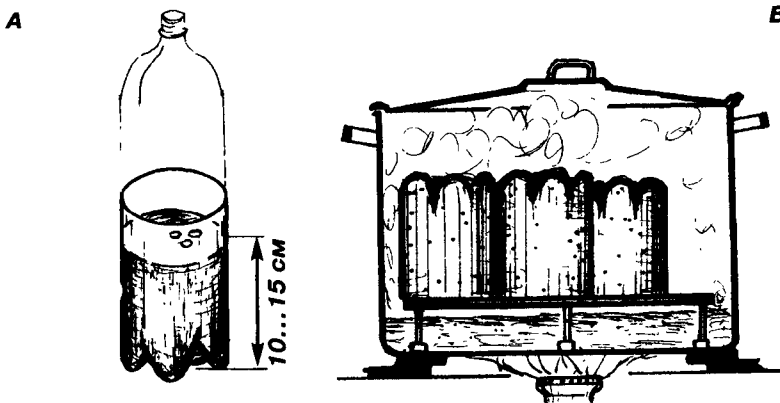


Рис. 101. Изготовление образцов бетонной смеси:
А – заполнение емкости смесью; **Б** – образцы в пропарочной камере

вами. Их следует пронумеровать (нацарапать на свежем растворе) и сделать запись о составе каждого образца в тетради, которую застройщик должен обязательно иметь.

Для ускорения созревания бетона на следующий день образцы можно освободить от емкости и поместить в пропарочную камеру. Для этой цели подойдет большая кастрюля с крышкой. На дно кастрюли наливается вода, образцы устанавливаются на невысокой подставке. На обычной плите кастрюлю с образцами разогревают до кипения воды и поддерживают это состояние в течение 8 часов, иногда подливая воду.

После такой пропарки образцы наберут прочность, соответствующую выдержке образцов в естественных условиях в течение 28 суток. Вынимайте образцы, разбивайте их молотком, оценивая их прочность. Более объективно это выполняется с применением эталонного молотка Кашкарова, оснащенного на конце подпружиненным шариком. Прочность бетона, по которому ударяют этим инструментом, оценивается диаметром следа от шарика.

3.5. СОСТАВ И СВОЙСТВА ПЕСКОБЕТОНА

Как уже пояснялось, тяжелые заполнители бетона вводят для экономии цемента. Бетонная смесь, в которой наполнителем служит только песок, для многих застройщиков может оказаться более приемлемой. Высокая стоимость щебня, усложнение дозирования смеси и повышенная вероятность её расслоения – не в пользу тяжелого бетона.

В последнее время и в индустриальном строительстве стал широко применяться пескобетон без тяжелых заполнителей. Чем это можно объяснить.

Львович К. Песчаный бетон: родина – Россия. – М.: НИИЖБ. Строинформ, 2001.

"...Известный уже более века песчаный бетон стал предметом систематических исследований с середины пятидесятых годов, что было связано, в первую очередь, с организацией производства железобетона в регионах, где отсутствуют месторождения крупного заполнителя..."

"...Песчаный бетон, как правило, обладает высоким физико-механическими характеристиками по сравнению с бетоном на крупном заполнителе..."

"...Бортовые камни из песчаного бетона, находившиеся 25 лет в эксплуатации, не имели следов разрушения, в то время как бортовые камни из тяжелого крупнозернистого бетона, изготавливаемые по традиционной технологии, разрушились через 2 – 3 года от размораживания".

"Песок — единственный заполнитель в песчаном бетоне, наиболее дешевый и повсеместно распространенный строительный материал, стоимость которого в России в 2 – 3 раза ниже стоимости щебня и в 6 – 8 раз керамзитового гравия..."

Каков же состав пескобетона?

Самый классический — цемент и песок 1 : 3.

Между прочим...

"...Марку цемента определяют по прочности на изгиб и сжатие трех образцов, изготовленных из пескобетона с весовым соотношением цемент : песок — 1 : 3.

Для изготовления образцов отвешивают 500 г портландцемента и 1500 г стандартного песка (модуль крупности $M_k=2,5...2,7$). Смесь перемешивают и заливают 200 г воды ($V/C=0,4$), тщательно перемешивают до получения однородной массы, закладывают в разъемную металлическую форму, предназначенную для формования трех образцов размерами 40 x 160 мм, и трамбуют. После выдержки в течение 28 суток при нормальных условиях (высокая влажность и температура 20 °С) образцы испытывают на сжатие. Цементу, образцы которого разрушились, например, при давлении 400 кг/см², присваивают, соответственно, марку 400..."

Эти материалы приведены как для застройщиков, осторожных и нерешительных по отношению ко всему новому, так и для строителей-консерваторов, которые отдают предпочтение традиционным материалам и технологиям, проверенным многими десятилетиями.

Организации, реализующие песок, часто предлагают песчано-гравийную смесь. Она несколько дороже песка, но значительно дешевле щебня. Применение такого наполнителя также позволяет снизить расход цемента. Застройщик, имеющий возможность выбрать песок любой фракции, должен знать, что для экономии цемента песок в своем составе должен иметь разные фракции. Чем больше будет это разнообразие, тем лучше.

Технологией ТИСЭ предусмотрено бетонирование фундамента без использования тяжелых заполнителей. Такой подход можно считать уместным, так как объем бетонирования при устройстве фундамента по ТИСЭ относительно невелик и экономия цемента от применения щебня может оказаться незначительной.

Возведение стен по технологии ТИСЭ выполняется с применением пескобетона повышенной жесткости. Формование пустотных стеновых блоков с применением опалубки ТИСЭ связано с ручной трамбовкой жесткой пескобетонной смеси. Распалубка осуществляется немедленно, сразу после трамбования.

Замена бетона со щебнем на пескобетон для многих индивидуальных застройщиков — хорошая возможность упростить и удешевить возведение фундамента и стен.

Жесткий бетон

Применение жесткой пескобетонной смеси в индивидуальном строительстве пока не столь распространено. Для многих начинающих и даже профессиональных строителей жесткий бетон — еще не освоенный материал. В последнее время на рынке строительных материалов появилось много изделий, изготовленных из пескобетона — тротуарные плитки, желоба систем водоотвода, бордюрные камни, черепица кровли и т. п. Все эти изделия формируются с применением жесткой пескоцементной смеси и рассчитаны на жесткие испытания морозами и влагой.

Афанасьев А. А. Бетонные работы. М.: Высшая школа, 1991.

"...Жесткие бетоны при хорошем уплотнении обладают большей прочностью, чем подвижные, при одном и том же расходе цемента. Применение жестких бетонов позволяет экономить 10...20% цемента.

Морозостойкость повышается при снижении В/Ц. В настоящее время созданы бетоны с морозостойкостью 600...800 циклов, например, бетоны на мелкозернистых заполнителях — песках.

Особо жесткие смеси используют при изготовлении изделий по технологии, предусматривающей их немедленную распалубку. Для повышения морозостойкости конструкций и увеличения их механических характеристик в дорожном строительстве применяют бетоны повышенной жесткости.

Для уплотнения жестких бетонных смесей при устройстве покрытий небольшой толщины используется трамбование. Применяют пневматические или ручные трамбовки. Смеси уплотняют слоями толщиной 10...15 см".

Подвижность цементного раствора без крупных фракций можно определить глубиной погружения в неё эталонного конуса (масса 300 г, высота 150 мм, угол при вершине 30°). Конус делают из жести, внутри него — свинцовая дробь (рис. 102).

В зависимости от назначения раствора могут иметь различную жесткость, характеризуемую разной глубиной погружения конуса:

- стеновые блоки по технологии ТИСЭ..... 2...4 см,
- бутовая кладка обыкновенная..... 4...6 см,
- заполнение швов в панельных домах..... 5...7 см,
- кладка из пустотелого кирпича..... 7...8 см,
- кладка из обыкновенного кирпича..... 9...13 см,
- штукатурные растворы..... 7...12 см.

Внимание

Жесткость и подвижность бетонной смеси с крупными наполнителями нельзя оценивать эталонным конусом. Щебень или галька будут мешать его полноценному внедрению, создавая несоответствие глубины погружения конуса с реальной подвижностью смеси.

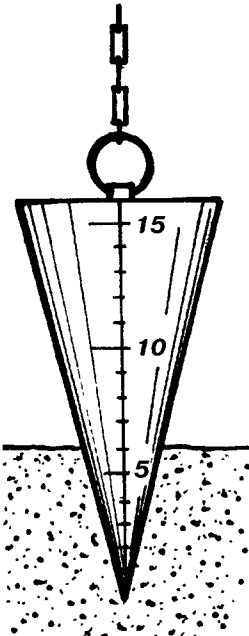


Рис. 102.
Эталонный конус

При формировании блоков по технологии ТИСЭ не обязательно прибегать к работе с эталонным конусом. Подвижность смеси должна быть такой, чтобы она после сжатия в руке сохранила свою форму, а на ладонях не осталось бы следов цементного молока (рис. 103).

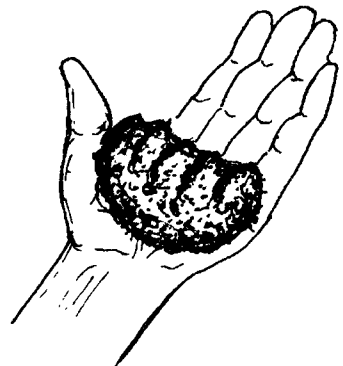


Рис. 103. "Ручная" оценка жесткости бетонной смеси

3.6. ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Приготовление бетонной смеси — достаточно трудоемкий процесс, требующий как больших физических затрат, так и хорошей организации работ. При выполнении

бетонных работ до 50...70% трудозатрат приходится на приготовление раствора. Застройщику следует отнестись к этому процессу с большим вниманием как на этапе выбора того или иного способа приготовления смеси, так и на этапе подготовки строительной площадки, оборудования и инструментов.

Существует ряд способов приготовления бетонной смеси, которые осуществляются механизированным или ручным методом. Не останавливаясь на промышленных заводских методах производства бетонной смеси, реализуемых на БСУ (бетонно-смесительных узлах), рассмотрим способы их приготовления непосредственно на строительной площадке.

Приготовление бетонной смеси механизированным способом может осуществляться бетоносмесителями гравитационного действия, основанными на свободном падении и перемешивании материала, и бетоносмесителями принудительного перемешивания (рис. 104).

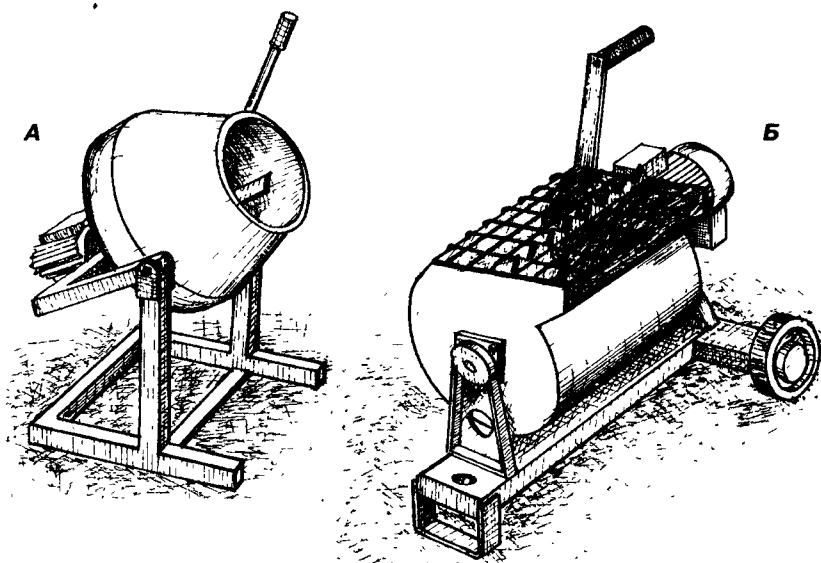


Рис. 104. Бетоносмесители:
А — гравитационный; Б — принудительный

Гравитационные бетоносмесители

В этих бетоносмесителях материал перемешивается в медленно вращающихся вокруг горизонтальной или наклонной оси смесительных барабанах, внутри которых закреплены короткие лопасти. Лопасти захватывают материал, поднимают его и при переходе в верхнее положение сбрасывают. В результате многократного подъема и падения обеспечивается перемешивание. В таких смесителях готовят подвижные пластичные смеси с крупным заполнителем из плотных пород. Данный тип бетоносмесителей считается достаточно простым и дешевым.

Наиболее распространенный объем "груши" гравитационного бетоносмесителя, используемый индивидуальными застройщиками, — 150...200 л. Его достоинства: относительно небольшая масса, удобство в работе и возможность питания от однофазной электрической сети.

В паспортных данных на бетоносмесители указывают как полный объем "груши", так и её загрузочную вместимость (суммарный объем сухих компонентов бетонной смеси, которые могут быть загружены в смеситель). При перемешивании мелкие компоненты смеси входят в межзерновые пустоты более крупных заполнителей (песок — в пустоты крупного заполнителя; цемент — в пустоты песка), поэтому объем приготовленной бетонной смеси составляет 0,6...0,7 от суммарного объема исходных сухих компонентов. Этот коэффициент называется коэффициентом выхода бетона.

Время перемешивания зависит от подвижности смеси и вместимости бетоносмесителя. Чем меньше подвижность смеси и больше вместимость бетоносмесителя, тем больше времени необходимо на перемешивание. В среднем это занимает 2...3 минуты. При увеличении времени перемешивания некоторые смеси могут расслоиться с выделением тяжелых фракций.

Приготовление подвижной смеси в гравитационном смесителе может осуществляться различными способами.

Первый. Перед закладкой компонентов во вращающийся барабан заливают всю воду. Это необходимо для того, чтобы освободить стенки от налипшей смеси, которая может быстро схватиться, затвердеть. Засыпают цемент, немного перемешивают, засыпают песок и перемешивают до получения однородной массы.

По другому способу сначала во вращающийся барабан загружают песок, который очищает емкость от предыдущего замеса. После загрузки барабана цементом создается пескоцементная сухая смесь. Затем барабан заливают водой. После замеса полноценной пескоцементной смеси в барабан закладывают щебень и после получения однородной массы завершают приготовление смеси.

Приготовление жесткой смеси (для возведения стен с опалубкой ТИСЭ) в гравитационном смесителе достаточно сложно, если не прибегнуть к каким-нибудь технологическим ухищрениям. Сложность перемешивания связана с тем, что густая смесь собирается в единый комок и перемещается в объеме смесителя без разрушения. Поэтому приготовление жесткой смеси в гравитационном смесителе может выполняться следующими нестандартными способами.

— В бетоносмеситель закладывают три-четыре булыжника, которые в процессе вращения своим падением разбивают жесткую смесь.

— В процесс перемешивания жесткой смеси деревянным или резиновым ударным инструментом стучат по корпусу-обечайке, стряхивая с лопастей залипшую бетонную смесь. Ось вращения барабана должна быть близкой к горизонтальному положению.

— В объеме смесителя между лопастями натягивают проволоку диаметром 1,5...2 мм с интервалом 6...7 см друг от друга, которая в процессе перемешивания будет "резать" комья жесткой смеси (**рис. 105**). В двухлопастных и в трехлопастных барабанах проволока натягивается между лопастями, как показано на рисунках (**рис. 105, а, б**). Подобная проволочная сетка может пересекать весь объем барабана в одной диаметральной плоскости (отверстия под проволоку сверлятся в стенках самого барабана) (**рис. 105, в**).

— Лопастя в смесителе снимают. В процессе вращения смесителя рабочая смесь перемешивается лопатой-веслом, заведенной в объем смесителя и удерживаемой вручную (**рис. 106**). В какой-то степени такой бетоносмеситель можно считать полуприпрудительным.

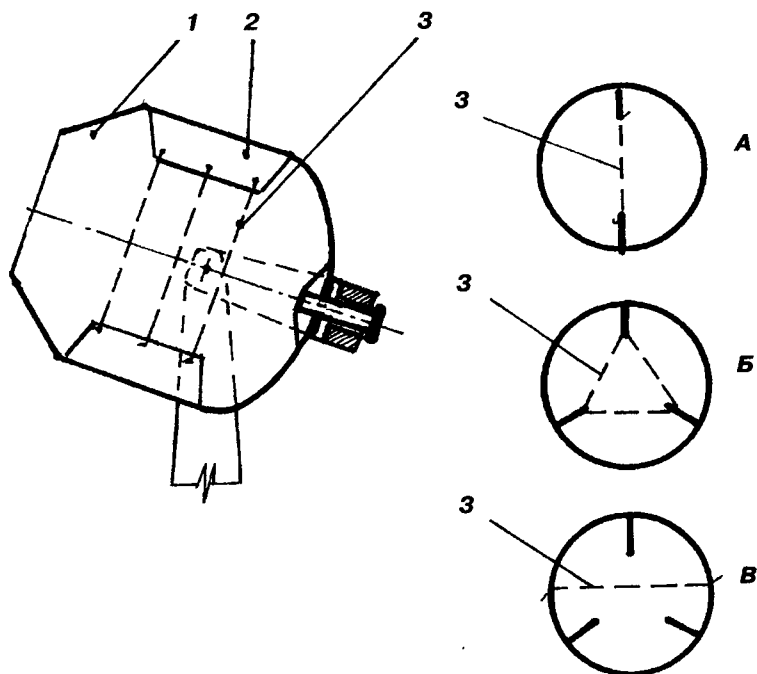


Рис. 105. Доработка смесителя для приготовления жестких смесей:
 А – двухлопастной смеситель; Б – трехлопастной смеситель; В – трехлопастной смеситель; 1 – емкость; 2 – лопасть; 3 – проволока

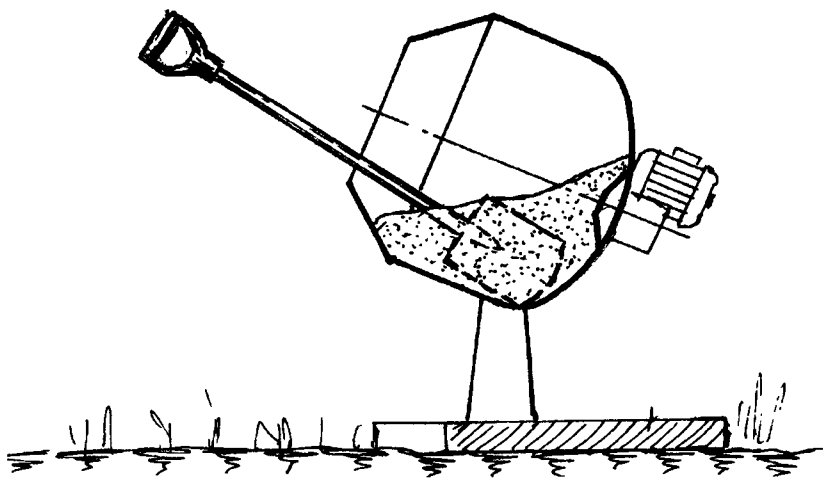


Рис. 106. Смеситель со снятыми лопастями

Бетоносмеситель принудительного перемешивания

Этот тип смесителей более универсален и способен перемешивать бетонные смеси любой подвижности с различными материалами и величиной фракций.

Приготовление смеси происходит в неподвижном корпусе с помощью вращающихся смесительных лопаток, скребков или лопастей. Смесители принудительного действия имеют разные конструктивные решения и принципы работы.

Наиболее распространен среди индивидуальных застройщиков принудительный бетоносмеситель с горизонтально расположенной осью вращения смесительных лопаток (рис. 104, б).

Если сравнивать два типа смесителей, то гравитационные получили более широкое распространение, нежели бетоносмесители принудительного действия. Они отличаются конструктивной простотой, меньшей металлоемкостью и энергоемкостью. Хотя процесс перемешивания в них более длительный (в 1,5...2 раза), чем в бетоносмесителях принудительного действия. В принудительных смесителях жесткая смесь готовится свободно, без каких-либо конструктивных или технологических доработок.

Приготовление бетонной смеси вручную

Среди индивидуальных застройщиков приготовление бетонной смеси вручную выполняется достаточно часто. Это связано не только с ограниченными финансовыми возможностями, не позволяющими приобретать дорогую строительную технику. Приготовление смеси вручную в отдельных случаях может оказаться более оправданным, чем механизированные её варианты.

Приготовление бетонных растворов вручную может выполняться несколькими способами.

На двух листах жести гарцеванием

Сначала на листы железа (два листа оцинкованного железа 1x2 м), чуть с краю, высыпается половина порции песка, затем сверху — цемент, а потом досыпается оставшаяся часть песка. Из этой горки смеси рядом возводится другая горка. В процессе такой переброски смесь перемешивается. После двух-трех таких перелопачиваний она получается достаточно однородной (рис. 107).

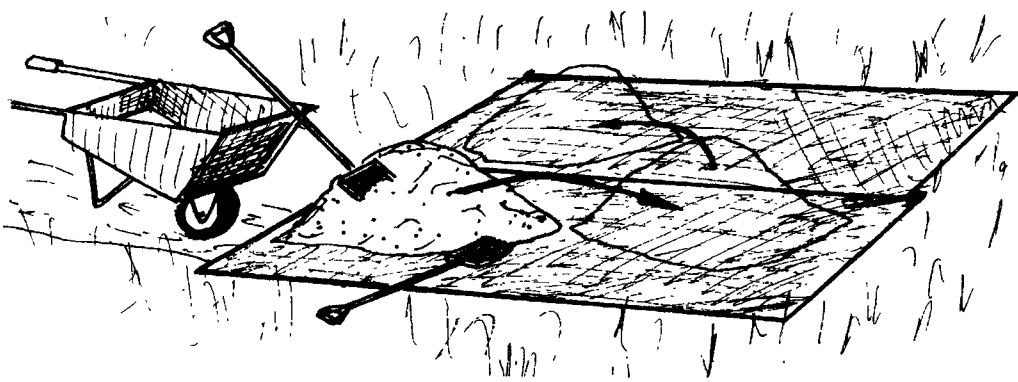


Рис. 107. Приготовление бетонной смеси гарцеванием

Перемешивание полученной смеси с водой можно производить в следующей последовательности (рис. 108).

В смеси делают лунку и заливают её из лейки водой (треть объема воды), после чего увлажненный слой раствора снимают лопатой и складывают рядом.

Делают в горке новую лунку и заливают её из лейки второй третью воды. Затем так же, как и в первый раз, насыщенный водой слой снимают и перекладывают на первую отложенную часть увлажненного раствора.

Оставшуюся смесь разравнивают и проливают равномерно последней третью воды.

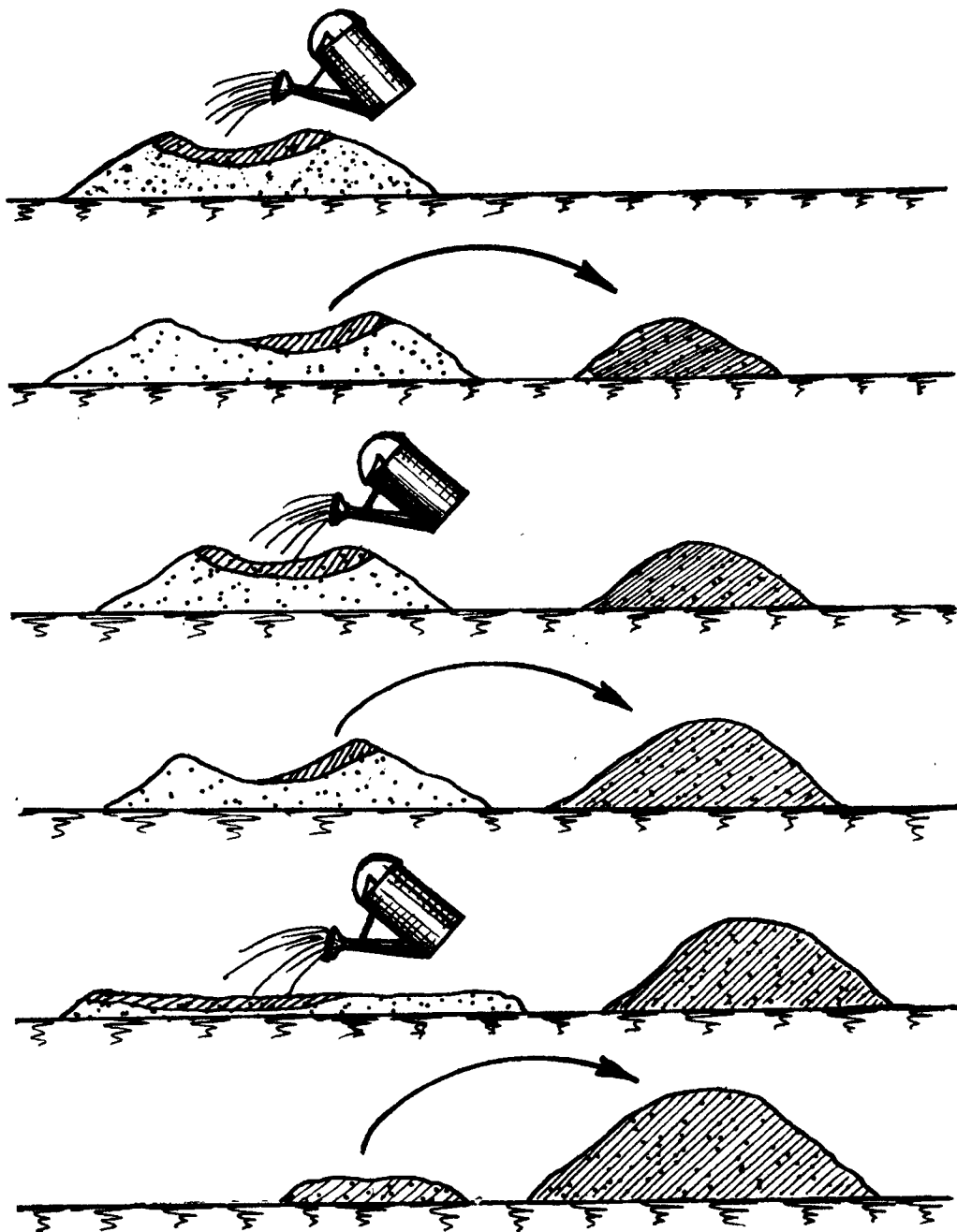


Рис. 108. Ручное перемешивание сухой смеси с водой

Завершают процесс перемешивания смеси с водой формированием общей горки готового увлажненного раствора.

После этого разравнивают смесь, засыпают её щебнем и перелопачивают два-три раза.

Такая технология приготовления смеси достаточно производительна. Она была применена на подмосковной строительной площадке при создании плиты фундамента, монолитного перекрытия подвала, а также при возведении стен по технологии ТИСЭ. На приготовление бетонной смеси двумя рабочими уходило четыре тачки песка со щебнем и один мешок цемента. Само перемешивание занимало не более 20 минут.

На двух листах жести "ковровым" способом

На два листа жести размерами 1x2 м насыпают слой песка в количестве, рассчитанном на один мешок цемента. Цементную дорожку располагают в середине. Толщина слоев 5 – 10 см (рис. 109, а).

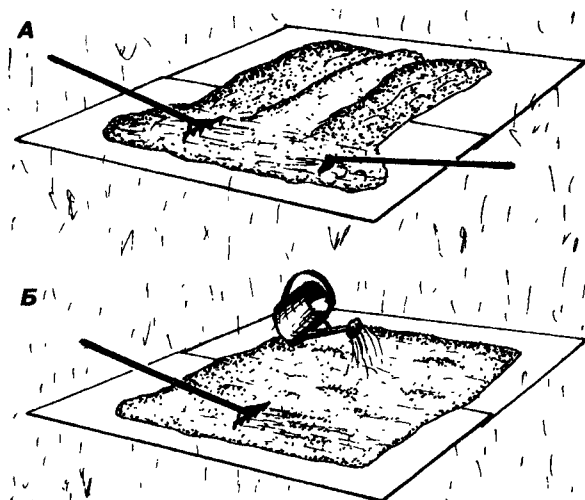


Рис. 109. Приготовление бетонной смеси "ковровым" методом:

А – сухое перемешивание; Б – увлажнение сухой смеси

Работая тяпками или граблями с редкими жесткими зубьями в поперечном направлении, смесь перемешивают. Лучше это выполнять вдвоем с двух сторон листа. Застройщик, имеющий возможность выполнять сварочные работы, может изготовить такие грабли самостоятельно, используя стальную полосу 25x4 мм (рис. 110).

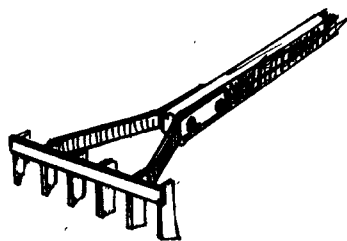


Рис. 110. Растворные грабли

Если слой сухой смеси тонкий, то грабли можно развернуть зубьями вверх. Проливать сухую смесь водой лучше с помощью лейки (рис. 109, б) и в два этапа. Первую половину требуемого объема воды равномерно распределяют по поверхности "ковра" и перемешивают слои граблями или мотыгой. После этого разравнивают слой раствора и повторяют увлажнение с остальной частью воды. После перемешивания слой раствора собирают в горку готовой бетонной смеси. Объем воды, требуемый для одного замеса, определяется заранее.

Скорость приготовления смеси таким методом почти как в гравитационном смесителе, но работа более трудоемкая.

В желобообразном бойке

Более удобный вариант приготовления смеси можно реализовать на бойке, выполненном с использованием листа жести 1x2 м (рис. 111). Отсутствие внутренних углов в такой емкости и высокое расположение смеси упрощает процесс её приготовления и разгрузки, делает работу более удобной, позволяя снизить уровень прилагаемых физических нагрузок. Готовить смесь можно граблями, мотыгами или тяпками. Сначала на боек высыпается песок, а на него – цемент. Смесь перемешивается до равномерного серого цвета, после этого разравнивается. Посередине делается

углубление, куда и заливается в два-три приема вся вода. После получения однородной массы в два приема засыпается щебень, и смесь перемешивается до степени готовности.

В корытообразном бойке

Такой боек достаточно прост и легок. Для его изготовления потребуется лист жести 1х2 м и обрезные доски шириной 18...20 см (рис. 112). Из-за своей простоты

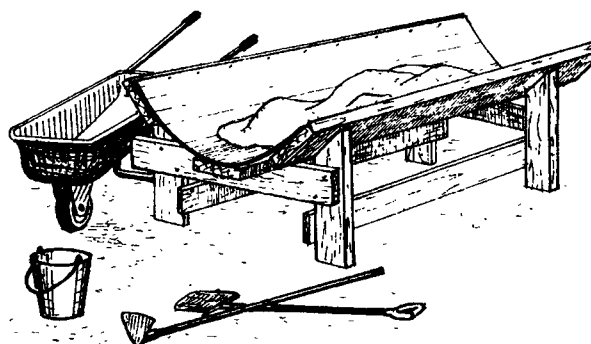


Рис. 111. Приготовление бетонной смеси в желобообразном бойке

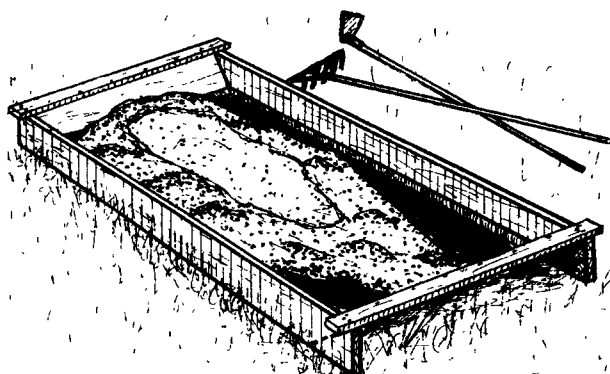


Рис. 112. Приготовление бетонной смеси в корытообразном бойке

такая конструкция наиболее распространена среди индивидуальных застройщиков. Боек удобно переносить с места на место, обеспечивая максимальную близость растворного узла к зоне формирования. Кроме того, в процессе приготовления смеси вода из него никуда не просачивается, обеспечивая точную дозировку смеси, исключая потерю цементного молока.

Приготовление смеси в непосредственной близости от зоны формирования особенно целесообразно при работе в жарких условиях, при которых смесь после затворения её водой быстро схватывается.

Преимущества ручного приготовления бетонной смеси относительно механизированного способа:

- оснастка дешевле и надежней в работе;
- возможно сразу использовать целый мешок цемента (50 кг), что существенно упрощает процесс дозирования смеси;
- загрузка компонентов смеси удобней;
- не требуется электричество, нет необходимости в прокладке к растворному узлу питающих электрических кабелей; снижена вероятность поражения электрическим током;
- оборудование легко переносимо, отчего приготовление смеси можно выполнять в любом месте строительной площадки;
- оборудование просто в обслуживании, его легко чистить и ремонтировать.

3.7. УХОД ЗА СОЗРЕВАЮЩИМ БЕТОНОМ

Чтобы свежесложенный бетон получил требуемую прочность в назначенный срок, за ним необходим правильный уход: поддержание его во влажном состоянии, предохранение от сотрясений, повреждений, ударов, а также от резких перепадов

температур. Нарушение режима ухода может привести к получению низкого качества и непригодного для эксплуатации бетона, а иногда — к разрушению конструкции. Особенно важен уход за бетоном в течение первых дней после бетонирования. Недостатки ухода в это время могут настолько ухудшить качество бетона, что практически их нельзя будет исправить в дальнейшем.

Прочность бетона и его морозостойкость определяются не только маркой цемента или составом наполнителей, но и тем, в каких условиях, при какой влажности проходил процесс его созревания. В жарких климатических условиях влажностному уходу за созревающим бетоном необходимо уделять особое внимание.

Приведенный ниже график показывает, что если бетон оставили на открытом воздухе без увлажнения, то его прочность снижается почти вдвое (рис. 113).

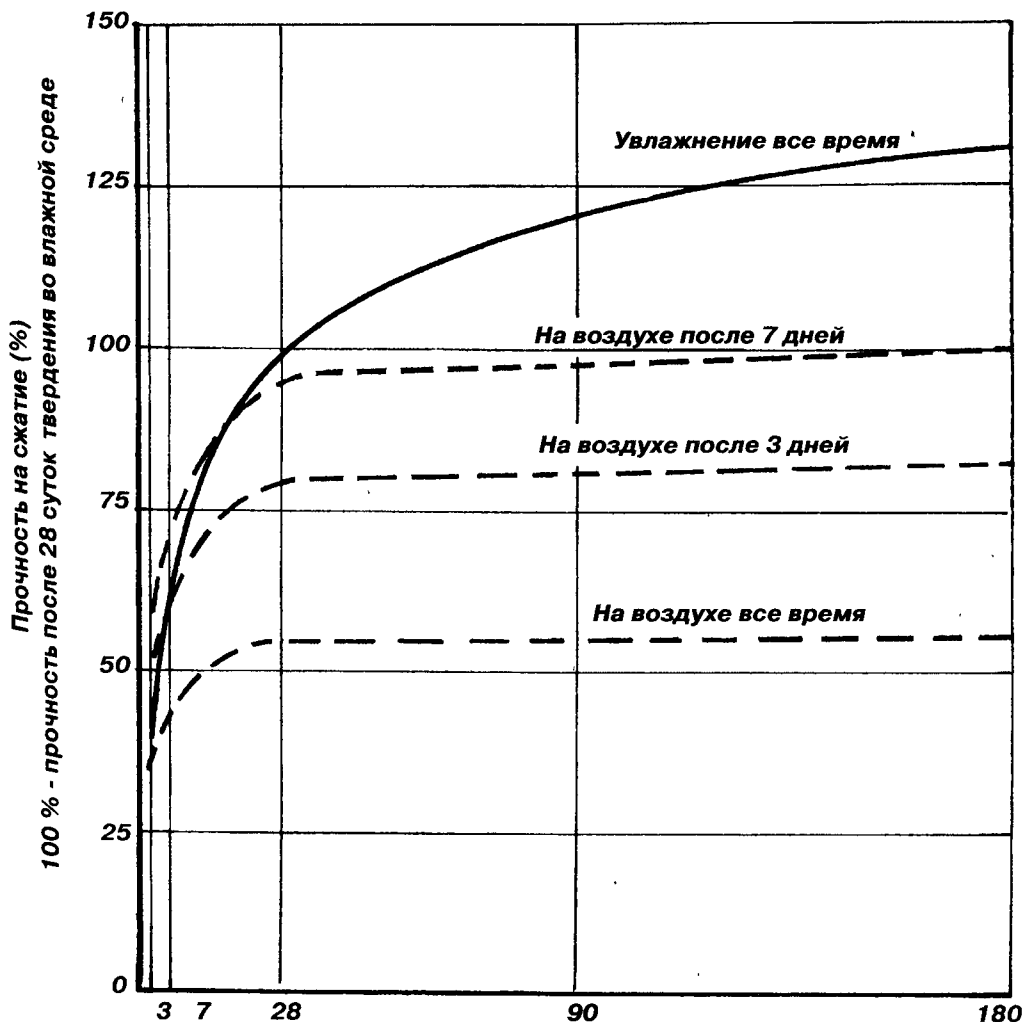


Рис. 113. График зависимости прочности бетона от влажности среды в процессе созревания бетонной массы

Из графика также видно, что уход за бетоном можно закончить уже через неделю.

Сохранение влажности в бетоне можно осуществлять, как отмечалось, постоянно увлажняя его, а также укрывая намокаемым материалом (мешковиной, соломой, опилками, землей, песком...) или ограничивая потерю влаги (для этого закрепляют гидроизоляцию на внутренней поверхности опалубки и накрывают созревающий бетон полиэтиленовой пленкой).

Другой способ сохранения влажности — покрытие поверхности созревающего бетона водонепроницаемыми пленками (масляные краски, клей ПВА, битумная мастика, жидкое стекло...).

Влажность из бетонного массива может уйти и за счет капиллярного эффекта, который возникает при контакте созревающего бетона с влагопоглощающим материалом. Именно поэтому перед формированием очередного стенового блока по технологии ТИСЭ нижний ряд блоков обязательно увлажняют. По этой же причине под лентой фундамента, отливаемого в опалубке, прокладывают гидроизолирующий материал (толь, пергамин, полиэтиленовая пленка...). Это позволяет избежать потери цементного молока, создает условия для полноценного созревания бетона.

Необходимость в дополнительном увлажнении созревающего бетона легко оценивается визуально: влажный бывает темно-серого цвета, а с недостаточной влажностью — светло-серый. Если бетон накрыт полиэтиленовой пленкой, то наличие конденсата с ее внутренней стороны — это гарантия 100% влажности.

При возведении фундамента по технологии ТИСЭ при высоком уровне грунтовых вод у застройщиков возникают сомнения в качестве созревающего бетонного массива фундаментных столбов. Спешим их успокоить: подобные условия для созревания бетона — почти идеальные.

Другое дело — создание фундаментных столбов в сухом глинистом или песчаном грунте. В этом случае грунт около столбов следует увлажнять в течение первых пяти дней — выливать ведро воды в кольцевую ямку, созданную вокруг столба. Хотя в большинстве случаев реальная влажность грунта вполне подходит для созревания бетона, даже если создается впечатление сухого грунта.

Еще проблема, которая может возникнуть у застройщика, — предохранение созревающего бетона от промерзания.

Достаточно часто холода застают нас неожиданно. Что же делать, если смесь не содержала противоморозных добавок, а синоптики грозят заморозками? Первое средство — укрыть выступающие бетонные массивы пленкой, засыпать их опилками, песком или грунтом. Второе — пролить созревающий бетон соевым раствором (пачка поваренной соли на три ведра воды). Это надо делать до промерзания, а не после — когда уже ничем не поможешь. Вместо соли лучше применить готовые противоморозные составы, реализуемые на строительном рынке.

3.8. АРМИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Бетон имеет существенный недостаток, присущий всем каменным материалам искусственного и естественного происхождения: он хорошо работает на сжатие, но плохо сопротивляется изгибу и растяжению. Прочность бетона на растяжение составляет всего 7...10% его прочности на сжатие. Чтобы повысить прочность бетона на растяжение и изгиб, в него укладывают стальную проволоку или стержни, называемые арматурой. Арматура с латинского означает "вооружение". Бетон, вооруженный арматурой, способен на многое.

Немного истории

Цемент изобрели в 1824 – 1825 гг. практически одновременно, независимо друг от друга Егор Челиев в России и Джозеф Аспдин в Англии. Производство цемента и использование бетона быстро совершенствовалось и развивалось, но оставался существенный недостаток – плохое сопротивление бетона растяжению.

Открытие железобетона принадлежит парижскому садовнику Иосифу Монье, который решил вместо деревянных кадок для цветов сделать бетонные. Для прочности он уложил в бетон проволоку. Получились очень долговечные изделия. Так появился железобетон (патент от 1867 г.), в котором бетон и сталь дополняли друг друга. Металл предотвращал появление трещин при растяжении, а бетон защищал сталь от коррозии. Попытки создать железобетон предпринимались и раньше (1845 – В. Уилкинсон, Англия; 1849 – Г.Е. Паукер, Россия). Первые железобетонные конструкции появились в 1885 г.

Железобетон – это не два разнородных материала (бетон и сталь), а новый материал, в котором сталь и бетон работают совместно, помогая друг другу. Это объясняется следующими причинами.

Прочность сцепления арматуры с бетоном достаточно велика. Так, чтобы выдернуть из бетона прутки диаметром 12 мм, введенный на глубину 300 мм, потребуется сила не менее 400 кг. Сцепление стали с бетоном не нарушается и при сильных перепадах температур, так как коэффициенты их теплового расширения почти одинаковы.

Модуль упругости стали почти в 10 раз выше, чем бетона. То есть при совместной работе бетона со сталью напряжения стали в 10 раз выше, чем бетона, что ведет к перераспределению нагрузок, действующих в растянутой зоне балок. Основную нагрузку в растянутой зоне балки несет сталь, а в сжатой – бетон.

Бетон, благодаря своей плотности и водонепроницаемости, с одной стороны, и щелочной реакции цементного камня, с другой, защищает сталь от коррозии (пассивирование).

Кроме того, бетон, как сравнительно плохой проводник тепла, защищает сталь от сильного нагревания при пожарах. При температуре поверхности бетона в 1000⁰С арматура, находящаяся на глубине 50 мм, через 2 часа нагреется лишь до 500⁰С.

При работе железобетонной конструкции на изгиб на предельных значениях нагрузки в растянутой зоне бетона могут возникнуть трещины толщиной менее 0,1...0,2 мм (так называемые волосяные трещины), которые не опасны с точки зрения сцепления арматуры с бетоном и коррозии металла.

Для того чтобы арматура быстрее включалась в работу бетона, её выпускают с рельефной поверхностью, снабжая насечками различной конфигурации. Железобетонная конструкция будет работать лучше, если основные силовые прутки арматурного каркаса будут соединены в единую сварную конструкцию с поперечными связями.

Цель армирования можно пояснить на железобетонных изделиях, работающих на изгиб, которые достаточно широко применяются в строительной практике. Балки над проемами окон и дверей, железобетонные панели и плиты перекрытия, балки и ригеля мостов и цеховых построек можно отнести к этой категории строительных изделий.

Немного "сопромата"

"Сопромат" – сопротивление материалов – наука о прочности конструкций. Любая конструкция, на которую действуют силы, испытывает внутренние напряжения, соответствующие величине и направлению действия этих сил. Задача проектировщиков – создать такую конструкцию, в которой уровень внутренних напряжений не будет выше тех, которые способны выдержать используемые материалы,

а деформации конструкции не превысят допустимую величину.

Если взять бетонную балку, нагруженную какими-либо силами, например, распределенной нагрузкой (q) (рис. 114, а), то в ней одновременно действуют напряжения двух видов: нормальные (σ) и сдвиговые (τ). Следует заметить, что величина этих напряжений меняется не только по длине балки, но и по высоте её поперечного сечения.

По длине балки, в каждом её поперечном сечении, напряженное состояние от воздействия внешних нагрузок может быть приравнено к одновременному действию двух нагружений — изгибающего момента (M изг) и перерезывающей силы (Q), величина которых в каждом сечении балки рассчитывается по определенным формулам "сопромата".

Наибольшая величина изгибающего момента будет в середине балки. К концам она будет уменьшаться до нуля. Графическое изображение такого изменения называется *эпурой изгибающих моментов M изг* (рис. 114, в).

Эпура перерезывающих сил Q (рис. 114, г) показывает, что наибольшая их величина приходится как раз на опоры, на которые опирается балка.

Что же происходит с такой балкой?

От действия изгибающего момента в ней возникают нормальные напряжения (сжатие-растяжение), которые по высоте сечения меняются от наибольшего сжатия вверху до наибольшего растяжения внизу. В нейтральной средней зоне поперечного сечения нормальные напряжения — нулевые. Наибольшие напряжения от изгибающего момента будут в середине пролета. Если бетон "не вооружен" арматурой, то внизу, в зоне действия растягивающих напряжений, могут возникнуть трещины (рис. 114, а).

В зоне действия максимальных перерезывающих сил возникают наибольшие касательные напряжения. Обращаем внимание любителей "сопромата" на то, что касательные напряжения создают в теле балки напряженное состояние, которое характеризуется одновременным действием нормальных напряжений сжатия и растяжения, ориен-

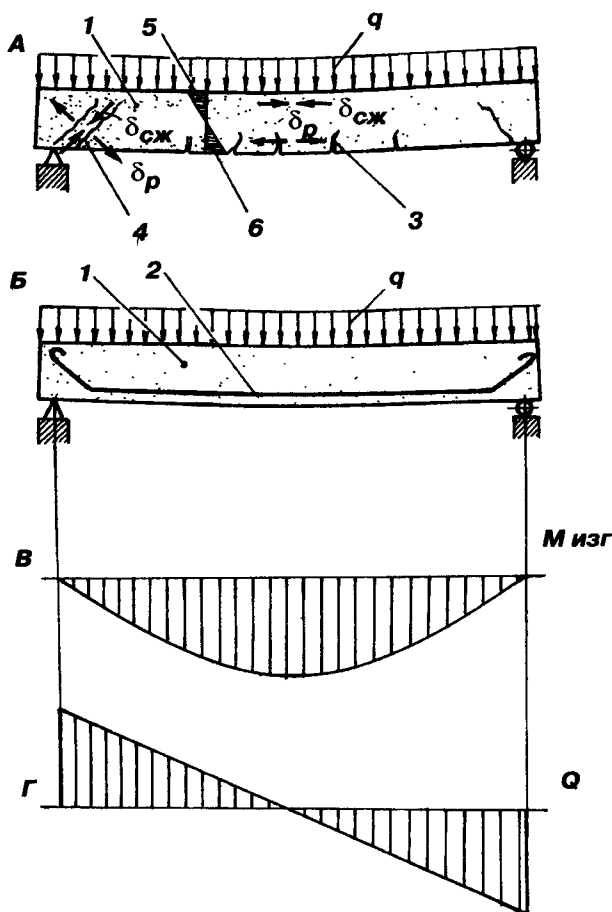


Рис. 114. Балка под нагрузкой "Р" и напряжения в ней:

- А — неармированная балка; Б — армированная балка; В — эпюра изгибающих моментов;
- Г — эпюра перерезывающих сил;
- 1 — бетонная балка; 2 — арматура; 3 — трещина от изгиба балки; 4 — трещина от перерезывающей силы; 5 — напряжения сжатия;
- 6 — напряжения растяжения

тированных к горизонтали под углом в 45° . Растягивающая составляющая напряжений в зоне опор может спровоцировать появление наклонных трещин (рис. 114, а).

Армирование балки стальными прутками, усиливающими бетонный массив в зоне наибольших растягивающих напряжений в середине пролета и около опор, позволяет создать жесткую и прочную железобетонную конструкцию (рис. 114, б).

Внимание!

Растягивающие напряжения в балках около опор могут быть причиной возникновения наклонных трещин только при относительно большом расстоянии между опорами и малой толщине балки (плиты перекрытий, длинные надоконные перемычки, балки или ригеля мостов и т.п.). Поэтому при армировании лент фундамента или стен дома наклонные отгибы арматуры в зоне опор можно не выполнять.

Где лучше располагать арматуру

Наибольшая эффективность арматуры при изгибающих нагрузках создается при её расположении в зоне максимальных деформаций от растягивающих напряжений, как можно ближе к краю. Но бетон должен защищать арматуру от коррозии, да и обжатие арматуры бетоном должно быть полноценным со всех сторон. Поэтому арматуру располагают в массиве бетона не ближе 3...5 см от поверхности железобетонного изделия, притом чем плотнее бетон, тем меньше может быть это расстояние.

Напряженный бетон

Использование прутков повышенной прочности в качестве арматуры полностью не реализует их потенциальные возможности. При полном их нагружении растяжением в массиве бетона возникают относительно широкие трещины, снижающие коррозионностойкость арматуры. Для повышения эффективности ее работы процесс бетонирования и созревания бетона происходит при натянутой арматуре. Таким образом создается напряженный бетон, находящийся в сжатом состоянии и при отсутствии нагрузок.

Применение метода предварительного натяжения позволяет повысить эффективность работы арматуры и всей железобетонной конструкции. В толще бетона натянутая арматура создает напряжения сжатия, которые после сложения с напряжениями изгиба, действующими на конструкцию, образуют относительно небольшую составляющую напряжений растяжения (рис. 115, а).

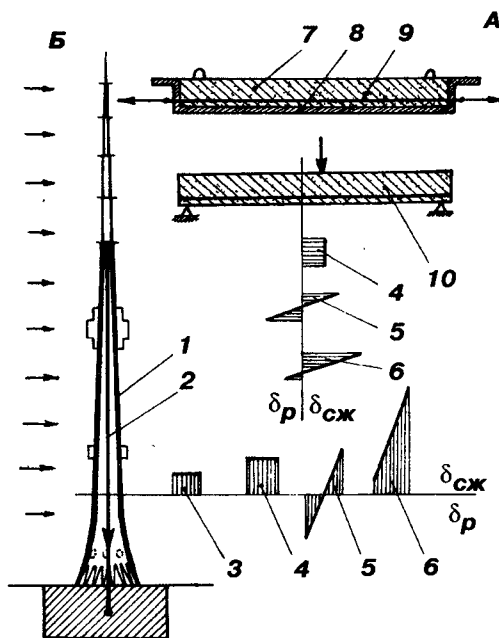


Рис. 115. Примеры напряженного бетона:

- А — балка; Б — Останкинская телебашня;
- 1 — бетонное основание телебашни;
- 2 — трос натяжения; 3 — напряжение от веса;
- 4 — напряжение от натяжения троса; 5 — напряжения от изгиба; 6 — суммарное напряжение в поперечном сечении;
- 7 — бетон; 8 — форма; 9 — арматура в растянутом состоянии; 10 — железобетонная балка под нагрузкой

Это интересно

Останкинская телебашня в Москве построена в начале 70-х годов прошлого века. Тонкой иглой башня пронизывает московское небо, поражая воображение. Невольно задаешься вопросом: как такая тонкая конструкция выдерживает ветровую нагрузку? Основная часть телебашни выполнена в виде трубы переменного сечения, отлитой из высокопрочного железобетона. Внутри трубы натянуты мощные тросы, нагружающие массив бетона сжатием и исключаящие появление растягивающих напряжений в бетоне при изгибе башни от ветровых нагрузок (рис. 115, б). За натяжением тросов специалисты ведут тщательное наблюдение.

В предварительно напряженных железобетонных конструкциях более полно используются прочность стали и бетона, поэтому уменьшается масса изделий. Кроме того, предварительное обжатие бетона, препятствуя образованию трещин, повышает его долговечность. Железнодорожные шпалы, сделанные по такой технологии, обладают весьма высоким ресурсом при эксплуатации в самых суровых климатических условиях.

Арматура

Прутки арматуры и сварные арматурные сетки используются в производстве железобетонных изделий на заводах ЖБИ и при бетонировании, выполняемом непосредственно на строительной площадке (устройство фундамента, армирование стен, создание бетонных перекрытий и надоконных перемычек, бетонирование дорог и устройство отмостки...).

В зависимости от механических свойств и технологии изготовления арматура делится на классы и обозначается следующими буквами:

А – стержневая арматура;

В – проволока;

К – канаты.

Для обеспечения максимальной экономии целесообразно применять арматуру с наиболее высокими механическими свойствами.

Индустриализация арматурных работ успешно решается за счет широкого применения сварных сеток, плоских и объемных сварных каркасов.

Металлургическая промышленность выпускает прутки арматуры диаметром от 5,5 до 40 мм. Следует учитывать, что применение арматуры большого диаметра (больше 12 мм) в условиях индивидуального строительства нельзя считать оправданным. Большие поперечные сечения арматуры используются при больших пролетах балок, которые встречаются лишь в индустриальном строительстве. Подобное ограничение связано с тем, что арматура в процессе работы бетонной конструкции загружается растягивающими напряжениями. Арматура больших сечений при небольших габаритах строений не успевает загрузиться в полной мере, из-за чего полноценной совместной работы бетона и арматуры не происходит. Оптимальный диаметр прутков в условиях индивидуального строительства – 6...12 мм (армирование фундамента и стен, создание сейсмопояса).

Планируя выполнить стык прутков арматуры, индивидуальные застройщики не всегда хотят связываться с проведением сварочных работ. Простой перехлест арматуры на длине больше 60 диаметров прутков – достаточное условие для их соединения. Например, при диаметре прутков 12 мм, перехлест прутков должен быть не менее 72 см. Если законцовки прутков загнуть, то длину перехлеста можно уменьшить в два-три раза.

Достаточно часто застройщики применяют для армирования бетонных конструкций тот металл, который у них есть, или тот, который им предлагают знакомые.

Да, металл сейчас дорогой и такой подход к подбору арматуры вполне понятен. Но в этом есть некоторые ограничения.

Что нельзя применять для армирования:

- алюминиевые прутки (низкий модуль упругости и отсутствие сцепления с бетоном);
- листовую полосовую сталь (провоцирует появление трещин в плоскости листового материала при относительно малой площади поперечного сечения, слабое сцепление металла с бетоном по плоскости);
- полосы листового материала с просечками — отходы штамповочного производства (совсем малое реальное поперечное сечение арматуры);
- сетка-рабица (обладая свойствами пружины, никак не может выполнять армирующую роль);
- трубы, оставшиеся после демонтажа газопроводов, систем водоснабжения или центрального отопления (в полости труб может скапливаться вода, которая при замерзании разрушит трубу и бетон);
- массивные профили в виде уголков, швеллеров, двутавров или рельсов (большая площадь сечения и относительно слабое сцепление бетона с плоскими участками металла затрудняют включение металла в работу, мешают созданию единой структуры железобетона);
- прутки арматуры длиной меньше 1 м (не успевают включиться в работу).

Если арматура покрыта краской, жировыми или масляными пленками — все это необходимо снять, чтобы обеспечить хорошее сцепление металла с бетоном.

В последнее время в качестве арматуры в железобетонных конструкциях стали использовать изделия из стеклопластика и пластика с базальтовыми волокнами.

Арматурная сетка из стеклянных волокон, пропитанная битумом, используется для армирования асфальтобетонных покрытий и дорог, аэродромных покрытий, а также при проведении дорожных ремонтно-восстановительных работ. Выпускается по ТУ 2296-041-00204949-95. В технологии ТИСЭ применяется для армирования стен.

Лента выпускается в рулонах (75-80м) шириной 1 м. Ячейка — 25x25 мм. Разрывная прочность — 4 тонны на метр ширины. Сетка удобна в транспортировке и в раскрое (режется обычными ножницами), не создает "мостков холода", не ржавеет, инертна к электромагнитному излучению.

Гибкие связи из базальтовых волокон — прутки диаметром 5...8 мм с загнутыми законцовками. Длина гибкой связи согласуется с изготовителем. Прочная и жесткая гибкая связь не подвержена коррозии, хорошо стоит в бетоне, не создает "мостка холода". В технологии ТИСЭ применяется при возведении трехслойных стен без "мостков холода".

Замена металлического армирования стен на неметаллическое дает возможность сохранить природный электромагнитный фон Земли и тем самым улучшить экологическую среду в доме.

ЧАСТЬ 2. ФУНДАМЕНТЫ ПО ТЕХНОЛОГИИ ТИСЭ

ГЛАВА 4. О ТЕХНОЛОГИИ ТИСЭ

Конец XX века. В России идет "перестройка", изменяются общественные отношения и экономика, ломаются стереотипы социализма, меняются судьбы людей. Всё пришло в движение. Индивидуальное строительство, обретя свободу от административных и материальных ограничений, получило сильный импульс в своем развитии, стало энергично развиваться на всей территории России.

Огромная армия специалистов, работавших в "оборонке", также освободилась, была отпущена на "вольные хлеба", на поиск работы, на применение своих способностей уже в новой России. И автор не избежал этой участи. После участия в конструировании пассажирского самолета Ил-86, многоразового космического самолета "Буран", дирижабля и иных разработок, не связанных с авиацией, область для творчества была найдена в наиболее востребованном направлении — в создании оборудования для индивидуального строительства. Практический опыт проектирования прочных и надежных авиационных конструкций помог в разработке технологии индивидуального строительства ТИСЭ, доступной для большинства застройщиков (рис. 116).

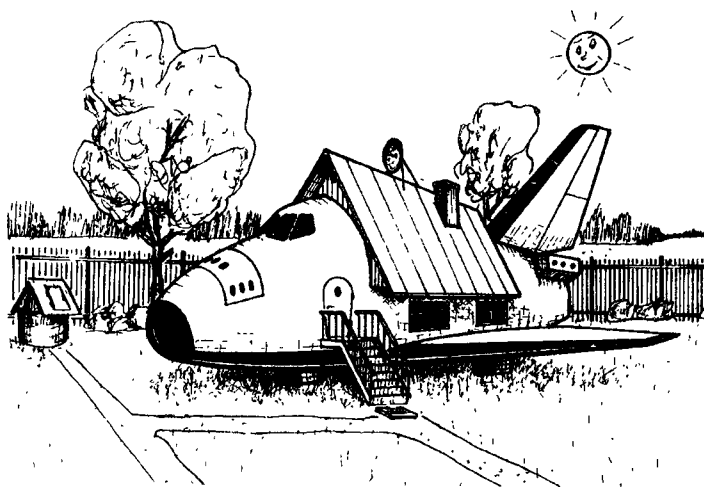


Рис. 116. Самолет и дом создают по одним и тем же формулам строительной механики

В чем суть новой технологии?

Несмотря на то, что индивидуальное строительство стало быстро развиваться, оно было доступно только людям с высоким уровнем достатка. А как быть остальным, семьям со скромными возможностями? Широко рекламируемые отечественные и импортные "дорогие" строительные технологии не смогли дать на этот вопрос положительного ответа. Решить эту задачу можно было только с созданием такой технологии индивидуального строительства жилого дома, которая обходилась бы застройщику дешевле не на 30 — 40%, а в 3 — 4 раза. Непременным условием такого жилья должно быть обеспечение высокого уровня комфорта, экологической безопасности и энергосбережения жилья.

Какой же путь следовало выбрать для достижения этой цели?

Известно, что основная стоимость строительства заложена в приобретении строительных материалов в виде стеновых блоков, кирпичей, фундаментных блоков, готовых смесей, бетонного раствора и т. п., а также в стоимости самого строительства. Определенная часть затрат связана и с созданием самого проекта дома. Все это оплачивается теми, кто решил построить себе дом. Ни на каком этапе этого процесса своими силами снизить цену строительства невозможно, т. к. везде работают профессионалы или мощная дорогая техника. Кроме этого немалые затраты требуются застройщикам и при эксплуатации жилья: на отопление, на проведение ремонтно-восстановительных и профилактических работ.

На начальном этапе автор поставил перед собой задачу создания компактного дешевого устройства для изготовления пустотных стеновых блоков непосредственно на строительной площадке. По самым скромным подсчетам такие стеновые блоки обходились бы застройщикам в 3 — 4 раза дешевле покупных изделий.

Работа началась с создания в 1990 году серии небольших устройств, в которых смесь уплотнялась или виброплощадкой, или роликом (заявки на патенты № 4917318/33, 4950507/33, 5002351/33 и 5009549/33).

К сожалению, а может быть, и к счастью, результаты испытаний показали, что отформованные блоки не имели стабильных характеристик, да и сами устройства оказались достаточно сложными и громоздкими.

Существенный сдвиг произошел с разработкой достаточно простого устройства (патент России № 2004434, 1991), в котором жесткая смесь песка и цемента уплотнялась ручной трамбовкой (рис. 117).

При повороте боковых рукояток устройства вниз форма с отформованным блоком поднималась вверх относительно неподвижных пустообразователей. Далее форма с блоком переносилась на ровное место (блок лежал на трех съемных поперечных штырях), где и производилась его окончательная

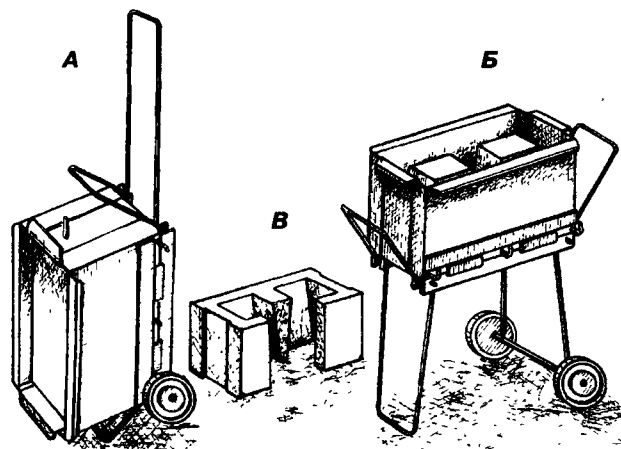


Рис. 117. Первая опалубка ТИСЭ:

А — в транспортном положении;

Б — в рабочем положении; В — стеновой блок

распалубка. В транспортном положении устройство трансформировалось в тележку.

Блок со стандартными размерами (19x19x39 см) обходился застройщику, как и ожидалось, в 3 – 4 раза дешевле покупного. Цикл формирования одного блока составлял 5 – 7 минут. Вес опалубки – 25 кг.

С целью продвижения этой разработки на рынке строительных технологий была создана фирма "ТИСЭ" (свидетельство о регистрации от 29 января 1992 года).

ТИСЭ – Технология Индивидуального Строительства и Экология

Поиск простой и доступной технологии продолжался.

В мае 1992 г. автором был разработан модуль ТИСЭ (рис. 118) – компактная переставная опалубка для формирования пустотных блоков непосредственно в стене без подстилающего раствора (патенты России № 2044855 и № 2097509). Действительно, зачем формировать стеновые блоки отдельно, если основная цель застройщика – возводить стены. Возведение стен весьма упростилось и могло осуществляться самим застройщиком, не обладающим квалификацией каменщика.

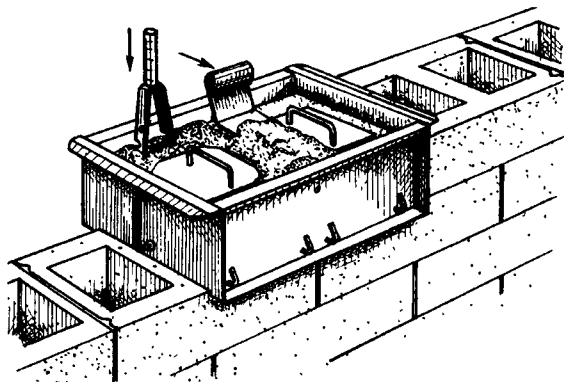


Рис. 118. Модуль ТИСЭ. Формование блоков на стене

Конструкция опалубки получилась простой, надежной, дешевой и настолько удачной, что и по сей день она не претерпела существенных изменений.

С 1993 года началось активное внедрение разработанной опалубки. Комплексные Государственные испытания, проведенные в 1994/95 годах в КТБ МОСОРГСТРОЙМАТЕРИАЛЫ, подтвердили правильность выбранного направления.

Создание новой технологии для индивидуального строительства не могло ограничиться возведением стен: ведь есть еще фундамент, требующий значительных вложений труда и средств. Без дешевого фундамента нельзя приступить к возведению даже очень дешевых стен.

В 1996 году автором был разработан фундаментный бур с откидным плугом (рис. 119). С помощью этого бура можно было в несколько раз снизить затраты труда и средств при создании фундаментных опор повышенной несущей способности (патенты России № 2114271 и № 2160815).

Технология возведения фундамента таким способом оказалась привлекательной для застройщиков тем, что при всей своей простоте могла обеспечить зданиям надежную опору, способную компенсировать и сложные деформации пучинистых грунтов, и возможные недочеты застройщиков, допущенные ими на этапе проектирования и строительства дома.

В 1997 году технология ТИСЭ была отмечена Золотой медалью ВВЦ (ВДНХ).

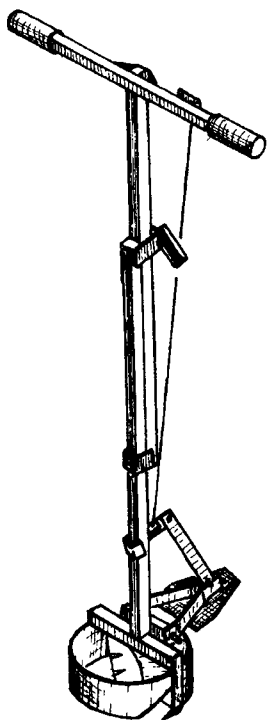


Рис. 119. Фундаментный бур ТИСЭ

Позднее автором было предложено использовать подобный фундамент с небольшими доработками в качестве сейсмоизолирующей системы для строений, возводимых в регионах с повышенной сейсмической активностью (патент России №2221112). Новое решение в этой области позволило существенно повысить сейсмоустойчивость индивидуального жилья там, где ошибки в проектировании и строительстве обходятся застройщикам слишком дорого.

Новая технология не могла ограничиваться только снижением затрат на строительство. Дом должен быть теплым, а условия проживания в нем — комфортными и экологически безопасными. В 1998/99 годах были разработаны схемы вентиляции "Каменная изба" (патенты России №2176706, №2176707 и №2176708), которые могли создаваться непосредственно в процессе строительства достаточно простыми средствами. Суть разработок заключалась в замене традиционной схемы вентиляции "с перемешиванием", создаваемой в каменных домах с воздухо непроницаемыми стенами, на "вытеснительную" схему вентиляции, характерную для бревенчатых и иных домов с "дышащими" стенами (рис. 120).

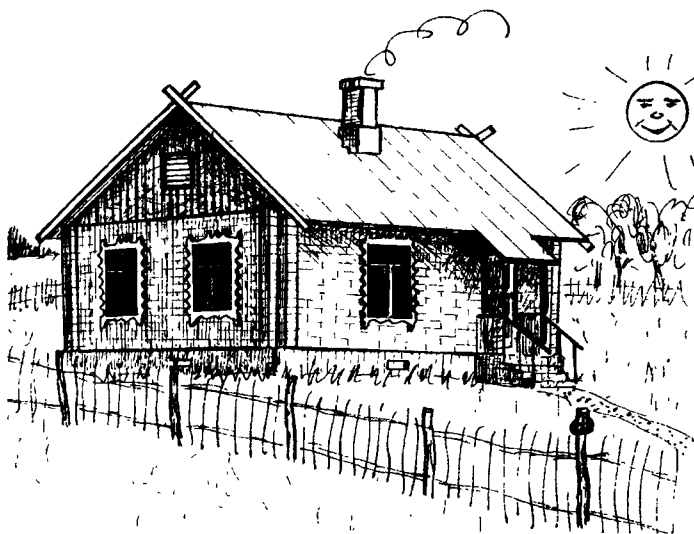


Рис. 120. "Каменная изба"

Теоретически подобная замена схемы вентиляции позволяет в несколько раз снизить тепловые потери, уходящие на подогрев вентилируемого воздуха. С учетом того, что при высокой степени теплоизоляции ограждающих конструкций дома на вентиляцию уходит до половины тепловых потерь, польза от такой замены становится очевидной. Следует заметить, что разработанные схемы вентиляции могут быть реализованы как при возведении стен с опалубками ТИСЭ, так и с применением иных технологий инди-

видуального и индустриального строительства. Эти разработки легли в основу реализации перспективной стратегии энергосбережения, основанной на широком внедрении вытеснительной схемы вентиляции помещений.

В 2003 году автором была предложена конструкция трехслойной стены, возводимой с опалубкой ТИСЭ-3, и включающей гибкие связи, которые объединяют два слоя бетонных стенок в устойчивую пространственную ферменную конструкцию (рис. 121) (патент России №2249086). В качестве утеплителя такой стены можно использовать любой насыпной утеплитель, применяемый в строительной практике. При заполнении полости толщиной 18 см высокоэффективной теплоизоляцией стена становится эквивалентной по теплоизоляции кирпичной стене толщиной 3 метра. Опыт строительства и эксплуатации зданий с трехслойными стенами подтвердили их ожидаемые прочностные и теплоизолирующие характеристики.

На современном этапе развития строительных технологий энергосбережение жилья, возведенного по технологии ТИСЭ, обеспечено в наибольшей степени благодаря комплексному подходу, с учетом всех составляющих тепловых потерь (фундамент, стены, оконные и дверные проемы, перекрытия, вентиляция, система отопления).

ТИСЭ — гибкая технология. Любой её элемент может быть использован самостоятельно, органично вписавшись в любую другую строительную технологию. Фундамент по технологии ТИСЭ может быть выполнен под любые строения (дома, гаражи, хозяйственные постройки, ограды и т.п.), возведенные из кирпичей, пеноблоков, бруса, бревна, щитов... В свою очередь, стены по технологии ТИСЭ могут быть возведены на любых фундаментах. Кроме того, даже при создании внешних стен из кирпичей, пеноблоков или керамзитобетонных блоков возведение внутренних стен с применением ТИСЭ может оказаться весьма полезным: в вертикальных каналах стен удобно производить разводку инженерных коммуникаций, организовывать вентиляцию и воздушное отопление, размещать дымоходы. Предлагаемые схемы вентиляции полезно рассматривать в индустриальном строительстве, при монтаже современных пластиковых окон в городских квартирах.

Технология ТИСЭ не стоит на месте. Она постоянно развивается, совершенствуется. С начала 2004 года фирма ТИСЭ перешла на выпуск более совершенных и производительных модулей ТИСЭ-2 и ТИСЭ-3, с которыми цикл формования одного стенового блока сократился до 4...6 минут. Это дало возможность проектировщикам и строителям рассматривать технологию возведения стен с оборудованием ТИСЭ наравне с иными строительными технологиями, использующими готовые строительные изделия.

Для обоснования применения ТИСЭ следует заметить, что все существующие технологии индивидуального строительства отличаются между собой используемыми материалами и решаемыми задачами.

Деревянные дома обеспечивают высокий уровень комфорта, но они пожароопасны, их возможности по энергосбережению ограничены, в них сложно обеспечить современный стиль интерьера. Повышение долговечности этих домов связано с применением пропиток, влияющих на экологию среды.

Щитовые дома привлекают своей дешевизной, но пожароопасны и недолговечны.

Каменные дома — это надежность и долговечность; но вместе с тем и высокая себестоимость, обусловленная ценами на стройматериалы и оплатой труда профессиональных каменщиков, штукатуров и отделочников; а также ограниченные возможности по энергосбережению.

Дома, возводимые с применением легких пенополистирольных блоков в качестве несъемной опалубки, привлекают внимание высоким уровнем энергосбереже-

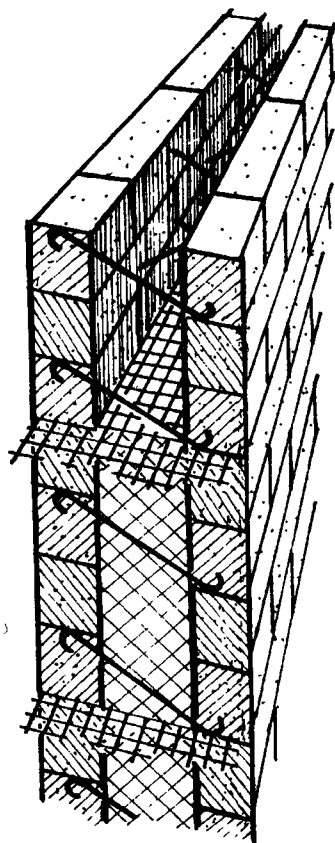


Рис. 121. Трехслойная стена

ния и большой скоростью возведения стен. Большие затраты на приобретение самих блоков и на выполнение внутренней и внешней отделки стен по силам далеко не всем.

Стены из пеноблоков или газобетонных блоков — достаточно распространенная технология в силу своей понятности и удовлетворительного соотношения "цена-энергосбережение", но их возведение и отделка потребуют квалифицированных исполнителей. Значительный объем стройматериалов, большой процент их отходов и все же ограниченные возможности по энергосбережению — это те недостатки, которые также должны учитываться будущим застройщиком.

Застройщик, выбор технологии — ответственный шаг

В этой связи следует настроить застройщиков на выбор строительных технологий, обеспечивающих высокие показатели по энергосбережению и долговечности. Строят дом за сезон-два, а эксплуатируют — многие и многие десятилетия и даже столетия, причем все затраты на эксплуатацию дома связаны с его отоплением и ремонтом.

Технология ТИСЭ была разработана при комплексном рассмотрении всех решаемых задач. Для многих застройщиков она оказалась почти идеальной, сумев одновременно удовлетворить основные их требования и пожелания:

- снижение затрат на строительство в несколько раз;
- высокий уровень энергосбережения;
- гарантированная экологическая безопасность;
- комфорт проживания в каменном доме, близкий к уровню комфорта в бревенчатой избе;
- высокая степень пожарной безопасности жилья;
- практически неограниченный срок эксплуатации жилья;
- надежность возведенного жилья (в том числе в сейсмоактивных районах);
- изоляция дома от вибраций и шума, исходящего от авто- и железнодорожных магистралей;
- возможность строить своими силами, без привлечения к работе профессионалов-строителей и тяжелой дорогостоящей строительной техники;
- возможность строить с малыми накоплениями;
- предельная простота и надежность оборудования;
- сжатые сроки строительства, возможность прервать его на любом этапе;
- малый объем применяемых строительных материалов;
- минимальный объем отходов при выполнении строительных работ;
- возможность строительства как на обжитых стесненных участках, так и на неподготовленных строительных площадках (без электричества);
- широкие возможности в выборе архитектуры и отделочных материалов, с одной стороны, и использование традиционных материалов при создании основного объема конструктивных элементов дома — с другой;
- сведение к минимуму проблем, связанных с хищением стройматериалов;
- большой срок службы внешней отделки стен и малые затраты на её ремонт.

Из письма

"...с 2000 года следим за публикациями о новой технологии строительства ТИСЭ. За это время наша семья выросла, и проблема жилья стала остро. Живем мы в селе, доходы у нас небольшие и поэтому решили строить новый дом по Вашему методу. Просим выслать нам оборудование ТИСЭ..."

Молчанова Л. В. 347519, Ростовская обл., Кагальницкий р-н, х. Родники.

ГЛАВА 5.

ПОДГОТОВКА К СОЗДАНИЮ ФУНДАМЕНТА

Прежде чем выбрать проект дома и приступить к строительству, внимательно изучите участок. Оцените его рельеф, форму и размер, ориентацию относительно солнца. Учтите расположение и застройку соседних участков, организацию подъезда. На проведении подготовительных работ будут сказываться также наличие колодца, дренажной системы, выгребных ям, прежних строений, деревьев. План застройки и озеленения участка несомненно повлияют на выбор места под жилой дом и на организацию строительной площадки.

5.1. ПЛАНИРОВОЧНОЕ РЕШЕНИЕ УЧАСТКА

Освоение участка начинается с разработки планировочного решения.

В первую очередь необходимо иметь данные о рельефе, о составе почвы на глубину промерзания, о положении уровня грунтовых вод как на весенний, так и на летний период года. Для этого без пробного бурения на глубину ниже 0,5 м границы промерзания не обойтись. Это связано с тем, что при наличии под несущим слоем слабонесущего грунта (пльвун) опора может провалиться (**рис. 60, 6**). Состав грунта оценивается по внешней его характеристике. При высоком уровне грунтовых вод рассмотрите возможность создания дренажной системы с отводом воды за территорию своего участка.

Полученные данные пригодятся при выборе фундамента и при устройстве подвала или погреба. Этажность дома и выбор схемы септика для утилизации отходов обязательно увязывают с несущей способностью грунта и с уровнем грунтовых вод. Опыт строительства и планировочные решения соседних участков окажут вам в этом неоценимую услугу.

Рельеф участка

Его необходимо знать для правильного выполнения осушительных работ и выбора места под постройки, для озеленения участка и для строительства фундамента.

Стоит составить карту рельефа своего участка. Для этого потребуются рулетка не менее 10 м, линейка в 1 м, шнур, колышки и гидроуровень. Последний состоит из резиновой трубки длиной не менее 10 м (поливочный шланг) со стеклянными труб-

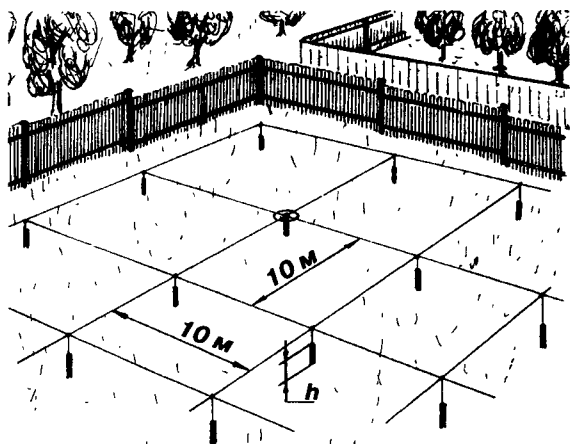


Рис. 122. Разбивка участка на квадраты

1 см. Выполнять замеры начинают от самой высокой точки участка.

Если у Вас ровный горизонтальный участок и дренаж не требуется, то эту работу проводить не нужно.

Если же дренаж необходим, то замеры выполняют особенно тщательно. Данные записывают

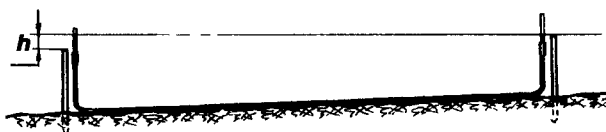


Рис. 123. Определение перепада высот гидроуровнем

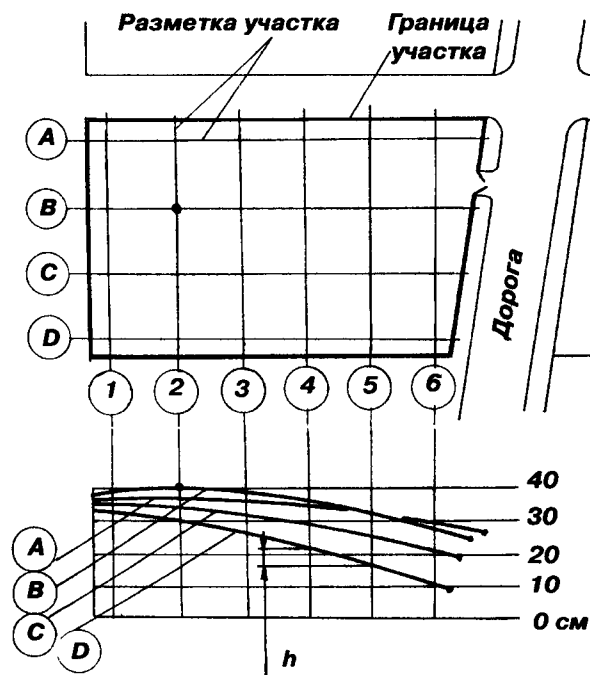


Рис. 124. План участка. Схема изменения перепада высот

ками или пластиковыми бутылками на концах (в дальнейшем, при строительстве, всё это пригодится).

Для начала участок разбивается сеткой на квадраты 10x10 м (рис. 122) с точностью до 5 см. В соответствии с разбивкой на самом участке по углам квадратов забивают кольшки (над уровнем земли на высоту 30 см).

С помощью гидроуровня (заполненный водой резиновый шланг со стеклянными трубками на концах) (рис. 123) и метровой линейки определяют разницу между уровнем соседних кольшечков с точностью до

в журнал и на их основании строят сечения рельефа на участке (рис. 124). Это пригодится при возведении фундамента под дом или хозяйственную постройку, при расчете глубины заложения дренажной системы.

Если рельеф достаточно сложный, то в зоне проведения строительных работ сетка разбивки участка делается более частой (2x2 м или 5x5 м).

Определившись с рельефом, можно приступить к разметке, к переносу графических построений с листа бумаги на участок.

На что следует обратить внимание

— В соответствии с градостроительными нормами и правилами в районах усадебной жилой застройки расстояние от

окон жилых помещений до бытовых построек на соседних участках должно быть не меньше 6 м.

— Жилые дома располагаются на земельных участках с отступом от красной линии (край тротуара — граница участка) на магистральных улицах не менее 5 м, на других — не менее 3 м.

— На участке застройки полезно выделить функциональные зоны — палисадник, сад, огород, хоздвор... Планировка хоздвора зависит от набора и назначения построек и может быть решена индивидуально, но лучше использовать давно отработанные типовые схемы.

— Помещения для скота и птицы, надворная уборная, компостные и выгребные ямы должны быть удалены от жилого дома более чем на 12 м, а расстояние от стен гаража или сарая до веранды и стен дома с окнами — не меньше 7 м.

— Для лучшей организации территории участка многоквартирный жилой дом и его хозпостройки лучше располагать у одной из боковых границ участка, но не ближе 1 — 1,5 м к ней. Тесный проход между стеной и забором усложнит проведение их текущего ремонта, может стать причиной конфликта с соседями.

Из жизни

Крыша, нависающая над соседним участком, — достаточно частая причина возникновения споров между соседями. Затопление участка ливневыми осадками, поломка насаждений снегом, соскользнувшим с крыши — веское основание для возмущения (рис. 125).

— Если же дом давно уже стоит на таком конфликтном расстоянии, то его владелец обязан организовать полноценный водоотвод осадков на свой участок. Что касается защиты от снега, то с этим сложнее.

— Противопожарные расстояния между строениями и сооружениями в пределах одного участка не нормируются.

— Противопожарные расстояния между строениями и сооружениями на двух соседних участках должны быть соблюдены с учетом материала несущих и ограждающих конструкций дома (не ближе 6 м, если оба дома каменные, и не ближе 15 м, если они оба деревянные).

— Разбивка участка должна обеспечивать подъездные пути для пожарных машин. Расстояние от построек до пожарных машин не должно превышать 25 м.

— Планируя размещение животноводческих построек по отношению к жилью, следует их располагать с подветренной стороны. Особое внимание обращают внимание на размещение сооружений по переработке и использованию навоза и на определение мест сброса сточных вод.

— Если участок имеет уклон, то расположение дома на возвышенности более предпочтительно и по его художественному восприятию, и с точки зрения возможного подтопления участка по весне.

— Разбивка участка не должна быть в противоречии с проведением всего цикла строительных работ.

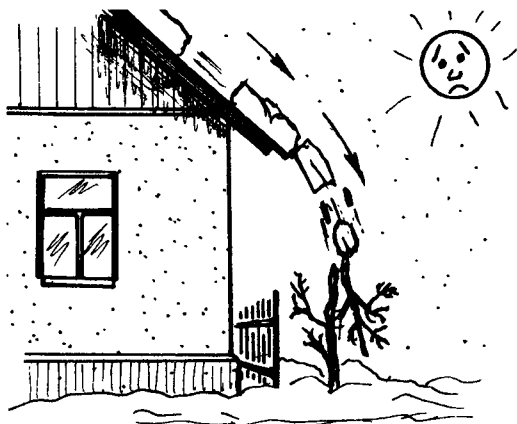


Рис. 125. Излишне близкое расстояние до забора — причина конфликта

— Попробуйте, планируя стройплощадку, в этот же сезон посадить деревья и кустарники, не откладывая это на потом... Пусть время работает на Вас: и стройка идет, и деревья растут. Не пожалееете.

— Хозпостройки и площадки соединяют с домом, садом и огородом пешеходными дорожками шириной не менее 75 см, чтобы на них можно было свободно разойтись или провезти тачку. Возможно, что дорожки лучше создать до начала основного этапа строительства.

— Процесс разбивки участка выполняют одновременно с созданием проекта дома и определением его ориентации на участке.

— Ориентация дома на участке должна обеспечивать наилучшие условия освещения помещений солнцем зимой и не допускать их перегрева летом.

— Наличие высоких полусгнивших деревьев около дома может привести к тяжелым последствиям. Перед началом строительства их лучше удалить. Причинами падения высоких деревьев на дом могут стать ураганы, пожары, естественная старость деревьев. Этот момент необходимо особенно учитывать при строительстве на открытых продуваемых местах.

— Если у Вас на участке большие деревья, то не следует забывать об их развитой корневой структуре, которая может вызвать разрушение близко расположенных элементов здания (фундамент, забирка, отмостка или крыльцо) и подводящих инженерных коммуникаций (вода, канализация, электрические кабели и т.п.) (рис. 126).

— Фруктовые деревья могут быть вокруг дома, но не ближе чем на 4 — 5 м от его стен.

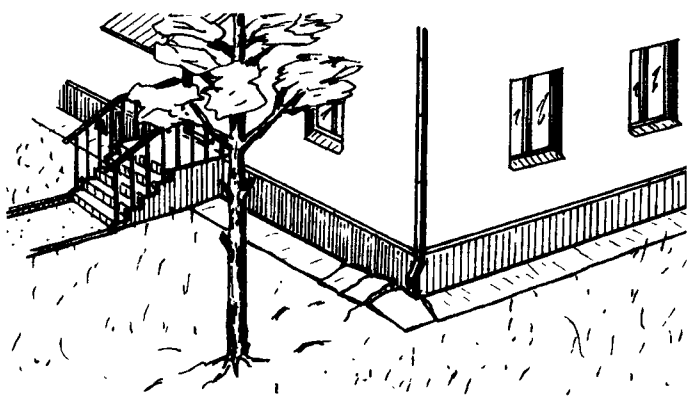


Рис. 126. Близость дома к большим деревьям опасна непредсказуемостью

ну для проведения досуга, закрытую от сторонних наблюдателей. Тихий уголок на участке будет любимым местом отдыха от городской суеты и бытовых проблем, для приема гостей. Здесь можно предусмотреть размещение стационарного или временного навеса, беседки, оборудованных скамейками, столом. В средней полосе зону отдыха располагают так, чтобы она была открыта солнцу. В южных регионах площадку для отдыха стараются располагать на южной стороне участка, оборудуя его навесом или зеленой стенкой с крышей из вьющихся растений.

— На участке желательно иметь источник воды для питья и полива, который на зимний период отключается. Неплохо на участке установить умывальник с отводом загрязненной воды.

— Сооружения, которыми пользуются часто (колодцы, водопроводные колонки) следует располагать ближе к дому.

— Предполагая застраивать участок в несколько этапов, следует заранее предусмотреть наличие строительной площадки с местами складирования стройматериалов для выполнения дальнейших строительных работ.

— В планировке участка следует выделить зону

5.2. РАЗБИВКА ОПОР

Перед тем как приступить непосредственно к возведению фундамента, необходимо выполнить его расчет, подготовить строительную площадку, произвести разметку и установить обноску.

Для столбчатого или столбчато-ленточного фундамента расчет сводится к определению глубины заложения фундамента, к назначению шага столбов и к их разбивке по периметру фундамента.

Если проект предусматривает устройство подвала, то расчет фундамента сводится к определению толщины плиты и схемы её армирования или к определению параметров ленты, если фундамент ленточный. Кроме того, в расчете должны учитываться конструктивные особенности возведения стен и перекрытия подвала. Если строительство растянуто на два и более сезонов, то устройство фундамента (подвала) следует увязать с сезонными изменениями грунтовых условий.

Для расчета любого фундамента необходимо оценить вес дома и несущую способность основания.

Вес дома

Вес дома складывается из нескольких слагаемых.

Вес фундамента оценивается приблизительно. Если фундамент представляет из себя железобетонную конструкцию, то достаточно посчитать объем фундамента (в м³) и умножить его на удельный вес бетона (2,5 т/м³).

Вес стен определяется для каждого конкретного случая, исходя из веса строительных и отделочных материалов:

- при возведении с опалубкой ТИСЭ-2 вес 1 кв. м стены — 270 кг;
- при возведении с опалубкой ТИСЭ-3 вес 1 кв. м стены — 400 кг.

Нагрузка от элементов крыши (стропила, обрешетка, кровля):

- для кровли из листовой стали.....20 — 30 кг/м²;
- рубероидное покрытие (2 слоя).....30 — 50 кг/м²;
- асбоцементные листы.....40 — 50 кг/м²;
- черепица гончарная60 — 80 кг/м².

Нагрузка от перекрытий определяется материалом самих перекрытий и плотностью используемого утеплителя или слоя звукозащиты.

С некоторым запасом предложим расчетную нагрузку от 1 кв. м перекрытия при пролете в 6 метров:

- чердачное по деревянным балкам
- с плотностью утеплителя 200 кг/м³70 — 100 кг/м²
- цокольное по деревянным балкам
- с плотностью утеплителя 200 кг/м³.....100 — 150 кг/м²;
- железобетонное монолитное.....500 кг/м²;
- плиты перекрытия бетонные пустотные.....350 кг/м².

При определении давления перекрытий на стены необходимо учитывать, что нагрузка от них и от эксплуатационной нагрузки в большей степени распределяется между несущими стенами, на которые опираются балки или плиты перекрытий. При монолитном перекрытии нагрузка равномерно ложится на все стены.

Эксплуатационная нагрузка (мебель, оборудование...)

Условно принимается равномерное распределение нагрузки по всей площади перекрытий:

- для цокольного и межэтажного перекрытия210 кг/м²;

для чердачного перекрытия105 кг/м².

Вес снегового покрова:

– для средней полосы России определяется по нагрузке в 100 кг/м²;

– для юга России..... 50 кг/м²;

– для севера Россиидо 190 кг/м².

(при острой крыше нагрузка от снега не учитывается).

При расчете веса дома необходимо учитывать и предполагаемую в дальнейшем перепланировку помещений, и увеличение этажности дома (если это предусматривается).

Просуммировав все слагаемые, полученную величину следует увеличить в 1,3 раза, обеспечив некоторый запас по несущей способности. Это необходимо для компенсации различных недочетов, которые могут возникнуть при определении веса дома. Эта расчетная величина веса и будет определять расчетное число опор.

Несущая способность опор

Несущая способность опор определяется типом грунта и глубиной заложения фундамента. С учетом того, что столбы фундамента закладываются на глубину промерзания, последний фактор не учитывается. Несущая способность опор определяется исходя из величины расчетного сопротивления грунта (R_0), взятого из табл. 4...8 для влажных грунтов (табл. 19).

Таблица 19. Несущая способность одной опоры

Тип грунта	R_0 (кг/см ²)	Несущая способность опоры (т) Диаметр подошвы опоры (см)			
		25	40	50	60
Галька с глиной	4,5	2,2	5,6	8,8	13,2
Гравий с глиной	4,0	2,0	5,0	8,0	11,7
Песок крупный	6,0	2,9	7,5	11,6	18
Песок средний	5,0	2,5	6,3	10	14,7
Песок мелкий	4,0	2,0	5,0	8,0	11,3
Песок пылеватый	2,0	1,0	2,5	4,0	5,7
Супесь	3,5	1,7	4,4	6,9	10
Суглинок	3,5	1,7	4,4	6,9	10
Глина	6,0	2,9	7,5	11,8	17
Просадочный грунт	1,5	0,7	1,9	2,8	4,2
Насыпной грунт с уплотнением	1,5	0,7	1,9	2,8	4,2
Насыпной грунт без уплотнения	1,0	0,5	1,3	2,0	2,8

В таблице 19 приведена несущая способность одного фундаментного столба, созданного по технологии ТИСЭ. Она определена исходя из прочности влажного грунта и диаметра его опорной поверхности.

Величина несущей способности грунтов в таблице дана для глубины около 1,5 м. У поверхности она почти в 1,5 раза ниже.

Приведенные в таблице данные по несущей способности опоры не учитывают её увеличение за счет создания вокруг расширенной части опоры массива грунтобетона, возникающего после просачивания в поры грунта цементного молока (рис. 127). Просачивание цементного молока сквозь структуру грунта происходит за счет гидростатического давления, создаваемого бетонной смесью.

Если грунтовой воды в скважине нет, то внедрение цементного молока в толщу грунта может происходить более чем на 6 см. В этом случае опора увеличит свою не-

сущую способность почти в 1,5 раза. При создании опор в песчаном грунте проникновение цементного молока может произойти более чем на 10 см, при этом несущая способность опоры увеличится почти в 2 раза (подбирая состав бетонной смеси, следует увеличить относительное содержание цемента и воды на 20%). Еще раз напоминаем, что в **таблице 19** это увеличение несущей способности опор не учитывается.

При наличии в скважине воды увеличение несущей способности опор произойдет в незначительной степени.

Сказочные возможности опор ТИСЭ

Замеры на строительной площадке, проводимые в процессе возведения двухэтажного каменного дома, показали, что на суглинистом грунте при высоком уровне грунтовых вод опоры фундамента с диаметром расширения 0,6 м от нагрузки в 6 тонн просели всего на 7...8 мм.

При такой высокой несущей способности даже две опоры, выполненные по технологии ТИСЭ, способны выдержать вес небольшого дома (рис. 128).

Разбивки фундаментных опор

Для нахождения среднего шага опор сначала следует определить потребное их количество. Для этого расчетный вес дома делится на несущую способность одной опоры.

Распределяя опоры по периметру фундамента, следует учитывать, что под внутренней несущей стеной, загруженной балками (плитами) перекрытий с двух сторон, шаг столбов следует уменьшить на 10...15% по сравнению с шагом опор под внешними стенами.

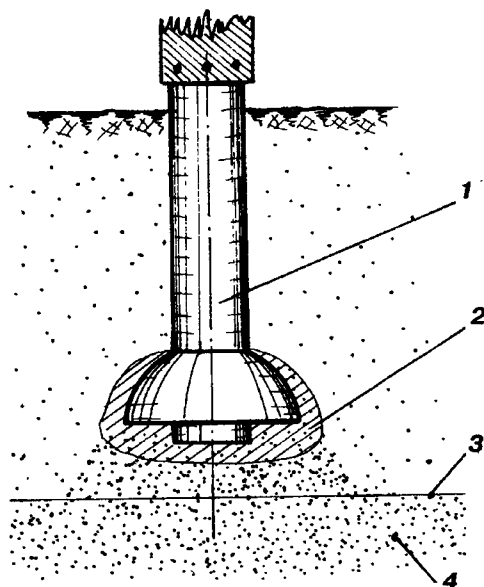


Рис. 127. Ореол грунтобетона вокруг опорной части фундаментного столба:
1 — опора; 2 — грунтобетон; 3 — граница промерзания; 4 — уплотненный грунт



Рис. 128. Две опоры ТИСЭ способны выдержать вес небольшого дома

Шаг фундаментных столбов при возведении каменных стен по технологии ТИСЭ не следует делать больше чем 2...3 м. Это позволяет обойтись небольшим поперечным сечением ленты-ростверка. Столбы по внешнему периметру фундамента располагают, как правило, по его углам и на пересечении с внутренними стенами дома. Тем не менее, это не обязательно.

Пример

Выполним разбивку фундаментных опор для двухэтажного дома 7 x 8 метров с внутренней силовой стеной и с полой крышей.

Рассмотрим два варианта перекрытий — на деревянных балках и с бетонными пустотными плитами. Перекрытия утеплены минватой. Внешние стены возведены с использованием опалубки ТИСЭ-3 и имеют внутреннюю засыпную теплоизоляцию (трехслойная стена). Внутренняя стена возведена с опалубкой ТИСЭ-2.

Строительство выполняется на суглинистой почве с высоким уровнем грунтовых вод (несущая способность грунта принимается 3,5 кг/см²).

Исходные данные:

Площадь кровли	72 м ²
Площадь чердачного перекрытия	50 м ²
Общая площадь перекрытия первого и второго этажа составляет	100 м ²
Площадь внешних стен (400 кг/м ²)	160 м ²
Площадь внутренних силовых стен (270 кг/м ²)	50 м ²
Общий периметр фундамента (по оси опор)	35 м ²

Всесовой расчет

Вес кровли из мягкого гофрированного листа (25 кг/м ²)	1,8 т
Вес чердачного перекрытия	
дерево/бетон (150/350 кг/м ²)	7,5/17,5 т
Вес перекрытий 1 и 2 этажа	
дерево / бетон (200/400 кг/м ²)	20/40 т
Вес внешних стен (400 кг/м ²)	64 т
Вес внутренних стен (270 кг/м ²)	13,5 т
Вес фундамента (ростверк и столбы — 450 кг/пог. м)	16 т
Вес полезной нагрузки (люди, оборудование, мебель...)	26 т
Вес снегового покрова (100 кг/м ²)	7 т
Общий вес дома	156/186 т

Расчетная нагрузка на опоры фундамента должна быть больше максимального веса дома на 30%. Поэтому общий вес дома умножим на 1,3.

Расчетный вес для дома:

— с деревянными перекрытиями	200 т
— с бетонными перекрытиями	242 т

При несущей способности одной опоры 10 т для дома с деревянными перекрытиями необходимы 20 опор, а с бетонными — 24. При общем периметре фундамента в 35 м средний шаг опор для дома с деревянными перекрытиями — 1,7 м, а с бетонными — 1,4 м.

Внешние стены тяжелее в 1,5 раза, чем внутренняя стена, поэтому шаг опор под внутренней стеной не уменьшаем. При согласовании выбранного шага с реальными габаритами дома уточняем разбивку опор (**рис. 129, а, б**). Число опор может быть больше расчетного, если это удобно по разбивке.

Из данного расчета можно дать и некоторые рекомендации по выбору материалов. При строительстве на слабых грунтах желательно использовать деревянные пе-

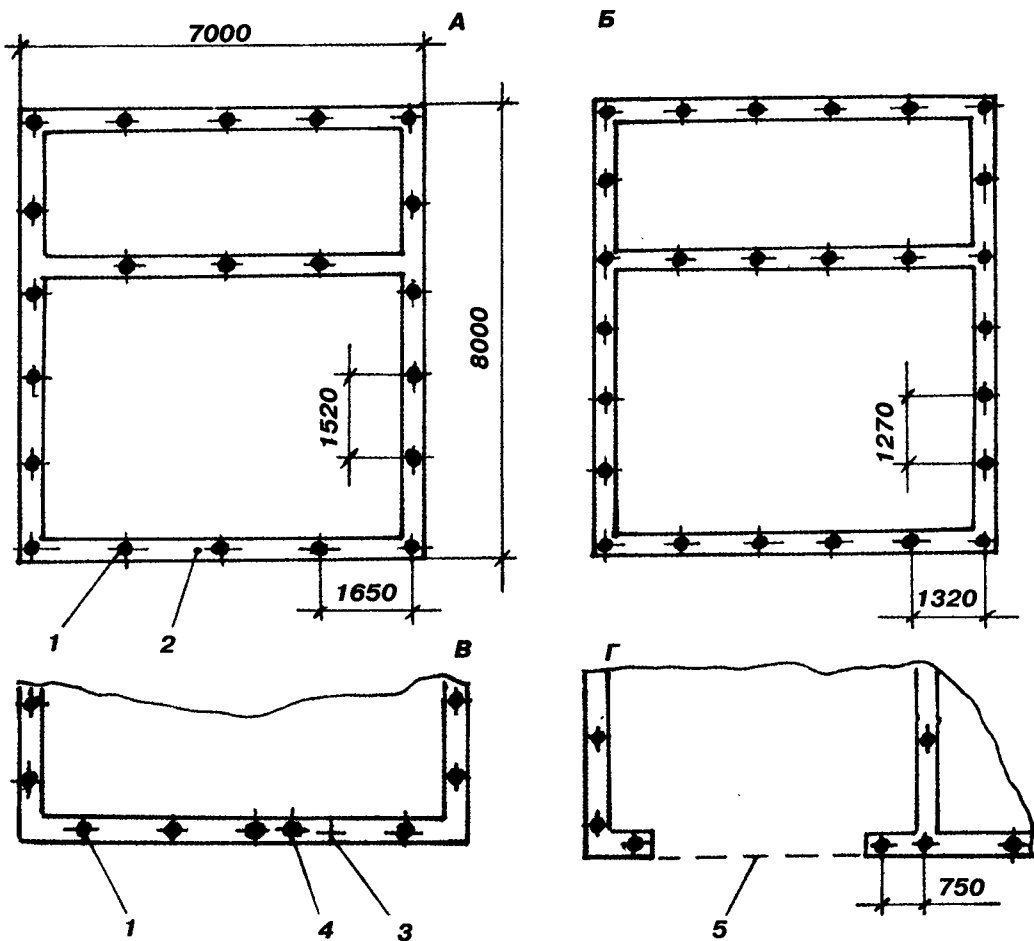


Рис. 129. Примеры разбивки опор фундамента:

А — дом с деревянными перекрытиями; Б — дом с бетонными перекрытиями;
 В — переразбивка одной опоры; Г — разбивка опор у проема под гаражные ворота;

1 — опора по разбивке; 2 — лента-ростверк; 3 — намеченная опора;

4 — реальная опора; 5 — проем гаража

рекрытия, применять островерхние крыши с легким кровельным материалом. Выбирая проект дома на очень слабых грунтах, следует ограничить его этажность, ориентируясь на одноэтажный дом с мансардой. Двух-трехэтажный дом на слабых грунтах лучше опирать на плиту.

При высоте ленты-ростверка больше 30 см опоры могут располагаться вне углов дома и вне узлов пересечения внешних и внутренних стен, да и шаг опор может иметь некоторый разброс по величине. Высокая изгибная жесткость ленты-ростверка помогает сгладить передачу сил на опоры.

Так тоже можно

Если при бурении скважин под опоры фундамента попался валун, который обойти невозможно, то рядом можно пробурить новую скважину, не меняя разбивку остальных опор фундамента (рис. 129, в).

Похожая ситуация может возникнуть, когда в каменном доме организуют проем под ворота гаража. В зоне проема лента ростверка разрывается, хотя при равномерном распределении нагрузки на фундамент следовало бы в зоне проема создать опору. Чтобы обойти это недоразумение, лента ростверка с каждой стороны проема поддерживается двумя близко расположенными опорами (рис. 129, г).

Если дом имеет ярко выраженную разность по этажности отдельных его частей, то и разбивка опор должна этому соответствовать (рис. 130). При возведении стен такого дома в зоне перехода этажности в стену вводят эффективное горизонтальное армирование (сейсмопояс), исключающее появление трещин в зоне резкого изменения жесткости стен. Лучшая зона расположения горизонтального армирования — над надоконной перемычкой.

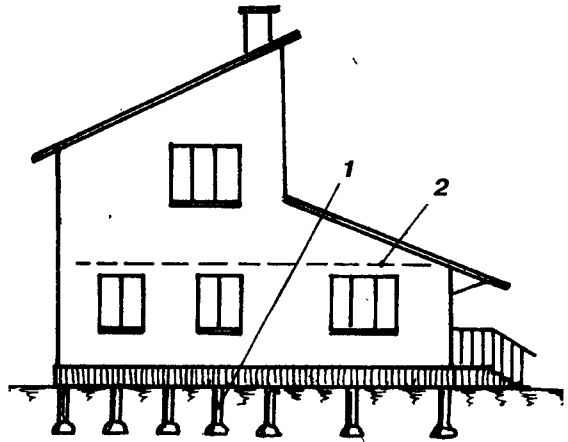


Рис. 130. Опоры под домом с переменной этажностью должны иметь переменный шаг: 1 — опора фундамента; 2 — арматура

5.3. ПОДГОТОВКА УЧАСТКА

Определившись с разбивкой опор, приступают к работе непосредственно на строительной площадке. Подготовка участка к строительству достаточно объемна:

- расчистка строительной площадки, удаление деревьев, кустарников, мусора, остатков прежних строений и утилизация отходов (вывоз, сжигание на месте, складирование для дальнейшего использования в качестве топлива или вспомогательных строительных материалов);
- выравнивание участка;
- предварительная разметка участка, которая задает границы самого строения с прилегающей к ней зоной шириной 1...2 м и намечает места для складирования стройматериалов (песка, цемента, арматуры, досок...);
- устройство дренажа при высоком уровне грунтовых вод;
- устройство подъездных путей к местам складирования сыпучих материалов, железобетонных изделий, а также съём участка ограждения, мешающего подъезду автотранспорта;
- организация снабжения строительной площадки технической водой, предназначенной для приготовления растворов;
- снабжение строительной площадки электроэнергией не обязательно для строительства по технологии ТИСЭ, но желательно (подключение отрезного инструмента по металлу и дереву, удовлетворение бытовых нужд);
- приобретение инструментов и оборудования для возведения фундамента (лопаты, тачка, фундаментный бур ТИСЭ-Ф, ломик, пила, молоток, кувалда, уровень шланговый и линейный, рулетка больше 10 м);
- приобретение бетономешалки для механизированного приготовления бетона; для приготовления бетонной смеси вручную можно на земле расстелить два листа

1х2 м оцинкованного железа или изготовить боек 1х2 м с использованием листа жести и деревянного каркаса;

- обустройство места проживания строителей;
- завоз цемента, песка, щебня, арматуры, пергамина, толи, битумной мастики, досок и гвоздей, необходимых для создания фундамента.

Плодородный слой под домом можно удалять, а можно и нет (удаленный дерн складывают слоями у забора на высоту не больше 1,2 м, где он не будет мешать строительству).

Не следует перегружать участок теми материалами, которые не требуются на проведение данного этапа строительства. Они будут не только постоянно мешать, но и терять свои качества. Да и проблема их сохранности не всегда решается простыми средствами. Продумайте, что, где и как складировать и использовать. Организуйте подъезд транспорта. Решите, где будет производиться разделка древесных материалов, где и как будет готовиться бетонный раствор, как он будет транспортироваться к месту бетонирования.

При близком расположении грунтовых вод участок следует осушить. Практика индивидуального строительства предлагает достаточно много вариантов выполнения этого этапа работ. Они определяются рельефом местности и самого участка, составом грунта, сезонным изменением уровня грунтовых вод, типом выбранного фундамента и, конечно, материальными возможностями застройщика.

Если участок застройки имеет заметный уклон, то на нем потребуются создание горизонтальных террас. Перенос грунта, его уплотнение, закрепление откосов – достаточно объемная работа.

Для возведения дома на строительную площадку необходимо завезти достаточно много различного материала. В связи с этим следует рационально организовать их доставку и размещение.

Уменьшение глубины промерзания также можно отнести к подготовительному этапу. Оно целесообразно:

- если невозможно обеспечить дренаж при постоянно высоком уровне грунтовых вод, который не позволяет заложить фундамент на требуемую глубину;
- при строительстве с фундаментным буром ТИСЭ-Ф в регионах с расчетной глубиной промерзания больше 2 м.

Что для этого можно сделать:

1. Произвести замену грунта вокруг дома на расстоянии до 1,5 м и на глубину 0,5 – 0,8 м на крупнозернистый песок. Это позволит уменьшить глубину промерзания на 0,3 – 0,4 м (рис. 131, а).

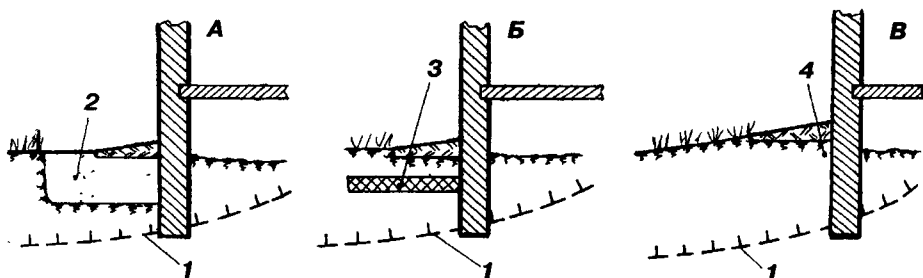


Рис. 131. Уменьшение глубины промерзания:

- А – замена грунта; Б – введение утепляющего слоя; В – подсыпка грунта;
1 – граница промерзания; 2 – песок; 3 – утеплитель; 4 – подсыпка грунта

2. Создать на глубине 0,2 – 0,4 м теплоизолирующий слой толщиной 20 – 30 см из смеси шлака и крупнозернистого песка, уложенный поверх слоя в 20 – 30 см того же крупнозернистого песка. Это позволит уменьшить глубину промерзания на 0,5 – 0,7 м. Ширина полосы заменяемого грунта – 2 м. В качестве утеплителя могут быть использованы панели пенополистирола. Слой утеплителя лучше закладывать по завершении строительства (рис. 131, б).

3. Произвести подсыпку грунта вокруг дома – наиболее простой способ. Кстати, и зрительный образ дома выиграет: он окажется на некотором возвышении (рис. 131, в).

5.4. УСТРОЙСТВО ОБНОСКИ

Главная задача обноски – обозначать *нулевую отметку* строения, необходимую для возведения фундамента и стен.

При традиционном подходе нулевая отметка соответствует уровню пола первого этажа. При возведении фундамента по технологии ТИСЭ рекомендуется нулевую отметку располагать на уровне верхней плоскости ленты-ростерка.

Начинают устройство обноски с обозначения на строительной площадке углов дома (по стенам). Для этого в грунт в зоне углов дома заколачивают колья – заостренные снизу бруски 5x5 см (рис. 132). Обноска устраивается с применением гидроуровня шлангового (шланг с трубочками на концах), гидроуровня реечного и рулетки длиной не менее 10 м. Верхний обрез забитых кольев располагают на уровне нулевой отметки. Точная наметка углов дома фиксируется гвоздями, забитыми в торец *угловых кольев*. Точность наметки углов дома – 1 см. Обеспечение прямого угла обязательно проверяется через равенство диагоналей прямоугольника (проверять рулеткой или натянутой проволокой, а не капроновым шнуром, который сильно удлиняется при натяжении).

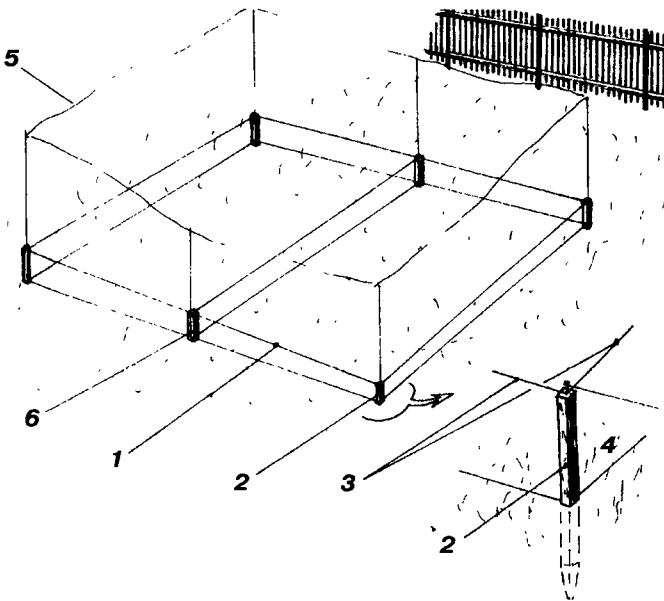


Рис. 132. Наметка нулевой линии по внешнему контуру стены:

- 1 – нулевой уровень внешнего контура стены;
- 2 – угловой кол; 3 – шнуры нулевой плоскости;
- 4 – гвоздь; 5 – контур стен дома;
- 6 – перегородочный кол

После обозначения внешнего периметра стен приступают к разметке внутренних стен, к наметке их центральной оси. Для этого снаружи наметленного контура дома на расстоянии около 1 м по оси внутренних стен забивают *перегородочные колья*.

На расстоянии 1-1,5 м от будущих стен устанавли-

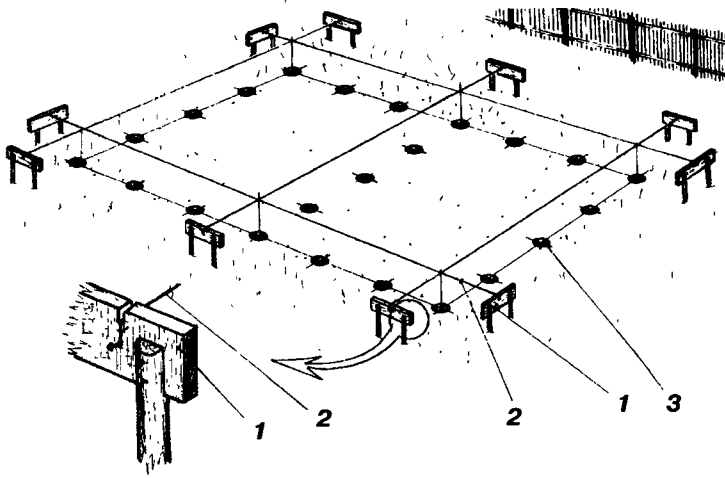


Рис. 133. Устройство обноски:

1 — горизонтальная планка; 2 — нити обноски; 3 — скважины опор фундамента

ливают обноску, состоящую из столбов с прибитыми к ним горизонтальными планками (**рис. 133**), которые расположены на уровне нулевой отметки. Точность закрепления планок относительно "угловых и перегородочных кольев" контролируется шнурами, опираемыми на планки обноски. Эти планки закрепляют строго горизонтально, что контролируется обычным линейным уровнем.

Положение внутреннего и внешнего контура внешних и внутренних стен, а также линии осей опор фундамента намечается на планках мягким простым или цветным карандашом, затем в эти пометки забиваются небольшие гвозди под закрепление нитей обноски.

Если по каким-либо причинам горизонтальная планка обноски не лежит в общей нулевой плоскости дома, то для подведения шнуров обноски к общему горизонту в планке можно сделать пропилы.

Нити обноски выполняются из тонкой капроновой веревки или из лески. Для удобства работы их следует делать съёмными; они должны быть натянуты на уровне верхней границы будущей ленты-ростверка.

Шнуры натягиваются только в процессе проведения разметки и контрольных замеров. Чтобы они не мешались в процессе работ, их следует аккуратно смотать и повесить на каркас обноски.

Понятно, что обноску необходимо надежно закрепить, она должна быть жесткой и прочной. Никакие земляные работы не должны беспокоить её.

Внимание!

Если закладка фундамента затянулась на два сезона, то следует учитывать, что при строительстве на пучинистых грунтах мерзлый грунт поднимет обноску. Перед возобновлением строительства ее положение необходимо откорректировать относительно уже возведенной части фундамента.

Точно выполненная обноски гарантирует экономию времени и высокое качество строительства.

ГЛАВА 6. СОЗДАНИЕ ФУНДАМЕНТНЫХ ОПОР

Наиболее распространенный вид фундамента, который предлагает технология ТИСЭ, возводится с применением фундаментного бура ТИСЭ-Ф. (рис. 134). Такой фундамент можно считать вполне универсальным, причем в разных аспектах:

- по типу строений (он рассчитан на восприятие веса как легких щитовых строений и ограждений, так и домов с каменными стенами в 2...3 этажа);
- по видам грунтов (глина, суглинок, супесь, песок, грунты со слоистой структурой);
- по уровню грунтовых вод (высокий и низкий уровень грунтовых и паводковых вод);
- по климатическим условиям (с глубиной промерзания до 2,5 м и на вечной мерзлоте);

Универсальность такого фундамента дополняется тем, что его можно использовать в качестве сейсмоизоляции и виброизоляции. Повышенные энергосберегающие свойства такого фундамента, низкая себестоимость и быстрые сроки его возведения в настоящее время также могут быть оценены в должной мере.

Разумеется, существуют условия, где подобный фундамент никак не применим, но это скорее исключение из правила.

Фундамент, имеющий заглубленные опоры с расширением внизу, был известен давно, но применялся в практике индивидуального строительства крайне редко, т.к. создание самих столбов с расширением внизу и их монтаж были достаточно трудоемкими операциями. С изобретением фундаментного бура ТИСЭ-Ф он

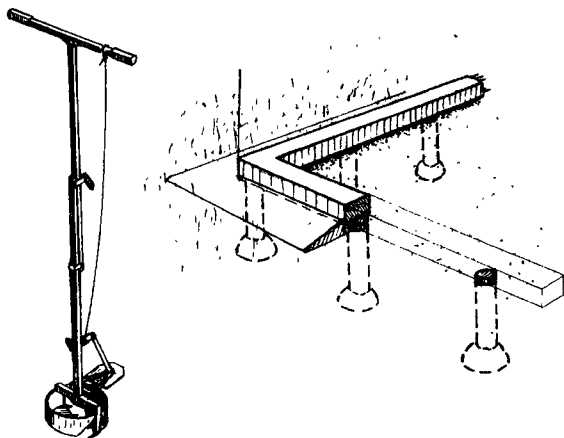


Рис. 134. Фундаментный бур ТИСЭ-Ф и фундамент, выполненный с его помощью

стал быстро распространяться среди застройщиков. Почти десятилетний практический опыт позволяет считать такой фундамент достаточно надежным и универсальным. Его максимальная экономическая эффективность проявляется на сложных пучинистых грунтах, где требуется заглубление фундамента на глубину промерзания.

6.1. ФУНДАМЕНТНЫЙ БУР ТИСЭ-Ф

Фундаментный бур ТИСЭ-Ф выполнен в виде раздвижной штанги, с одной стороны которой расположена переключательная рукоятка с двумя рукоятками на концах, а с другой — накопитель грунта с двумя режущими кромками, оснащенными резами (рис. 135). Бур весит 7,5 кг.

Над накопителем грунта расположен закрепленный на кронштейне откидной плуг. Он оснащен резами и наклоняется в горизонтальное положение под собственным весом. Еще он снабжен стопорным механизмом, включающим серьгу, охватывающую штангу, и тягу, соединенную с плугом.

Поднимается плуг за шнур, соединенный с серьгой. Другой конец шнура закреплен на переключательной рукоятке штанги. Штанга бура раздвигается на 2,2 м и закрепляется в крайних и промежуточных положениях резьбовым фиксатором.

Внимание

Резьбовой фиксатор позволяет задавать раздвижной штанге любую длину. Кроме того, через него передается весь крутящий момент. Именно поэтому резьбовой стопор следует затягивать плотно, хотя и не слишком сильно. При слабой затяжке фиксатора штанга может скрутиться.

Раздвижная штанга прослужит дольше, если при работе с буром её полностью не раздвигать, не доводить до максимальной длины на 5...10 см.

Диаметр цилиндрической части скважины — 0,25 м. Плуг бура — съемный переставной. Он позволяет выбирать в нижней части скважины полусферическую полость диаметром 0,4 м, 0,5 м или 0,6 м.

Для снижения рабочих усилий при бурении скважины в конструкции бура использованы интересные технические решения. Режущие кромки бура оснащены эффективными резами, позволяющими облегчить бурение на жестких грунтах. Резцы сделаны из сырой стали. По мере срабатывания они от воздействия абразива в грунте заостряются. При попадании каменных включений до 5 см резы подцепляют их снизу, направляя в накопитель грунта.

Если обычные буры с прямолинейной режущей кромкой снимают с грунта стружку, то резы бура ТИСЭ вспахивают грунт, на что требуется значительно меньших усилий.

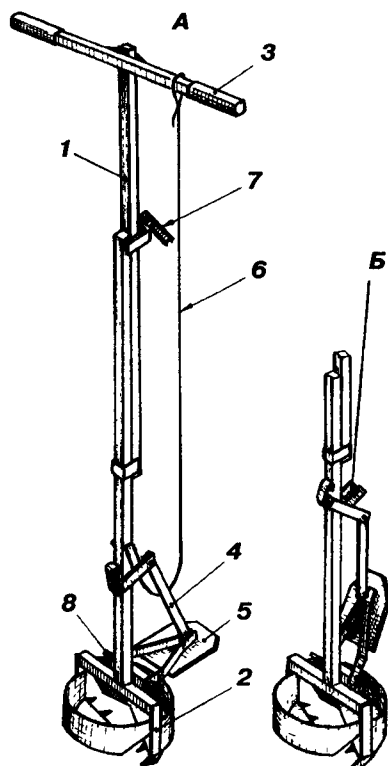


Рис. 135. Фундаментный бур ТИСЭ-Ф:

- А — с откинутым плугом;
- Б — с убраным плугом;
- 1 — раздвижная штанга; 2 — накопитель грунта; 3 — рукоятка;
- 4 — упор двухзвенный; 5 — плуг;
- 6 — шнур; 7 — стопор резьбовой;
- 8 — ось навески плуга

Плуг не имеет подобных резцов, так как с ними он сильно зарывается в грунт и повернуть бур становится очень сложно. Кроме того, если при бурении цилиндрической скважины вращают бур по часовой стрелке, то при работе с плугом — в обе стороны.

Накопитель грунта не имеет внизу штыря, который традиционно существует на бурах по грунту. Средняя часть скважины не разрыхляется, а целиком поступает в накопитель грунта. Поэтому при бурении скважины не требуется сильно нажимать на бур: он сам достаточно свободно врезается в грунт. Его режущая часть напоминает головку бура, который используются любителями зимней рыбалки.

Накопитель грунта, обладая развитой боковой поверхностью, позволяет обеспечить прямолинейность и вертикальность стенок скважины. Его не уводит в сторону при попадании под резцы корней или камней.

Фундаментный бур оснащен одним плугом, расположенным сбоку (два плуга вручную и не стронешь), что создает при бурении несимметричную нагрузку, которая уравнивается боковыми стенками накопителя грунта. Только при таком выполнении бура стало возможным сделать вручную расширение диаметром 60 см.

Перестановка плуга под различные диаметры расширения (60 и 50 см) осуществляется его переносом по одну или другую сторону от кронштейна навески. У плуга имеется дополнительная пара отверстий под расширение диаметром 40 см (рис. 136).

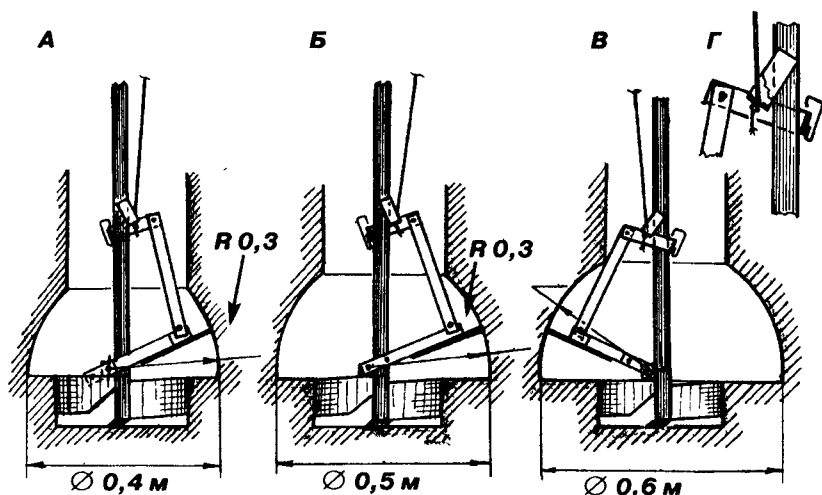


Рис. 136. Варианты навески плуга:

- А — при диаметре расширения 40 см; Б — при диаметре расширения 50 см;
В — при диаметре расширения 60 см; Г — закрепление шнура на упоре

Рабочая головка бура достаточно эффективно работает на различных грунтах. На её базе в помощь застройщику разработаны дополнительные буры серии ТИСЭ.

Фундаментный бур ТИСЭ-2Ф

Для возведения легких ограждений или легких построек разработан фундаментный бур ТИСЭ-2Ф, позволяющий бурить скважину диаметром 20 см и делать расширение диаметром 40 или 50 см. Вес бура — 6,8 кг.

Бур на воду ТИСЭ-В. Диаметр скважины 20 см, раздвигается на 2,2 м, рабочая головка закреплена на штанге бура резьбовым соединением 3/4". Набирая вставку

из 2 – 3 водопроводных труб, соединенных между собой резьбовыми муфтами, можно удлинить штангу бура до 10 м (рис. 137, А).

Бур садовый ТИСЭ-С. Диаметр скважины 20 см, раздвигается на длину 1,1...1,9 м, вес 4,5 кг (рис. 137, Б).

Бур-развертка ТИСЭ-Р. На бур ТИСЭ-Ф (без плуга) навариваются резцы для расширения скважины до требуемого диаметра (не более 40 см). Создание скважин увеличенного диаметра выполняется в два этапа. Сначала бурится скважина диаметром 25 см с применением бура ТИСЭ-Ф, затем она используется как направляющее отверстие и расширяется буром ТИСЭ-Р (рис. 137, В).

6.2. БУРЕНИЕ СКВАЖИНЫ

После устройства обноски приступают к наметке центров будущих опор фундамента. Для этого надо натянуть нити по линии центров опор (рис. 133,138). В соответствии с расчи-

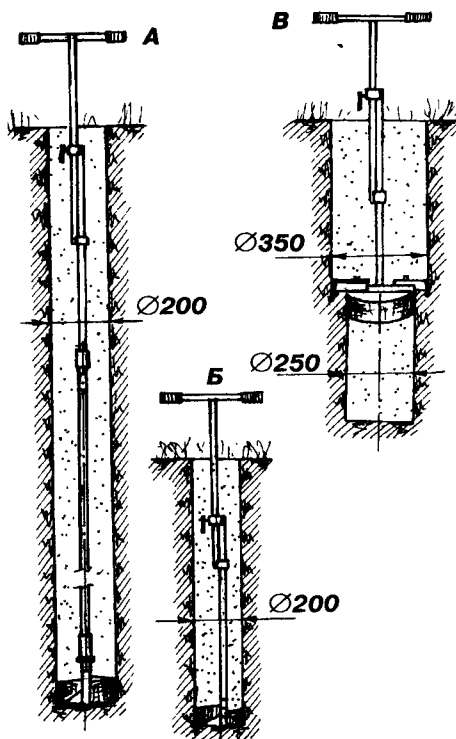


Рис. 137. Буры ТИСЭ (размеры в мм):

- А – бур на воду ТИСЭ-В;
- Б – бур садовый ТИСЭ-С;
- В – бур-развертка ТИСЭ-Р

танным шагом опор с применением отвеса намечают центры опор фундамента, куда забивают заметные небольшие колышки из дерева или металлического прутка. Точность указания центра опоры в боковом направлении – 1 см, а вдоль ленты-ростверка – 10 см.

Из личного опыта

Пригласил на устройство фундамента двух рабочих. Под моим контролем сделали обноски, наметили столбы.

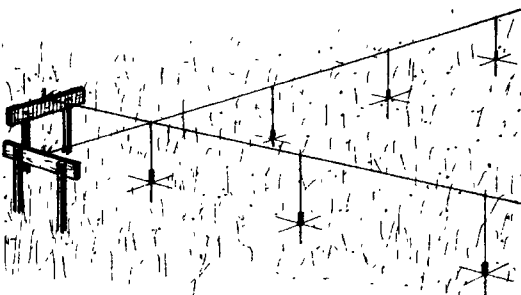


Рис. 138. Разметка опор с использованием обноски

Своих забот у меня было много, поэтому оставшуюся часть работы я контролировал частично (проверял расширение опор внизу). Отлили опоры, приступили к разметке опалубки под ростверк. Оказалось, что линию опор по одной стороне дома они закосили на 20 см! В плане разбивка опор напоминала прямоугольную трапецию. Почему? "А там были корни деревьев", – объяснили невозмутимые жители Средней Азии.

Вышел из положения. Откорректировал положение дома, сохранив его размеры; допустил нецентральное расположение опор относительно ростверка, считая, что его жесткая рама с этим справится. Ширину ростверка пришлось увеличить с учетом расположения "косых" опор.

Бурение цилиндрической части скважины выполняется фундаментным буром ТИСЭ-Ф со снятым плугом (рис. 139, а).

Перед началом бурения точно вокруг намеченного центра опоры лопатой "на штык" делают углубление под размещение накопителя грунта. Для контроля глубины бурения на полностью раздвинутой штанге бура можно краской сделать отметку, соответствующую намеченной глубине бурения.

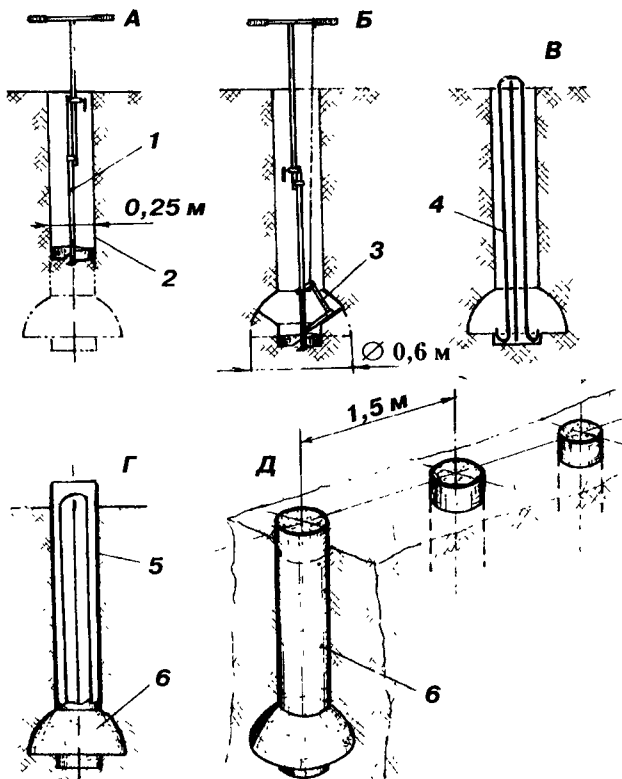


Рис. 139. Создание опоры с применением фундаментного бура ТИСЭ-Ф:

А – бурение скважины; Б – расширение скважины; В – установка арматуры опоры; Г – заполнение скважины бетоном и закладка толевой рубашки; Д – разбивка опор; 1 – фундаментный бур; 2 – скважина; 3 – откидной плуг; 4 – арматура; 5 – толевая рубашка; 6 – фундаментная опора

Глубина бурения на строительной площадке с уклоном задается от поверхности грунта у намеченной скважины, а не от какой-то общей для всего строения горизонтальной плоскости.

Бурение осуществляют вращением бура по часовой стрелке. По мере заполнения накопителя грунта бур поднимают и опорожняют. Если грунт сухой и жесткий, то одновременно разбуривают несколько скважин, каждую из которых периодически штыкуют прутком арматуры или остро заточенной лопатой. После заполнения скважин водой твердый грунт размягчается и легче разбуривается.

Наличие в грунте камней может создать для застройщика определенные проблемы. Камни до 5 см бур свободно "проглатывает". Камни большего размера приходится извлекать иным путем – распатывать их прутком арматуры, доставать мотыгой или тяпкой. Если не доходя до глубины промерзания 0,5 м попался большой валун, то расширение скважины можно выполнять непосредственно над ним. Если

же валун оказался выше, то эту скважину следует заполнить грунтом, уплотнить и пролить водой, а затем приступить к бурению новой. В этом случае общую разбивку опор менять не следует. Допустимо местное уменьшение-увеличение шага до 0,5 м (рис. 129, в).

Сложности в работе возникнут и при высоком уровне грунтовых вод. Но они будут сказываться только при заполнении скважины бетоном. Следует учитывать, что в скважине с расширенной нижней частью вода может вызвать обрушение сво-

да над расширением (рис. 140). Поэтому заполнять скважину бетоном в этом случае лучше всего сразу после бурения.

При высоком уровне грунтовых или паводковых вод закладку фундамента лучше осуществлять летом или осенью, когда верховодка уйдет.

Для уменьшения усилий, прикладываемых к рукояткам бура, некоторые застройщики удлиняют их. Как правило, это приводит к скручиванию штанги бура, что исправить невозможно.

Для повышения эффективности бурения иногда приходится отгибать переднюю режущую кромку вниз, увеличивая тем самым "задний угол" резанья.

Образование в скважине полусферической полости выполняется плугом, который закрепляется на буре в одном из трех положений (рис. 139, б). Расширение диаметром 60 см — основная позиция плуга, предназначенная для создания опоры высокой несущей способности (рис. 136, в). Если строение легкое (щитовой дом, веранда, гараж), то расширение диаметром 50 см будет достаточным (рис. 136, б). Если опора создается под крыльцо или ограждение, то возможен диаметр 40 см (рис. 136, а). Расширение скважины осуществляется при вращении бура по часовой стрелке, без вертикального нажима на рукоятки. Бур можно вращать

и против часовой стрелки, но от попадания грунта под накопитель он начинает подниматься вверх, "всплывать", затрудняя работу с плугом, упирающимся в свод сферической полости.

В процессе работы расширение скважины похоже на воронку. Снятый грунт по стенкам воронки скатывается в накопитель грунта, который опорожняется с каждым подъемом бура.

Когда расширение скважины выполнить сложно, то стоит вспомнить приемы, облегчающие этот процесс.

— Если штангой бура описывать коническую траекторию, то расширение скважины выполняется в более мягком режиме (рис. 141).

— На отдельных этапах разбуривания серьгу стопорного механизма можно снять со штанги. В этом случае двухзвенник будет как бы продолжением шнура, который управляет плугом (рис. 142).

— Если грунт слишком жесткий, то расширение необходимо выпол-

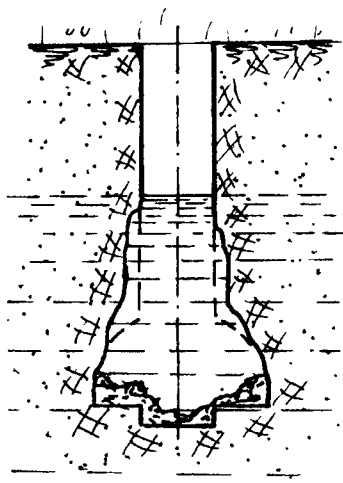


Рис. 140. Обрушение скважины при высоком уровне грунтовых вод

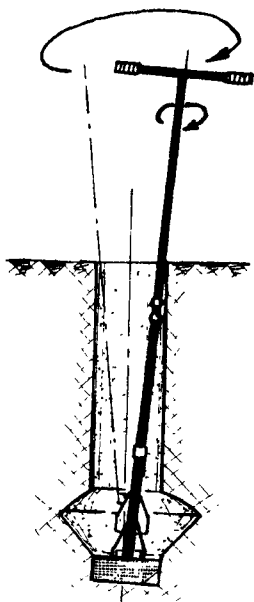


Рис. 141. Расширение скважины. Бур вращают по конической траектории

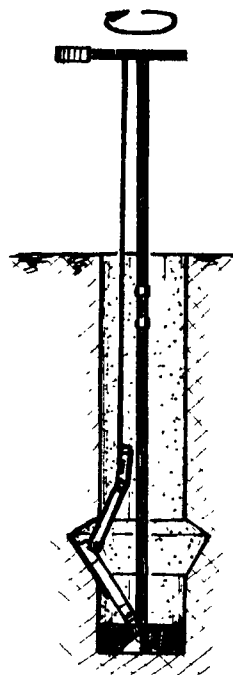


Рис. 142. Расширение скважины. Серьга снята со штанги

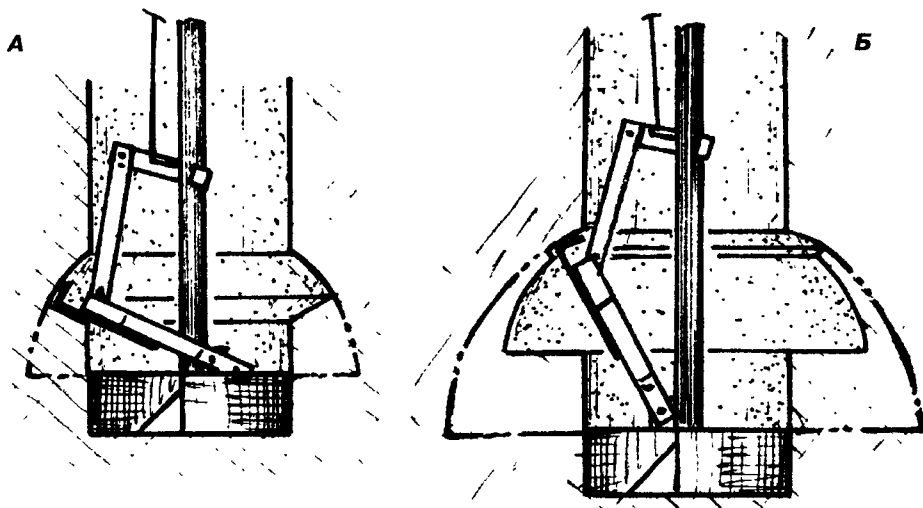


Рис. 143. Расширение скважины в два приема:
А — расширение малым диаметром; Б — окончательное расширение

нять в два перехода. Сначала работают с меньшим расширением (диаметр 40 или 50 см), а затем выполняют окончательное расширение, перед которым лучше сначала углубить скважину на 10 см (рис. 143).

— Если грунт слишком жесткий, то расширение можно выполнять, чередуя работу с плугом и работу с самодельным долбежным инструментом (пруток арматуры 12 — 14 мм с приваренной отогнутой лапкой из листа толщиной 3 — 5 мм) (рис. 144). На таком грунте выполнять расширение максимального диаметра нецелесообразно, т. к. несущая способность столба со средним диаметром и так достаточно высока. Лучше уменьшить шаг фундаментных столбов и, соответственно, увеличить их количество.

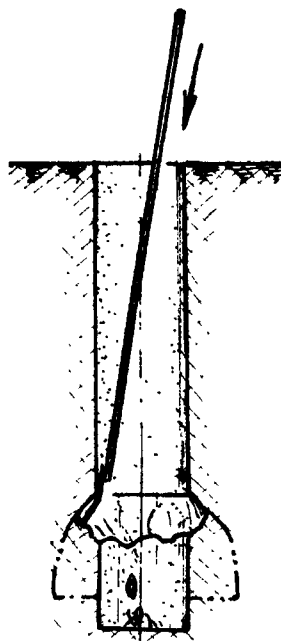


Рис. 144. Долбежный инструмент для разделки скважины в зоне расширения

Продолжительность бурения одной скважины с расширением сильно зависит от грунта. На песке это займет не более 30 минут, на глине — около 1,2 часа, а на жесткой глине — не менее 1,5...2 часов.

Армирование опоры — та подготовительная работа, которая может выполняться до начала строительства. Наиболее распространенный вариант арматуры для столбов — две скобы диаметром 10 — 12 мм (рис. 139, в). Их удобно гнуть трубой, заложив свободную часть прутка в узкую щель (рис. 145). Армирование опоры может выполняться с использованием отдельных прутков, связанных наверху друг с другом проволокой или веревкой. Верхняя часть арматуры может выступать за верхний обрез опоры, хотя в дальнейшем это может несколько затруднить устройство ленты-ростверка.

Внимание

Если участок имеет уклон больше 10%, то арматуру следует выпустить в тело ростверка и не менее чем на 20 см. Жесткое соединение опоры с ростверком исключит возможность их отклонения при подвижках почвы.

Арматурой может служить и свернутая арматурная сетка (проволока 5 – 6 мм с ячейкой 100 – 150 мм).

В качестве арматуры можно применить практически любой длинномерный материал (угольники, железные полосы или прутки...).

Трубы использовать не рекомендуется. При высоком уровне грунтовых вод вода попадет в полость трубы и, расширяясь при замерзании, создаст в массиве бетона растягивающие напряжения, способные разрушить его структуру. Если трубы находятся близко к краю опоры, то отслаивание бетона неизбежно (рис. 146).

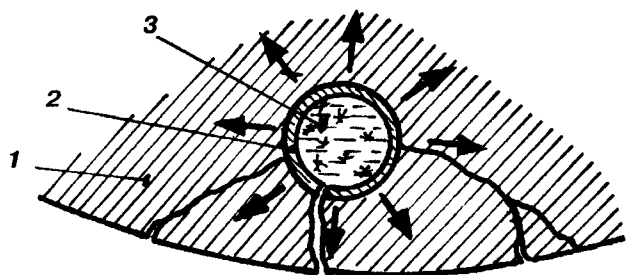


Рис. 146. Разрушение бетона около арматуры:
1 – бетон; 2 – труба; 3 – лед

выступающие элементы (резьбовые муфты, приваренные пластины или прутки...).

Главное — арматура должна быть очищена от грязи, толстого слоя ржавчины, смазки и краски. Обычный тонкий налет ржавчины не мешает. Для проведения очистки подойдет стальная щетка или эквивалентная насадка на дрель. Очистка выполняется для обеспечения хорошего сцепления металла с бетоном.

Какой длины должна быть арматура?

Основное ее назначение — дать пучинистым грунтам оторвать расширенную часть опоры. Исходя из этого, верхняя законцовка арматуры должна быть выше расширенной части не менее чем на 0,7 м, т.е. высота петли — около 1,2 м.

Хотя армирование столбов необходимо, не следует излишне беспокоиться по этому поводу. После загрузки фундамента домом арматура столбов практически выключается из работы, так как растяжение, на которое она рассчитана, исчезает.

Но полностью её игнорировать не следует. Арматура нужна и для того, чтобы

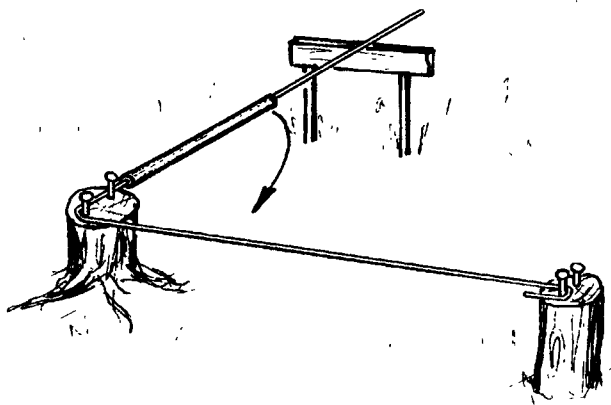


Рис. 145. Изготовление арматуры опоры

в дальнейшем образованные трещины будут насыщаться водой, разрушение бетона продолжится, а сама арматура, потеряв сцепление с бетоном, выключится из работы.

Если у застройщика кроме труб ничего нет, то располагать их следует ближе к середине поперечного сечения опоры. Для нормальной работы в бетоне на концах труб должны быть какие-нибудь

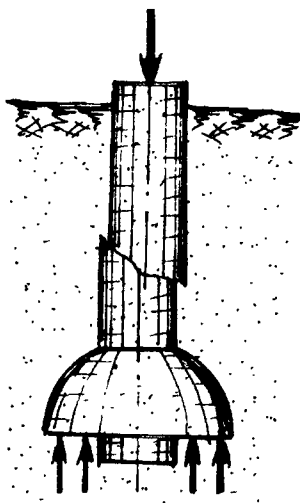


Рис. 147. Срез опоры без арматуры от действия вертикальной нагрузки

фундаментный столб от сжатия не срезался (**рис. 147**).

Между прочим, такой срез может возникнуть и в том случае, если при заполнении скважины бетоном кусочек гидроизоляции из полиэтиленовой пленки случайно оторвется или подвернется, оказавшись где-то в середине бетонного массива.

Основное правило при любом армировании: арматура должна быть в теле бетона не ближе 3 — 4 см от боковой поверхности (столба). Это необходимо и для защиты стали от влаги, и для полноценного включения арматуры и бетонного массива в совместную работу.

6.3. БЕТОНИРОВАНИЕ ОПОРЫ

Приготовление бетона — наиболее трудоемкая и ответственная часть работы. В качестве рабочей смеси можно использовать пескобетон и бетон со щебнем (подробнее о бетоне и бетонировании — в разделе "Бетонирование"). Для снижения расхода цемента в бетон вводят щебень, который заполняет объем бетонной смеси. Среди застройщиков бытует ошибочное мнение, что щебень позволяет повысить прочность бетона. Нет, он вводится

только для экономии цемента. Более того, использование известкового щебня или кирпичного боя в качестве заполнителя существенно снижает морозостойкость бетона. Использование мелкого пылеватого песка в качестве заполнителя бетонной смеси недопустимо. Не следует делать бетонную смесь излишне подвижной: на лопате она должна лежать лепешкой толщиной около 10 см. Повышенная влажность смеси — это увеличение расхода цемента, снижение морозостойкости, причина расслоения бетонной смеси.

Для приготовления бетона следует знать объем скважины и расход материалов. Объем скважины диаметром 0,25 м, глубиной 1,5 м и с расширением 0,6 м — около 0,12 м³. Если используется бетон без щебня (пескобетон), то на одну скважину потребуется 1 мешок цемента, 12 ведер песка (2 тачки) и 2,5 ведра воды (если песок — с умеренной влажностью).

Заполнение скважины бетонной смесью

Определенные сложности при заполнении скважины бетоном, как уже говорилось, могут возникнуть только при высоком уровне грунтовых вод. В этом случае заполнение скважины бетоном лучше выполнять сразу после устройства требующей скважины.

Если вода поступает слишком быстро или заполнение скважины бетоном было отложено и она наполнилась водой, бетонирование можно выполнять одним из двух способов.

- Непосредственно перед заполнением скважины бетонной смесью удалить воду насосом или отчерпать её жестяной банкой, прибитой к шесту (**рис. 148**).

— Заполнять скважину бетоном через жестяную трубу (вентиляционную, канализационную или водосточную) диаметром более 100 мм с воронкой. Трубу опускают до дна и по мере заполнения скважины бетоном поднимают вверх. Бетон будет вытеснять воду снизу, не перемешиваясь с ней. Вместо водосточной трубы можно

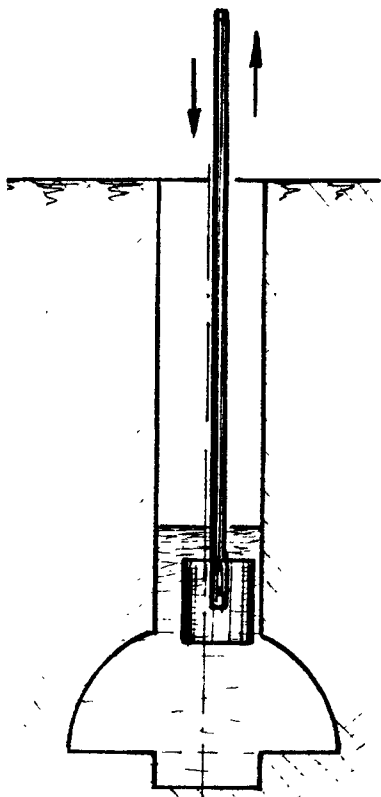


Рис. 148. Удаление воды из скважины

После установки арматуры расширенную часть скважины заполняют свеженприготовленной бетонной смесью, а затем в неё заводят толевую рубашку — свернутый в рулон лист толи, жесткого пергамина или рубероида. Развертка для толевой рубашки делается такой, чтобы она выступала из скважины на 15 см (рис. 139, г). Следует заметить, что создаваемая опора должна выступать на 15 см за уровень грунта вне зависимости от его уклона. Закладка толевой рубашки выполняется после заполнения бетоном расширенной части

использовать пластиковую (рис. 149).

Приступая к заполнению скважины бетоном, следует помнить, что здесь никакую подушку из песка или щебня не создают. Выполняется так называемая набивная свая.

Внимание!

Многие застройщики считают, что для любого фундамента требуется песчаная подушка. Это заблуждение. Она выполняется только для мелкозаглубленного фундамента.

Если на дно скважины насыпать песок, то, во-первых, его насыпная плотность будет низкой и разной на всех опорах фундамента, отчего и несущая способность созданных опор не будет одинаковой; во-вторых, часть цементного молока из бетонной смеси уйдет в подушку и снизит тем самым прочность и морозостойкость нижней части самой опоры.

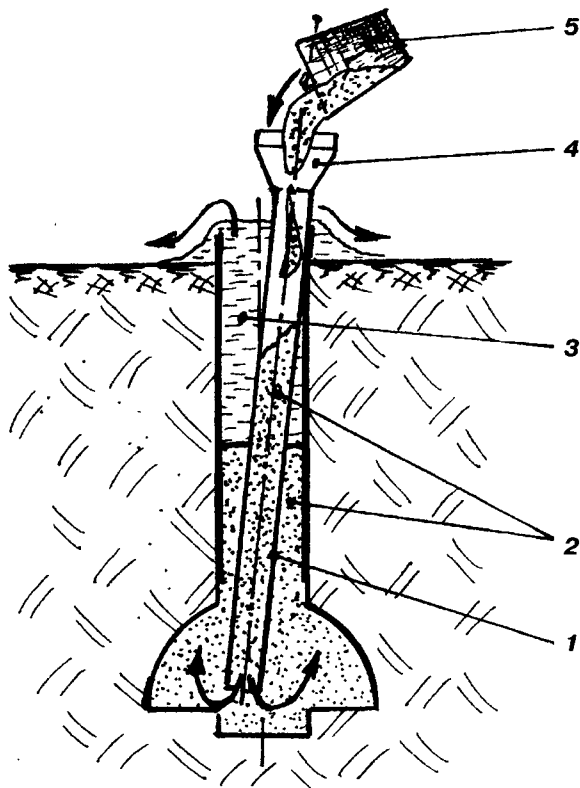


Рис. 149. Вытеснение воды из скважины бетонным раствором:

- 1 — труба; 2 — бетонный раствор; 3 — вода;
- 4 — воронка; 5 — ёмкость с раствором

скважины, чтобы она случайно туда не провалилась. Бетонная смесь закладывается под верхний обрез толевой рубашки (рис. 139, д).

При работе с буром верхняя часть скважины разбуривается сильнее, кромки заваливаются, от этого скважина сверху не имеет строгой цилиндрической формы. Чтобы опора была ровной по всей высоте, можно изготовить небольшое приспособление. Из жести скручивают цилиндрическую обойму диаметром 25 см и высотой около 40 см, которую одевают на выступающую часть толевой рубашки. Для этой цели может подойти цилиндрическая емкость из-под краски с отрезанным дном. Обойма закрепляется на простом деревянном каркасе (рис. 150, а).

Использование приспособления понятно из рисунка. Обращаем внимание на то, что песчаная подсыпка вокруг его обечайки закладывается для того, чтобы после подъема приспособления цилиндрическая форма выступающей части опоры сохранилась.

В процессе закладки в бетонной смеси остаются воздушные полости, которые могут составить до 5% от общего объема смеси. При высоком уровне грунтовых вод, просочившись в пузырьки сквозь структуру бетона, при замерзании может раз-

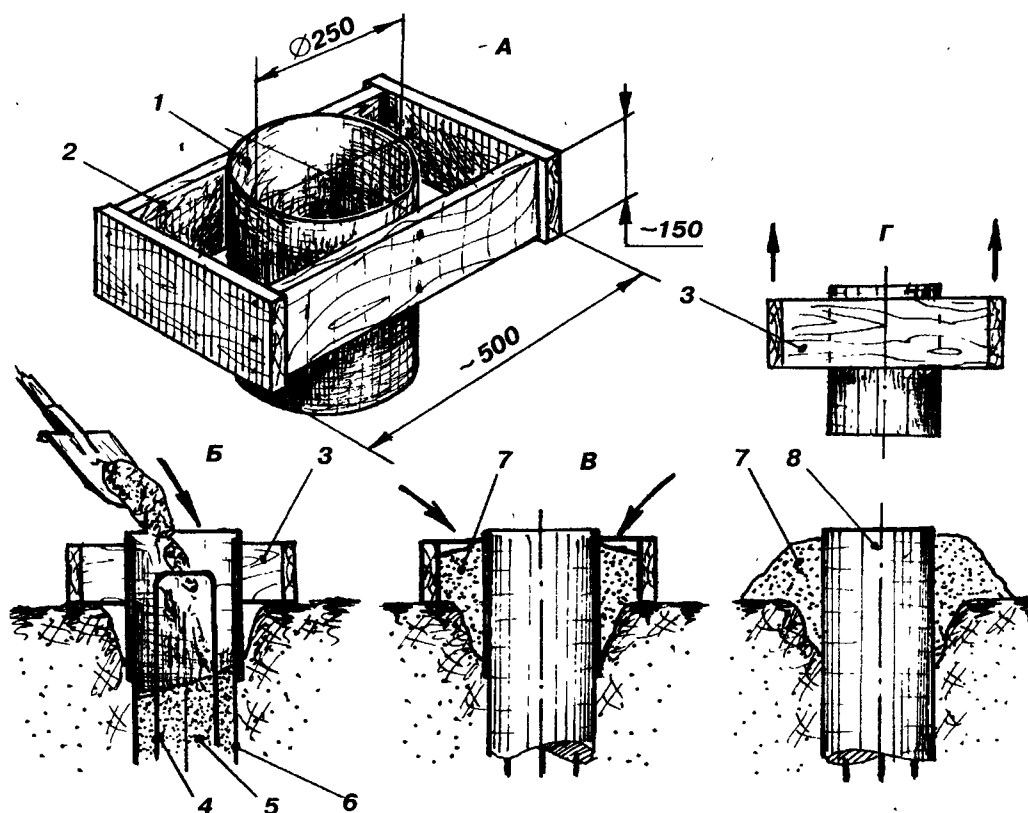


Рис. 150. Приспособление для заполнения скважины бетоном (размеры в мм):

А — общий вид приспособления; Б — установка приспособления; В — заполнение каркаса песком; Г — подъем приспособления; 1 — обечайка; 2 — каркас; 3 — приспособление; 4 — арматура опоры; 5 — бетонная смесь; 6 — толевая рубашка; 7 — песок

рушить опору изнутри. Уплотнение бетонной смеси сводится к удалению этих воздушных пузырьков.

В строительной практике используется два способа уплотнения: виброуплотнение и штыкование. Первый сводится к погружению вибратора, от работы которого бетонная смесь приобретает большую подвижность и пузырьки воздуха быстро всплывают.

Второй способ уплотнения — штыкование — доступен индивидуальным застройщикам из-за своей простоты. Его суть состоит в прокалывании воздушных полостей и в удалении из них воздуха (рис. 151). Для этого используют пруток арматуры диаметром 10 — 12 мм. Техника штыкования бетона состоит в погружении прутка в бетонный раствор с его полным извлечением. Такой метод уплотнения смеси основывается на том, что пузырьки воздуха в бетонной смеси находятся под большим гидростатическим давлением (на глубине в 1 м перепад давления — 0,2 атм). С уменьшением глубины перепад давления в пузырьках воздуха снижается до нуля. От такого распределения давления в бетонной смеси воздушные пузырьки надежно "прилипают" к законцовке прутка и удаляются при его извлечении.

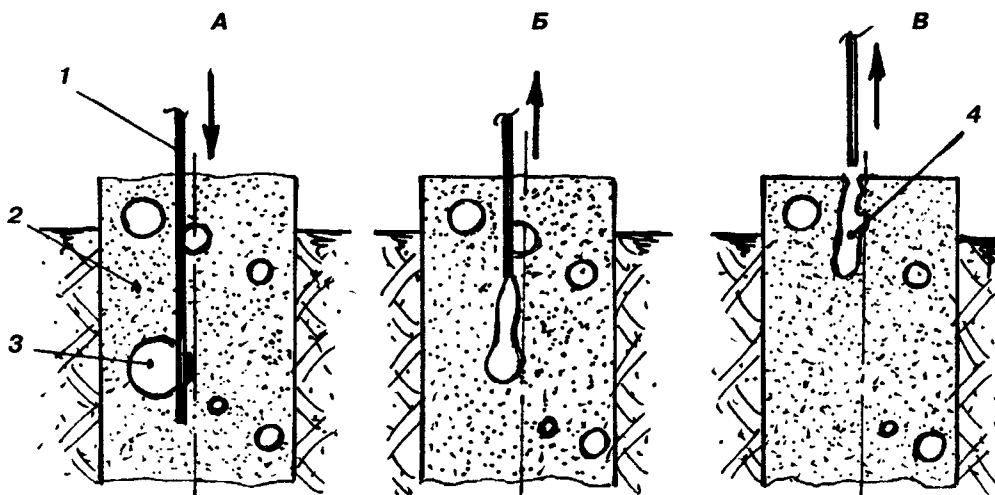


Рис. 151. Уплотнение бетонной смеси штыкованием:

А — прокалывание воздушных пузырьков; Б — подъем прутка; В — удаление воздуха из смеси; 1 — пруток; 2 — бетонная смесь; 3 — пузырьки воздуха; 4 — удаляемый воздух

По заполнению скважины бетоном и после снятия приспособления поверхность выравнивается под горизонт и заглаживается. Если строительная площадка имеет уклон, то и тогда поверхность опоры выполняется горизонтально, без уклона.

Завершающий этап создания опор — гидроизоляция верхней их части. Для этого может использоваться разогретая битумная мастика, которая наносится на верхнюю плоскость опор не раньше чем через 1 — 2 дня.

ГЛАВА 7. УСТРОЙСТВО РОСТВЕРКА

7.1. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Соединение опор лентой-ростверком — завершающий этап создания столбчато-ленточного фундамента. Эти работы могут начинаться сразу после создания опор. Выбор поперечного сечения ростверка, его армирование и уклон участка — основные проблемы, возникающие у застройщиков.

Как уже отмечалось, под лентой-ростверком обязательно должен быть воздушный зазор не менее 15 см.

Внимание! Распространенная ошибка

Общение с застройщиками показывает, что иногда возникает желание совместить столбчатый фундамент, возведенный с применением фундаментного бура ТИСЭ-Ф, с мелкозаглубленным.

Логика таких рассуждений следующая: "Мне бур ТИСЭ-Ф понравился. Буду делать фундамент с ним, но на всякий случай ленту я все же заглублю: хуже не будет. На фундаменте я экономить не собираюсь. Сделаю крепче, ведь строю для себя..."

Ошибочность такого подхода очевидна. При промораживании пучинистого грунта лента фундамента поднимется, а расширение опоры будет препятствовать этому. Происходит либо разрыв опоры (рис. 152), либо подмятие свода над расширением. Застройщик, послушавший свой внутренний голос, ошибется, создав вместо заглубленного фундамента мелкозаглубленный. Никакие песчаные подсыпки под лентой фундамента особой пользы не принесут, ведь песок не-

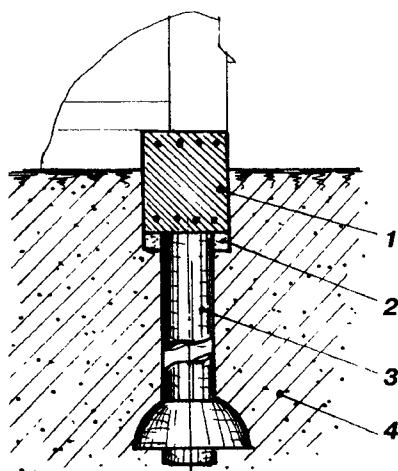


Рис. 152. Разрушение опоры пучинистым грунтом при мелкозаглубленной ленте фундамента:
1 — лента; 2 — песок;
3 — опора; 4 — мерзлый грунт

сжимаем и в данном случае будет выполнять функцию жесткой прокладки. Так что сидеть на двух стульях не очень удобно.

Поперечное сечение ростверка определяется видом строения, толщиной возводимых стен, уклоном строительной площадки и выбранной схемой цоколя. Для того чтобы застройщик мог сам свободно в этом разбираться, следует понять назначение ростверка.

Если дом *деревянный*, бревенчатый или щитовой, то высота ростверка – не менее 40...60 см. Это обеспечит фундаменту достаточно высокую изгибную жесткость и отделит деревянный венец дома от зоны с повышенной влажностью. Ширина ростверка определяется конструкцией стен и нижнего перекрытия. В традиционной практике возведения деревянных домов стены и перекрытие первого этажа опирают на столбы. Если стены дома застройщик решил опирать на ростверк, то перекрытие первого этажа также может опираться на столбы (рис. 153). При опоре на ростверк можно увеличить его ширину под концы балок перекрытия (рис. 154, а). Создавая ростверк, не следует забывать о продухах – отверстиях, которые желательно располагать не ниже 30 см от поверхности отмостки.

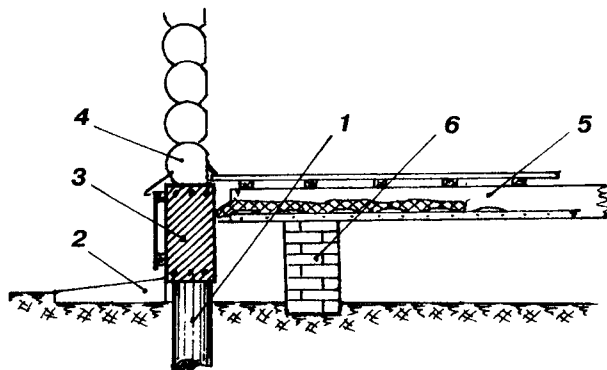


Рис. 153. Разделение опор под стены и перекрытие в деревянном доме:

- 1 – опора фундамента; 2 – отмостка;
- 3 – ростверк; 4 – бревенчатая стена;
- 5 – перекрытие; 6 – опора перекрытия

Если дом *каменный*, то высота сечения ростверка может быть не менее 15...20 см, а ширина должна соответствовать толщине стены (рис. 154, б). Основное назначение ростверка в этом случае – соединить опоры и дать возможность возводить саму стену, выдержать вес первых рядов каменной кладки. Больших изгибных нагрузок

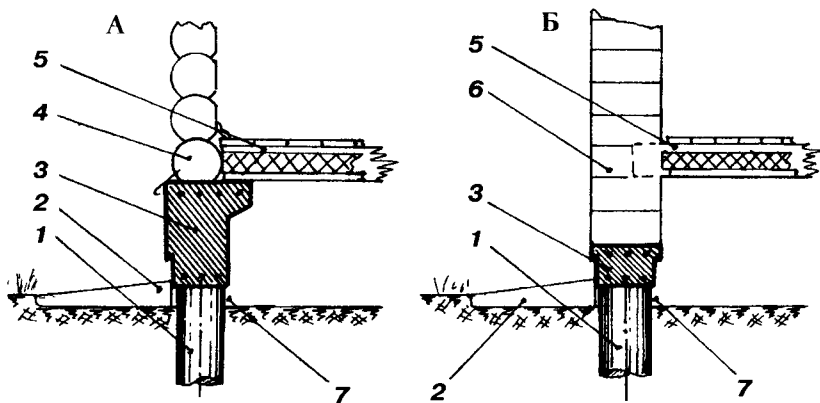


Рис. 154. Устройство ростверка:

- А – для деревянного дома; Б – для каменного дома; 1 – опора фундамента;
- 2 – отмостка; 3 – ростверк; 4 – бревенчатая стена; 5 – перекрытие;
- 6 – каменная стена; 7 – воздушный зазор

на него нет, так как в каменном доме основное восприятие изгибных нагрузок приходится на сами стены, обладающие значительной изгибной жесткостью. Вентиляционные отверстия — продухи — можно выполнять как в ленте, так и в самой стене, непосредственно под цокольным перекрытием.

Ширина ленты-ростверка должна быть согласована и с самой стеной, с её утеплением и внешней отделкой; с тем, какой цоколь планируется выполнить (выступающий, западающий или ровный). В конструкции ростверка должен быть предусмотрен отвод ливневых осадков, стекающих со стены.

Наличие уклона строительной площадки обязательно скажется на конструкции ростверка. Если уклон площадки небольшой, то лента ростверка будет переменной высоты. Нижняя поверхность будет идти вдоль уклона, а верхняя — горизонтально (рис. 155).

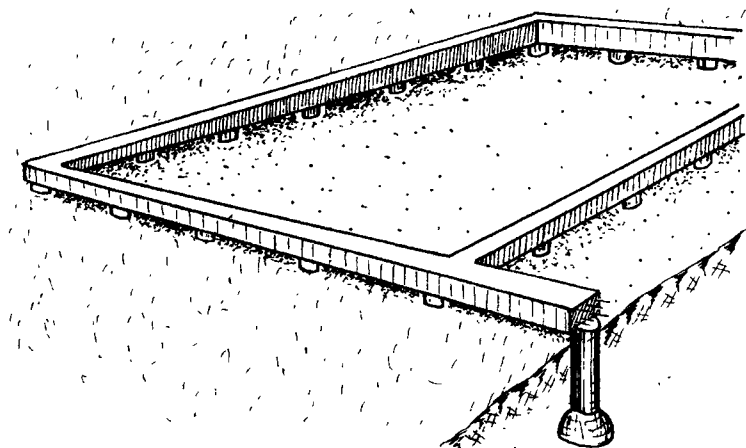


Рис. 155. Ростверк на участке с уклоном имеет переменную высоту

При большом уклоне ростверк может иметь ступенчатую форму (рис. 156). Арматуру опор следует выпустить в тело ростверка не менее чем на 20 см и саму опору ввести в него на 4...6 см (рис. 157). Высоту ступеней ростверка следует согласовать с толщиной кладочного слоя возводимой стены. Место ступеней не должно привяз-

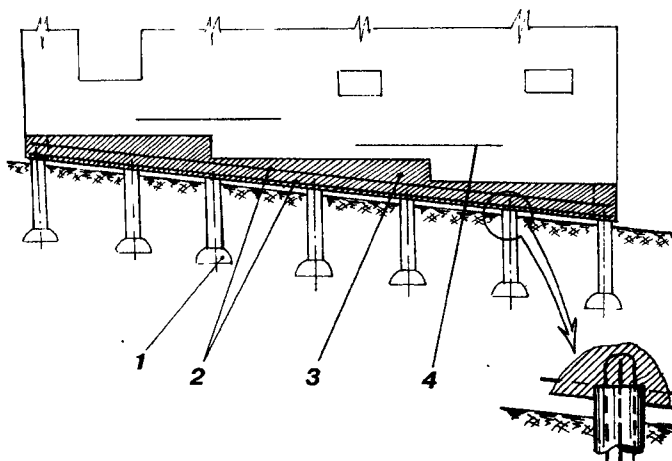


Рис. 156. Ростверк на участке с большим уклоном:
1 — опора; 2 — арматура ростверка; 3 — ростверк; 4 — арматура стены

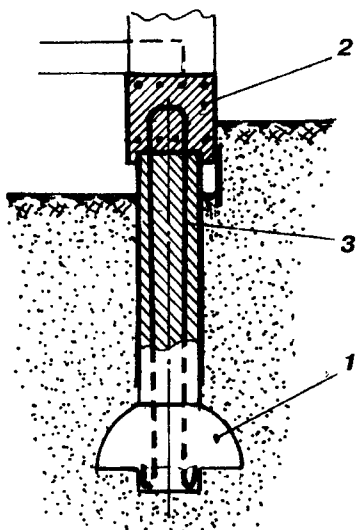


Рис. 157. Сечение ростверка на участке с уклоном:
 1 — опора; 2 — ростверк;
 3 — арматура опоры

зываются к расположению опор: оно свободно. При возведении стены в зоне ступеней ростверка следует проложить арматуру, исключая появление трещин. Арматура может располагаться только в зоне ступеней или может проходить вдоль всей стены в одной общей плоскости.

Если ростверк узкий, меньше чем 25 см, то верхнюю выступающую его часть обрезают с тем расчетом, чтобы её край не доходил до кромки ростверка ближе чем на 2...3 см (рис. 158). Срезку лучше выполнять по шнурам обноски и до того как бетон наберет прочность. Такая срезка на надежности опоры не скажется, даже если ширина законцовки будет 10 см, ведь узкая стена и вес имеет небольшой.

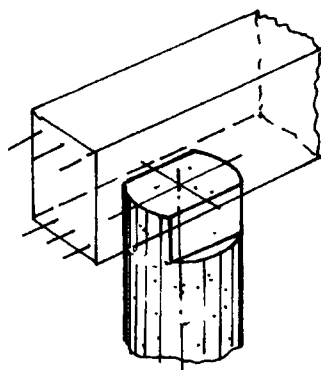


Рис. 158. Законцовка опоры при узком ростверке

7.1. УСТРОЙСТВО ОПАЛУБКИ

Устройство опалубки ленты-ростверка выполняется в описанной далее последовательности и с учетом следующих рекомендаций.

— Нанесение гидроизоляции (битумная мастика) на верхнюю часть опор фундамента (рис. 159, а).

— Устройство песчаной подсыпки по периметру фундамента выполняется под уровень верхней плоскости опор, на ширину ростверка (рис. 159, б). Если участок имеет уклон, то песчаная подсыпка, сохраняя свою толщину, делается с тем же уклоном.

— При наличии уклона (а он всегда есть) можно рекомендовать такую конструкцию опалубки для ростверка, в которой верхние доски имеют горизонтальную ориентацию, а нижняя доска укладывается с внутренней стороны опалубки по уклону (рис. 160).

— Монтаж опалубки начинается с забивки кольев. Для них лучше приобрести брус 50x50 или 40x40 мм. Расстояние между кольями вдоль ленты ростверка — не менее 2 м. Для точной их разметки натягивают шнуры обноски, отвечающие внешнему и внутреннему контуру стен дома. Верхний обрез кольев должен располагаться на нулевой отметке. Если высота кольев больше 50 см, то для обеспечения жесткости крепления их законцовки можно попарно соединить горизонтальной планкой (рис. 161, а).

— Закрепление верхних досок опалубки следует начинать от нулевой отметки и выполнять сверху вниз. Доски для опалубки лучше применять обрезные, одного сортамента (22x150 мм, 25x180 мм...). Использование досок от старых строений не

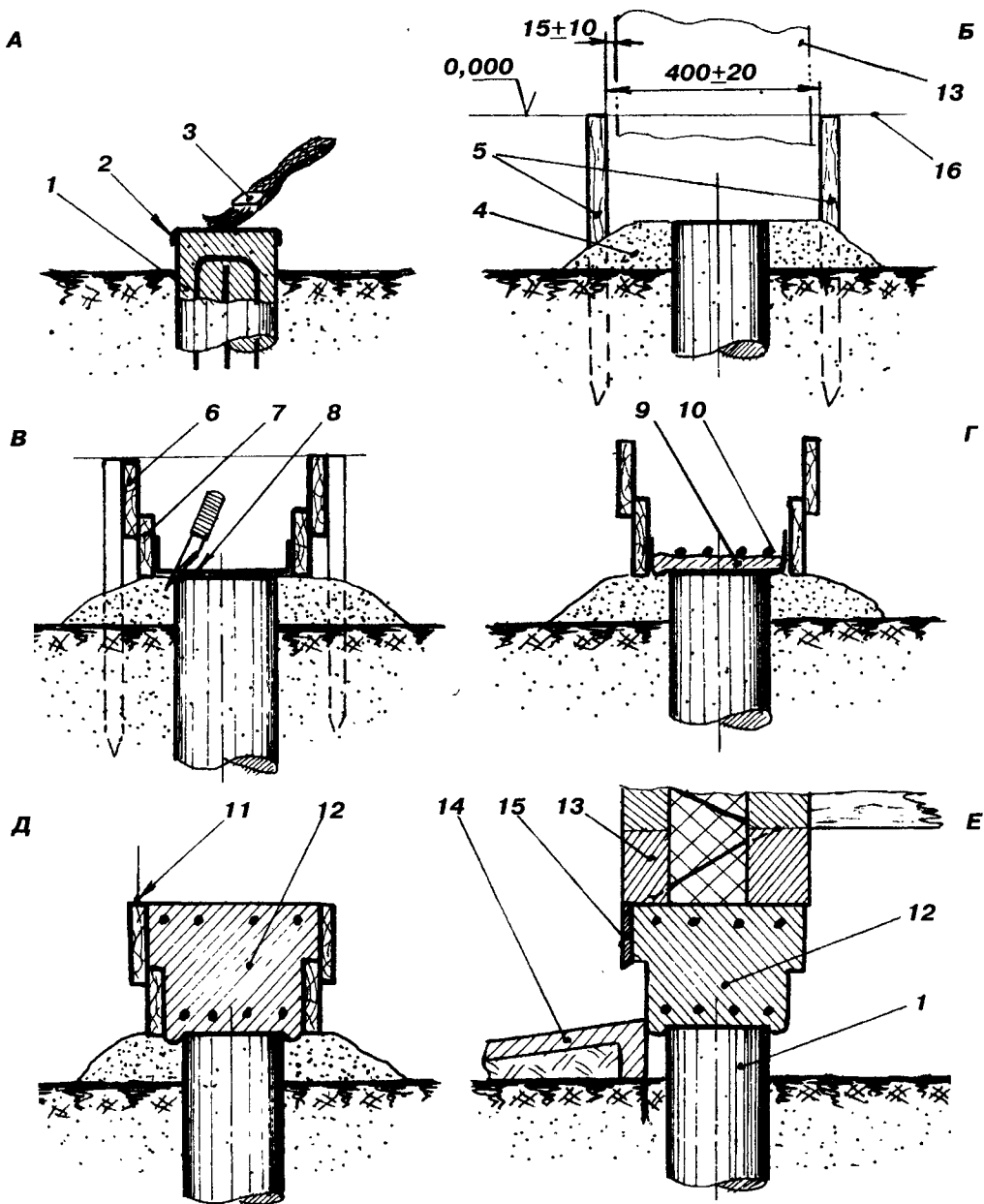


Рис. 159. Последовательность создания ленты-ростверка (размеры в мм):

- А — гидроизоляция законцовки опоры; Б — устройство подсыпки и закрепление колец опалубки; В — монтаж досок опалубки и укладка гидроизоляции; Г — укладка нижних прутков арматуры; Д — завершение армирования и бетонирования; Е — лента-ростверк в окончательном виде; 1 — опора фундамента; 2 — битумная мастика; 3 — кисть; 4 — песчаная подсыпка; 5 — колья опалубки; 6 — верхние доски опалубки; 7 — нижние доски опалубки; 8 — пергамин; 9 — "лепешка" раствора; 10 — арматура; 11 — шнур обноски; 12 — ростверк; 13 — стена; 14 — отмостка; 15 — штукатурный слой; 16 — нулевая линия

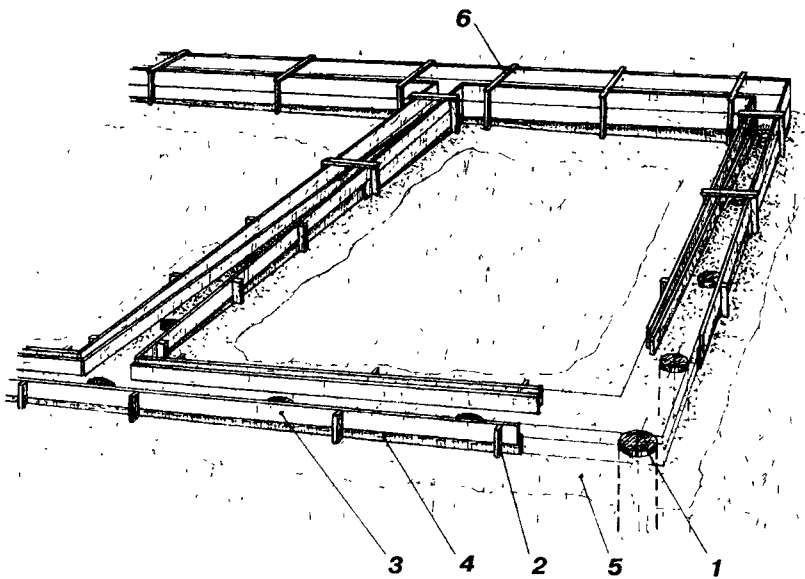


Рис. 160. Общий вид опалубки
ростверка:
1 — опора;
2 — кол;
3 — верхняя доска опалубки;
4 — нижняя доска опалубки;
5 — песчаная подсыпка

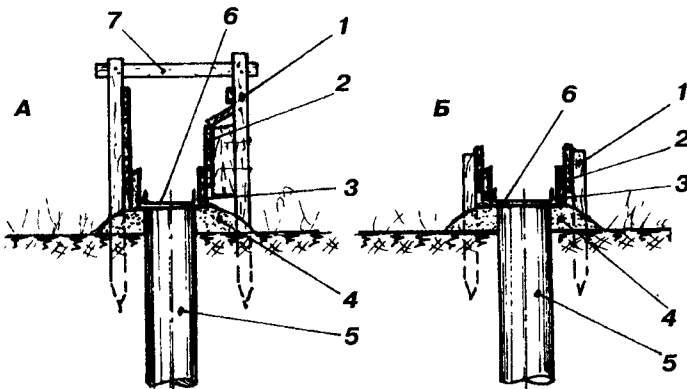


Рис. 161. Опалубка ленты-ростверка:
А — высокого сечения;
Б — низкого сечения;
1 — колья опалубки;
2 — верхние доски;
3 — нижние доски;
4 — песчаная подсыпка;
5 — опора фундамента;
6 — гидроизоляция;
7 — горизонтальная планка

рекомендуется, т.к. работать с ними существенно сложнее, а результат окажется менее качественный. Позднее доски опалубки можно использовать при устройстве перекрытий и кровли. Гвозди крепления досок опалубки к кольям должны быть тонкими и небольшой длины (50x16 или 60x18), т.к. они забиваются без сильных ударов и не вызывают смещение каркаса опалубки. Крепление досок на тонких "саморезах" — более оправданное решение, т.к. их применение исключает ударное воздействие на колья.

— Нижние доски опалубки укладывают на песчаную подсыпку и прикрепляют к верхним "внахлест" гвоздями или "саморезами". Для более жесткого крепления нижних досок в зазор с кольями заводят прокладку в толщину доски.

— В опалубку укладывают гидроизоляцию (пергамин, разрезанный вдоль полотна пополам). В зонах выхода опор в пергамине вырезаются ответные отверстия (рис. 159, в). Вырезанный кусок пергамин оставляют на месте. Гидроизоляция необходима не только для того, чтобы бетонная смесь не потеряла цементное молочко, но и чтобы она не пропитала песчаную подсыпку, не создала из нее прочный трудноудаляемый бетонный массив. Песок вокруг законцовки можно немного удалить, сле-

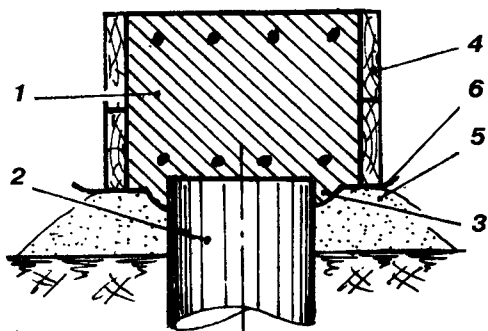


Рис. 162. Устройство кольцевого выступа:
 1 — ростверк; 2 — опора; 3 — кольцевой выступ; 4 — опалубка; 5 — песчаная подсыпка; 6 — гидроизоляция

лав кольцевую канавку глубиной 2...3 см. При бетонировании ростверка бетон, затекший в нее, образует кольцевой выступ, фиксирующий опору более надежно (рис. 162).

7.3. АРМИРОВАНИЕ И БЕТОНИРОВАНИЕ

Процесс армирования и бетонирования ленты-ростверка выполняется одновременно. Обратите внимание стоит на следующее.

— В качестве арматуры используют прутки диаметром 10...14 мм. Большие диаметры использовать можно,

но не целесообразно, т.к. они хуже включаются в совместную работу с бетоном. Общее количество прутков арматуры в сечении ростверка зависит от их диаметра (10 мм — 8 шт., 12 мм — 6 шт., 14 мм — 4 шт.).

— Длину арматуры назначают такой, чтобы в углах она не доходила до поперечных стенок опалубки на 4...10 см. В углах и в Т-образных соединениях ленты-ростверка прутки арматуры пересекаются без какого-либо соединения между собой. Если длина прутков арматуры недостаточна, чтобы перекрыть всю длину стены, то необходимо осуществить перехлест арматуры на длину в 60 диаметров прутков (для 10 мм прутков перехлест составит 0,6 м).

— Перед укладкой нижнего слоя арматуры на гидроизоляцию опалубки ростверка набрасывают "лепешки" бетонного раствора, на которые позднее будут уложены нижние прутки арматуры. Расстояние между "лепешками" — около 1,5 м, а их высота после выравнивания — около 4...5 см.

— После укладки нижних прутков арматуры приступают к заполнению опалубки бетоном. Бетон может использоваться как привозной, так и изготовленный на строительной площадке. В объем ленты-ростверка можно закладывать кирпичный бой, куски застывшего раствора и тому подобное, так как требования по морозостойкости, предъявляемые к ленте-ростверку, существенно ниже, чем у опор фундамента, находящихся во влажном состоянии.

Из личного опыта

После разбора фундамента от бывшего деревянного строения у меня осталось много кирпичей со слоями раствора. На утилизацию не хотелось тратиться. Надо было их куда-то пристроить.

Уклон на моем участке приличный: высота ростверка в самом низком месте застройки доходила до 0,6 м. В середине сечения ростверка я соорудил из этих кирпичей (битых и со слоями раствора) внутреннюю стенку. Экономия во всем была очевидна (рис. 163). Плотной внутренней кладки не получилось, да она и не требовалась. В процессе бетонирования раствор затекал в щели между кирпичами, создавая монолитную конструкцию. Следует заметить, что такая внутренняя стенка из кирпичей улучшает теплоизолирующие свойства ростверка.

— Состав бетона для бетонирования ростверка может быть достаточно разнообразным (см. часть 1). Требования к прочности и морозостойкости бетона умеренные,

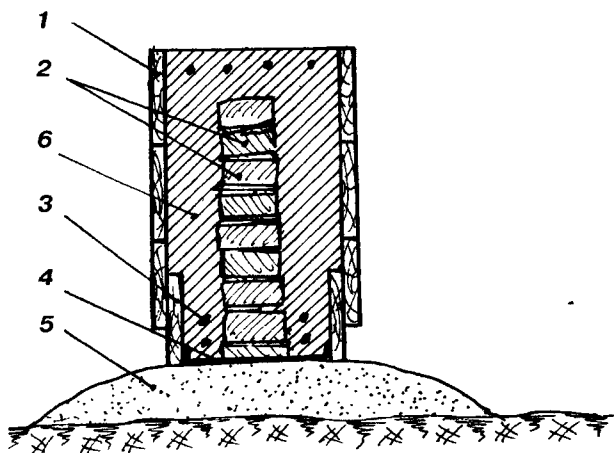


Рис. 163. Заполнение опалубки ростверка старыми кирпичами:
 1 — опалубка;
 2 — кирпичи;
 3 — арматура;
 4 — гидроизоляция;
 5 — песчаная подсыпка;
 6 — бетонный массив

т.к. нагрузки на ростверк небольшие. Сам он отделен от грунта воздушным зазором, и активного его увлажнения не происходит.

— При бетонировании допускаются технологические перерывы, которые желательно устраивать вне зоны стыка арматуры. Требования к бетонированию ростверка достаточно мягкие, так как действующие напряжения в бетоне значительно меньше тех, которые он может выдержать. Можно сказать так: бетонуйте как удобно, не делая перерывы больше трех дней.

— В процессе бетонирования следует контролировать состояние опалубки, её положение относительно шнуров обноски. Если опалубка от давления бетона начинает "раскрываться", то её следует укрепить горизонтальными планками или проводочными скрутками, соединяющими верхние доски между собой.

— Перед завершением заполнения опалубки бетоном на раствор укладывают верхние прутки арматуры. Завершают заполнение опалубки бетонной смесью под верхний обрез опалубки.

— Обращаем внимание на то, что в процессе заполнения опалубки бетоном песчаная подсыпка проседает на 2...3 см. После завершения бетонирования верхняя законцовка опоры фундамента окажется в некоторой полости ленты-ростверка, обеспечивающей боковую фиксацию опоры (**рис. 159, д**).

— Внешняя боковая поверхность ленты-ростверка будет более ровной, если изнутри опалубку закрыть пергамином или другой плотной рулонной гидроизоляцией, закрепленной с применением мебельных скоб, гвоздей или канцелярских кнопок.

— Если процесс бетонирования опор и ростверка выполняется при низких температурах, то без противоморозных добавок этого делать ни в коем случае не следует.

— Если низкие температуры могут возникнуть после бетонирования без противоморозных добавок, то следует утеплить бетон доступными средствами (пленкой, опилками, тканями...) или пролить его водой с противоморозными добавками в довольно высокой концентрации. Если "мороз на почве" может возникнуть через неделю после бетонирования, то по этому поводу беспокоиться не следует.

7.4. ФУНДАМЕНТ ПОСЛЕ БЕТОНИРОВАНИЯ

— При повышенных температурах воздуха для создания нормальных условий созревания бетон увлажняют или накрывают полиэтиленовыми пленками. Гидро-

изолирующую пленку можно создать нанесением клеевых или иных составов (например, клей ПВА).

— Перед началом возведения стен по обноске натягивают шнур, соответствующий внешнему контуру стены. Прямолинейное положение шнура фиксируют на верхней кромке опалубки скобками или мелкими гвоздями. В дальнейшем по этому шнуру будет ориентироваться опалубка ТИСЭ (рис. 164).

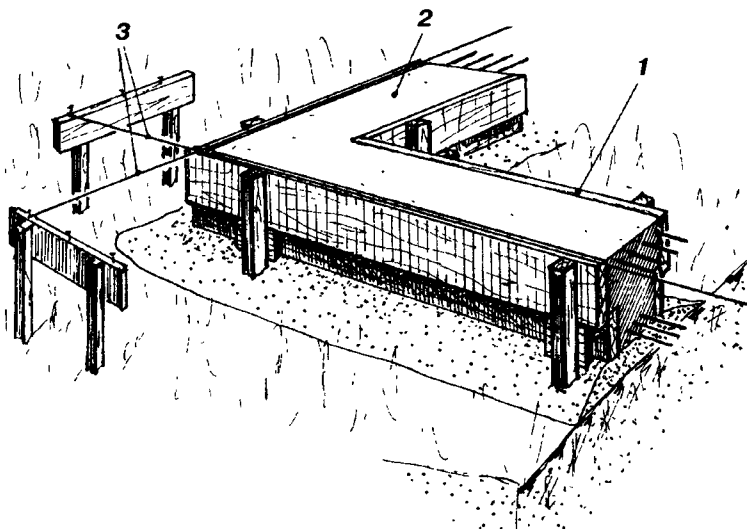


Рис. 164. Фрагмент ростверка перед началом возведения стен:
1 — опалубка ростверка; 2 — ростверк; 3 — шнуры обноски

— Распалубка и удаление песчаной подсыпки из-под ленты осуществляется после укладки первых двух-трех слоев стеновых блоков (рис. 159, е). Углубление, оставшееся от опалубки, заштукатуривается. Нанесенный штукатурный слой может образовать слезник для отвода на отмостку дождевой воды, стекающей со стены.

Ошибочное мнение

Одна из распространенных ошибок — оставлять песчаную подсыпку под лентой-ростверком. Некоторые застройщики считают, что песок — непучинистый материал и вреда от него не будет.

Напоминаем, что песок несжимаем и становится жесткой прокладкой, передающей пучинистые явления от основного грунта на ленту-ростверк.

Не следует затягивать с удалением песка из-под ленты-ростверка на период строительства (рис. 19) и тем более на зиму (рис. 68, а). Дом, построенный без удаления песчаной подсыпки, по сути, будет стоять на незаглубленном фундаменте со всеми вытекающими из этого негативными последствиями.

Если же дом построили, а песок все-таки забыли удалить, то по окончании строительства делать это следует аккуратно, равномерно по всему внешнему и внутреннему периметру ленты фундамента. Аккуратность состоит в том, что песчаную подсыпку следует удалять по частям, например в три захода, обходя весь периметр фундамента под внешними и внутренними стенами, удаляя каждый раз по одной трети длины песчаной подсыпки около каждой опоры.

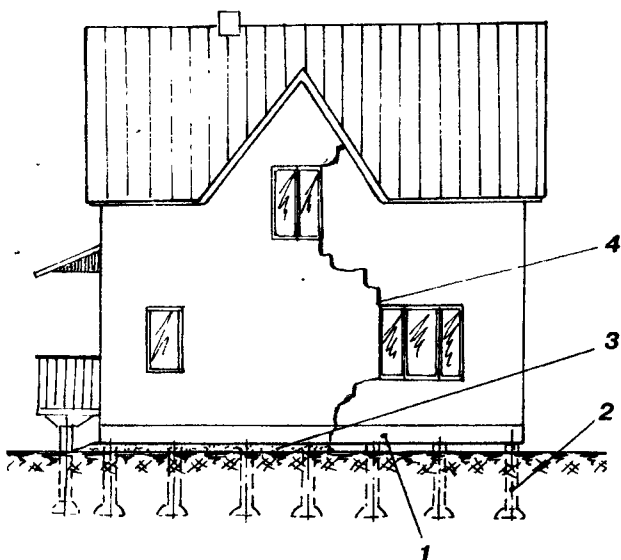


Рис. 165. Неправильное удаление песчаной подсыпки из-под уже построенного дома может привести к появлению трещин:

1 — ростверк; 2 — опора; 3 — песчаная подсыпка; 4 — трещина

Если песчаную подсыпку под опорами удалять сразу во всем объеме, то в какой-то момент окажется, что часть дома опирается на ленточный незаглубленный фундамент, а остальная часть дома — на фундаментные столбы. Такая неравномерность опоры дома вызовет, скорее всего, местную просадку фундамента и появление нежелательных трещин в стенах дома (рис. 165).

Столбчато-ленточный фундамент хорошо возводить не только на пучинистых грунтах. Строительство на песчаных или слабопучинистых грунтах также можно считать целесообразным. Для этого есть все основания.

— Существенно снижается трудоемкость и себестоимость выполнения земляных работ

и бетонирования. Лента фундамента, располагаемая над землей, позволяет уменьшить расход бетона, не зарывать его в землю и одновременно поднимать стены дома.

— Минимальный контакт фундамента с мерзлым грунтом позволяет снизить тепловые потери через фундамент в несколько раз.

— Незначительная боковая поверхность опор и особенность их соединения с ростверком позволяют рассматривать фундамент как виброизолирующую систему, которая значительно снижает уровень вибраций, исходящих от близко расположенных шоссе и железнодорожных магистралей.

— Предложенный фундамент с небольшими доработками обладает сейсмоизолирующими свойствами.

— Благодаря воздушному зазору под лентой-ростверком, опоры можно рассматривать в качестве амортизаторов, которые позволяют компенсировать неравномерные просадки грунта, возникшие из-за климатических условий или нарушения целостности инженерных коммуникаций. Такие фундаментные столбы смягчают опору под каменным домом, как пружины (рис. 166), как вата, уложенная под хрупкую ёлочную игрушку.

На заметку экономным застройщикам

Если считать, что фундамент — это то, что находится ниже уровня земли, а стены — над землей, то по затратам на материалы столбчато-ленточный фундамент по ТИСО почти ничего не стоит. Почему? Считайте сами. Если шаг фундаментных опор — 1,5 м, толщина воздушного зазора под ростверком — 15 см, а ширина зазора — 40 см, то объем воздушного зазора под ростверком — 0,09 м³. Объем опоры, заглубленной на 1,4 м, — не намного больше.

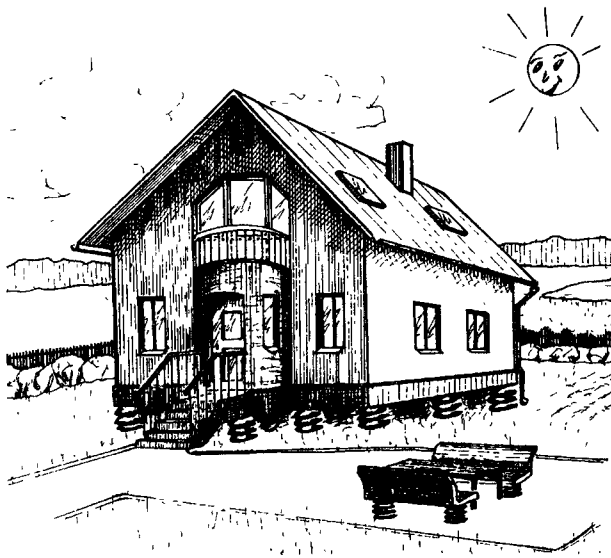


Рис. 166. Опоры по ТИСЭ (амортизаторы) под домом — это его надежность

7.5. УТЕПЛЕНИЕ РОСТВЕРКА

Проблемы энергосбережения, с которыми сталкиваются застройщики, связаны не только с утеплением стен и перекрытий. Утепление ленты фундамента или стен подвала должны рассматриваться в равной степени ответственно. "Холодный" ростверк остужает стены и перекрытие первого этажа, создавая некомфортные условия проживания, ведет к тепловым потерям. Особенное беспокойство возникает у жильцов, если пол первого этажа — холодный. Поверхность пола является единственным элементом ограждающей конструкции дома, с которым человек соприкасается постоянно, наступая на него обутой или босой ногой. Для создания комфортных условий разница поверхности пола должна быть меньше температуры воздуха в помещении не более чем на 2 °С. Конструктивно утепление ростверка увязывается с конструкцией и схемой утепления стен и перекрытия. Желание защитить подпол от грызунов также может сказаться на утеплении и отделке цокольной части здания.

Утепление ростверка столбчато-ленточного фундамента может выполняться застройщиками по различным схемам (рис. 167). Следует только учитывать, что наибольший эффект утепления можно создать при устройстве утепляющего слоя по боковым стенкам ростверка. С внешней стороны ростверк может быть утеплен пенополистиролом, пеноизолом, пенополиуретаном, пенополиэтиленом и другими утеплителями, защищенными снаружи панелями цокольной отделки (декоративные пластиковые панели, сайдинг, панели ЦСП, асбоцементные листы...).

Изнутри ростверк может быть утеплен теми же утеплителями. Это может быть выполнено по традиционной схеме утепления подпола бревенчатых домов, в виде обратной засыпки грунтом. Но в подобном случае щель под лентой следует закрыть любым листовым материалом (рис. 167, а).

Если балки первого этажа деревянные, то защита от грызунов может выполняться как с внешней стороны ростверка (защита щели под ростверком отмосткой), так и со стороны подпола (защита утеплителя жестяным кожухом (рис. 167, в).

Если пол первого этажа — бетонная плита, отлитая на песчаной подсыпке, то теплоизоляция может быть выполнена в виде плит жесткого пенополистирола

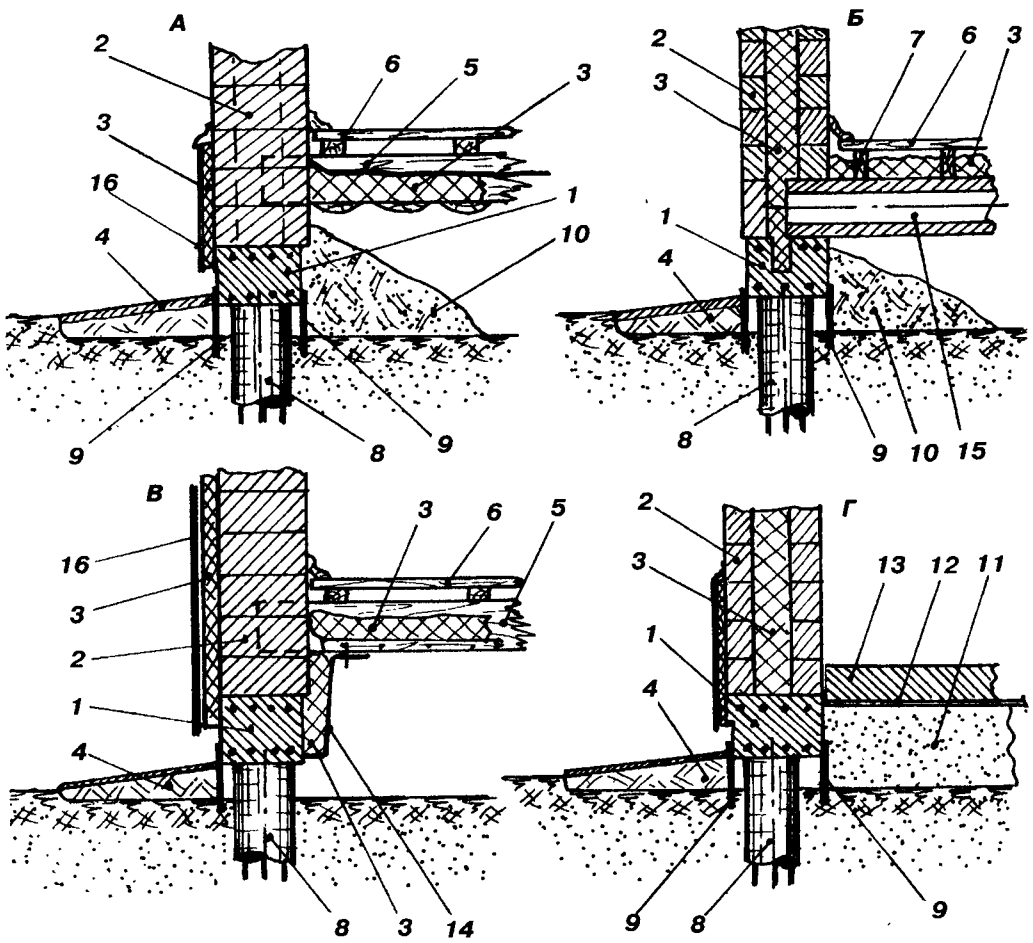


Рис. 167. Утепление ростверка:

А – с деревянным перекрытием; Б – с бетонным перекрытием; В – стены и ростверк с внешним утеплением; Г – с бетонным полом по песчаной засыпке; 1 – ростверк; 2 – стена; 3 – утеплитель; 4 – отмостка; 5 – перекрытие деревянное; 6 – пол; 7 – лаги; 8 – опора фундамента; 9 – пластина-стенка; 10 – обратная засыпка грунта; 11 – песчаная засыпка; 12 – пенополиэтилен; 13 – бетонный пол; 14 – короб жестяной; 15 – плита ж/б перекрытия; 16 – панель внешней отделки

или рулонного пеноизолирующего материала (пенополиэтилен, пенополиуретан...) (рис. 167, г).

Застройщик, не забудь!

Перед началом возведения стен следует обустроить место для подвода к дому инженерных коммуникаций. Это можно выполнить до начала возведения фундамента или после, до монтажа нижнего перекрытия. Застройщики, оттягивающие эту работу на потом, сталкиваются с определенными сложностями. Завести кольцо или вырыть траншеи для подвода воды и отвода канализационных стоков под нижним перекрытием дома бывает крайне сложно.

ГЛАВА 8.

МЕХАНИЗАЦИЯ ФУНДАМЕНТНЫХ РАБОТ

Технология ТИСЭ возведения фундамента постоянно развивается и совершенствуется. Практический опыт и стремление к улучшению вносят в неё свои конструктивные изменения. Но наступает такой момент, когда надо менять что-то по существу.

Технология ТИСЭ, которая изначально рассчитывалась на индивидуальных застройщиков с умеренным достатком, вызвала деловой интерес и у профессиональных строителей. Большие и малые бригады и организации, которые специализируются на возведении домов по своим технологиям, весьма активно применяют столбчато-ленточный фундамент по ТИСЭ. Существенная экономия и высокая надежность фундамента оцениваются ими в полной мере. В то же время профессионалы предъявляют к технологии свои требования. Они готовы приобретать оборудование, но желают, чтобы оно было существенно производительней и обладало более высоким ресурсом, т.е. чтобы оно было профессиональным.

Из интернет-письма

"...Наша архитектурно-проектировочная фирма "Архпроект" хотела бы применить вашу технологию свайных буронабивных фундаментов при проектировании коттеджного поселка. В связи с этим к вам вопрос: насколько данная технология может быть механизирована для строительства в достаточно значительных объемах. Возможен ли вариант полной механизации процесса?"

Определенный интерес к механизации сооружения фундамента по ТИСЭ высказывают организации, напрямую не связанные со строительством. Это железнодорожные службы, возводящие ограждения вдоль железнодорожного полотна; энергетики, прокладывающие линию электропередач в труднодоступных местах. При прокладке газопроводов возникает необходимость в создании фундамента под специальные агрегаты обслуживания и их ограждения.

Технология ТИСЭ предусматривает механизацию отдельных, наиболее трудоемких операций. Предложенные технические решения могут быть реализованы не только профессиональными застройщиками, но и теми, кто посчитает их применимыми на своей строительной площадке.

Механизация фундаментных работ может осуществляться на разных этапах:

— бурение цилиндрической скважины;

- расширение скважины внизу;
- бетонирование ростверка;
- общее бетонирование фундамента.

Теперь о путях механизации этих технологических операций.

Каким образом механизуются эти технологические операции?

Бурение скважины может выполняться с помощью мотобура (рис. 168, а). Средняя мощность — 1,5 кВт (2 л.с.), число оборотов вала — около 150...200 об/мин, диаметр шнека — 24...26 см, вес — около 10 кг. Подобные буры со шнеками разного диаметра находятся в свободной продаже. Фирмы предлагают их с разнообразной комплектацией, полезной строителям-профессионалам.

Расширение скважины внизу выполняют или с применением ручного фундаментного бура ТИСЭ-Ф, или с использованием специального разбуривающего устройства ТИСЭ-ФМ, которым может быть дополнен мотобур серийного производства (рис. 168, б). Эта разработка ТИСЭ существенно расширяет возможности мотобура, позволяет создавать заглубленный фундамент при массовом строительстве индивидуального жилья с существенным сокращением труда и средств.

Бетонирование ростверка может несколько упроститься, если для этого использовать готовый привозной бетон. Для транспортировки его от бетоносмесительного узла (бетонного завода) используют автобетоносмеситель, смонтированный на шасси грузового автомобиля (рис. 169). Объем готового замеса — от 2,5 до 6 м³, в зависимости от типа грузовика и объема бетоносмесительного агрегата.

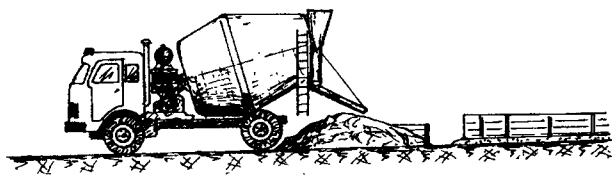


Рис. 169. Автобетоносмеситель

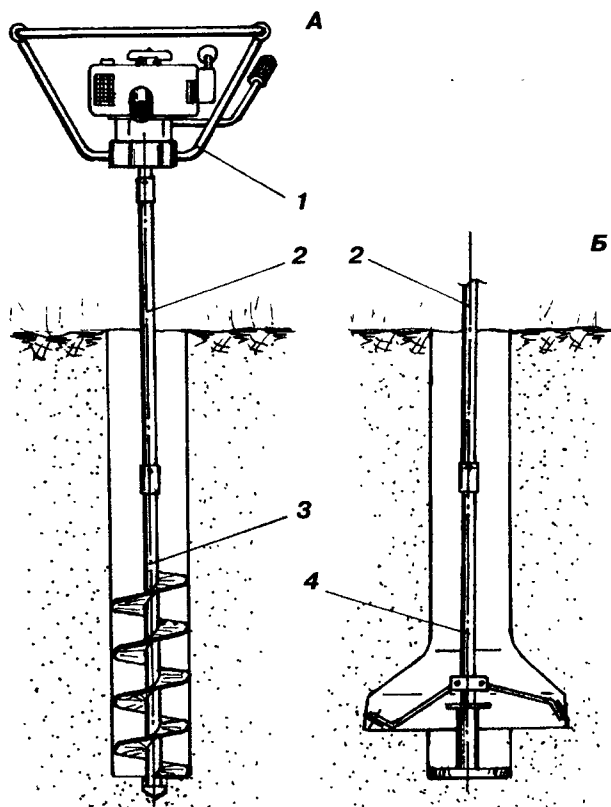


Рис. 168. Бурение скважины мотобуром:

А — вертикальная скважина;

Б — расширение внизу; 1 — привод мотобура;

2 — вставка; 3 — шнек; 4 — разбуривающее устройство ТИСЭ-ФМ

На строительной площадке необходима четкая организация работ. Привезенный бетон следует сгрузить на заранее огороженный участок с гидроизолированным дном. Путь доставки бетона в зону непосредственного бе-

тонирования должен быть свободным, т.к. готовый бетонный раствор следует использовать быстро, до начала его схватывания. Средства доставки (тележки, ведра...) должны быть исправны. Состав задействованных в бетонировании должен быть полностью укомплектован и проинструктирован.

Можно ограничиться применением готовой смеси только для бетонирования ростверка. Опоры, имеющие небольшой объем ($0,12 \text{ м}^3$), могут быть выполнены заранее из бетонного раствора, приготовленного непосредственно на строительной площадке. Такой подход особенно целесообразен при высоком уровне грунтовых вод, если скважину надо заполнять сразу после бурения, пока она не заполнилась водой.

Готовый бетон может доставляться на строительную площадку грузовиками с откидным кузовом (самосвалами). Но в условиях индивидуального строительства это не лучший вариант, так как он используется только при близком расположении бетоносмесительного узла (БСУ), да и если дорога до места разгрузки бетона будет ровная. Последнее бывает крайне редко.

В индустриальном строительстве широко применяются автобетононасосы, которые дают возможность подавать раствор через гибкие рукава непосредственно в зону бетонирования. Автобетононасосы могут быть устроены как на своем шасси и работать в паре с автобетоносмесителем, так бывают и на одном шасси с бетоносмесителем.

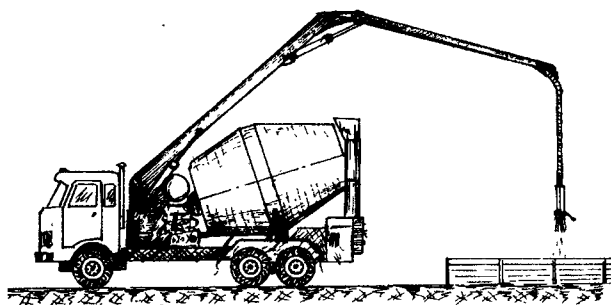


Рис. 170. Автобетононасос с бетоносмесителем

Применение автобетононасоса-бетоносмесителя (рис. 170) упрощает процесс бетонирования, повышает качество, снижает объем отходов.

Общее бетонирование фундамента предполагает одновременное бетонирование опор и ростверка. Такой подход осуществляется при использовании готового бетона, но только в том случае, если грунтовые воды не заполняют объем скважин под опоры.

При таком способе бетонирования определенная сложность возникает с укладкой в полость скважины толевой рубашки. Традиционным образом её сложно зафиксировать на заданной высоте. Технологией ТИСЭ предлагается один из вариантов выполнения этой задачи.

Изготовление толевой рубашки можно несколько упростить. Предварительно надо изготовить шаблон раскроя под габарит развертки рубашки (рис. 171, а). Для этого подойдет тонкая фанера или оргалит. Шаблон можно сделать и в виде рамы из досок. Ширина его будет соответствовать ширине рулона толи (около 1 м), из которого будут "шитья" рубашки. Длина его меньше глубины заложения фундамента на 20 см. В шаблоне сверлят шесть отверстий диаметром 5...7 мм.

Для изготовления рубашек толь наматывают на шаблон (рис. 171, б). После этого шаблон извлекают, толь разрезают по складкам на заготовки, укладывают в стонку и засверливают через шаблон (рис. 171, в). Затем заготовку сворачивают, но не как она была в рулоне, а поперек (размер 800 мм между отверстиями будет соответствовать длине окружности диаметром 255 мм). Вложив в отверстия по два

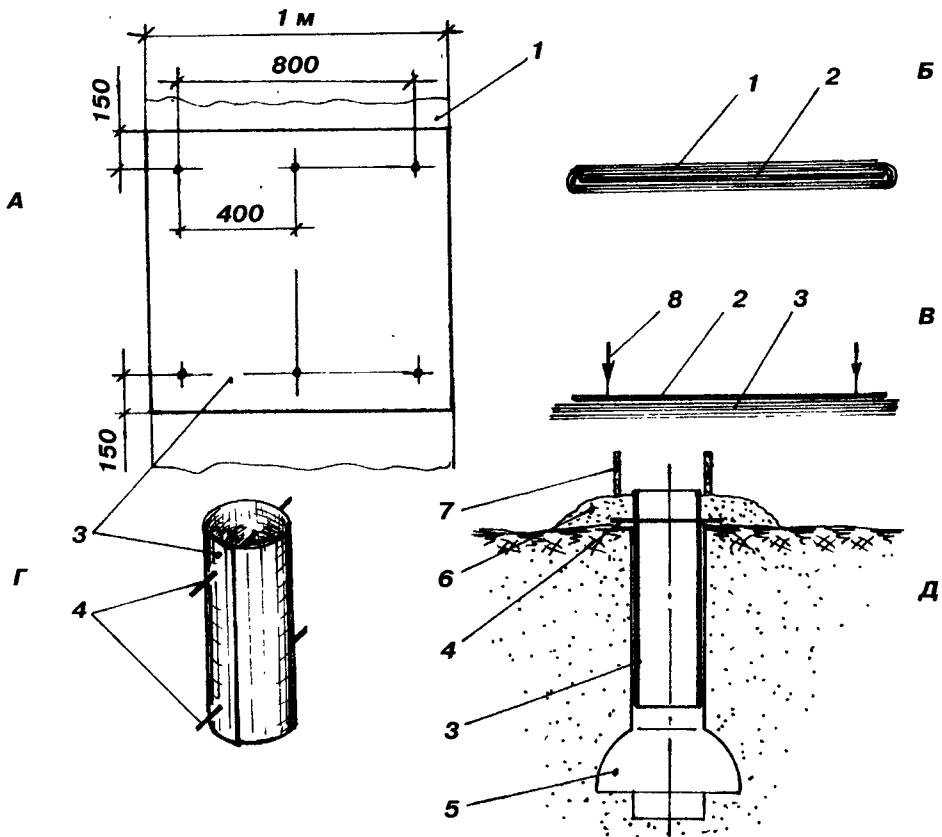


Рис. 171. Изготовление и установка толевой рубашки (размеры в мм):
 А — шаблон раскроя; Б — намотка толи на шаблон; В — выполнение отверстий в толи через шаблон; Г — фиксация толевой рубашки в свернутом виде; Д — положение толевой рубашки в скважине; 1 — толь в развертке; 2 — шаблон раскроя; 3 — заготовки рубашки; 4 — прутки арматуры; 5 — скважина; 6 — песчаная подсыпка; 7 — опалубка ростверка

прутка арматуры 6 мм, рулон фиксируют в свернутом положении (рис. 171, г) и скрепляют скобками обычного канцелярского степлера. Зафиксировать свернутую рубашку можно и липкой лентой.

Перед закладкой толевой рубашки в скважину нижний пруток арматуры удаляется. Концы второго прутка опирают на грунт, фиксируя рубашку в опущенном положении (рис. 171, д). После этого приступают к монтажу опалубки. Второй пруток удаляют после заполнения скважины бетоном, до момента схватывания. Если же этого сделать не удалось, то для удаления законцовок арматуры используют отрезной инструмент.

Применяя привозной цемент для полного бетонирования фундамента, сначала следует заполнить скважины опор, а потом уже приступить к армированию ростверка. Такая последовательность операций предлагается исходя из того, что требования к бетону опор значительно выше, чем к бетону для ростверка, особенно по подвижности и морозостойкости. Если скважины заполнять бетоном, который уже схватился, то хорошо уплотнить его будет сложно, отчего морозостойкость опор будет невысокой.

ГЛАВА 9.

ОСОБЫЕ СЛУЧАИ ВОЗВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТА

Создавать фундамент приходится в самых разнообразных условиях. Климат и сейсмичность региона, гидрогеология и уклон участка застройки, наличие и характер соседних строений — все это оказывает влияние на фундамент, даже если он выполнен по одной схеме (например, столбчато-ленточный по технологии ТИСЭ).

Выясним, как влияют эти условия на фундамент и что надо сделать, чтобы он выполнял свои функции в полном объеме, без негативных последствий и при любых обстоятельствах.

9.1. СТРОИТЕЛЬСТВО НА СКЛОНЕ

Строительство на склонах — достаточно распространенное исходное условие для индивидуальных застройщиков. Это горы, берега рек, озер и морей, неудобья в зоне оврагов или моренных гряд, склоны сопки или небольших пригорков.

На что следует обратить внимание при строительстве на склонах или около откосов?

Для начала следует разобраться в механизмах обрушения грунта на склонах и в мероприятиях, предотвращающих эти процессы.

Очевидно, что вероятность обрушения грунта на склоне (нарушение устойчивости откосов) тем больше, чем круче уклон. При уклонах до 10% грунт не теряет свою устойчивость, и все мероприятия сводятся к устройству ростверка переменного поперечного сечения (**рис. 155, 156**). При больших уклонах вероятность перемещений грунта от веса дома увеличивается.

Существует несколько видов нарушения устойчивости откосов:

оползни вращения — когда массы грунта сползают по криволинейным поверхностям скольжения (**рис. 172, а**);

оползни скольжения — когда массы грунта сползают по подстилающей породе (**рис. 172, б**);

оползни разжижения — когда в результате повышения влажности происходит разжижение грунта;

оползни медленного течения — когда грунт как очень вязкое тело постепенно

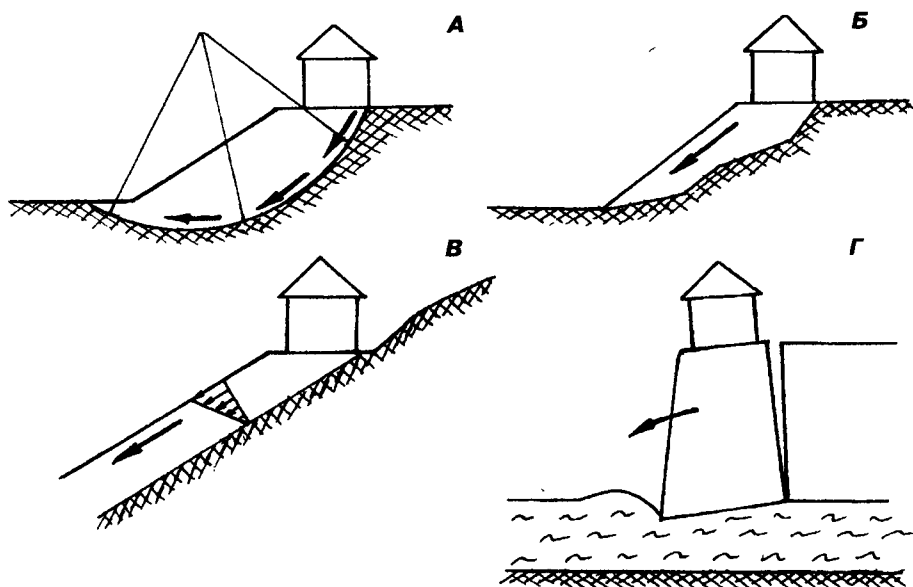


Рис. 172. Основные виды оползней:
А — оползень вращения; **Б** — оползень скольжения;
В — оползень медленного течения; **Г** — оползень обрушения

сползает по склону, при этом поверхностные слои перемещаются быстрее нижерасположенных (**рис. 172, в**);

оползни обрушения — когда разрушается основание откоса (выдавливание, суффозия...) и часть массива грунта откалывается, а иногда даже опрокидывается (**рис. 172, г**).

Причины потери устойчивости откосов:

- увеличение внешней нагрузки;
- устранение боковой опоры грунта в результате разработки траншей и котлованов;
- большая крутизна откоса;
- повышение влажности грунта (приводит к увеличению веса и к снижению сил сцепления и трения в грунте).

В ряде случаев потеря устойчивости грунта происходит одновременно по нескольким причинам.

Обследования большинства оползней показали, что в однородных грунтах потеря устойчивости происходит по круглоцилиндрической поверхности скольжения (**рис. 172, а**).

Основная мера по увеличению устойчивости откосов — снижение влажности грунта. С этой целью регулируют сток поверхностных вод, проводят дренирование подземных вод (глубокие дрены, туннели, колодцы).

Радикальные меры повышения устойчивости откоса: снижение крутизны, устранение размыва основания в нижней части, максимально возможное удаление строения от склона. При разработке траншеи около строения ее стенки закрепляют прочными и жесткими распорками (**рис. 173, а**). При небольшой глубине вдоль откоса располагают набивные сваи, устраивают подпорные стенки, шпунтовые ограж-

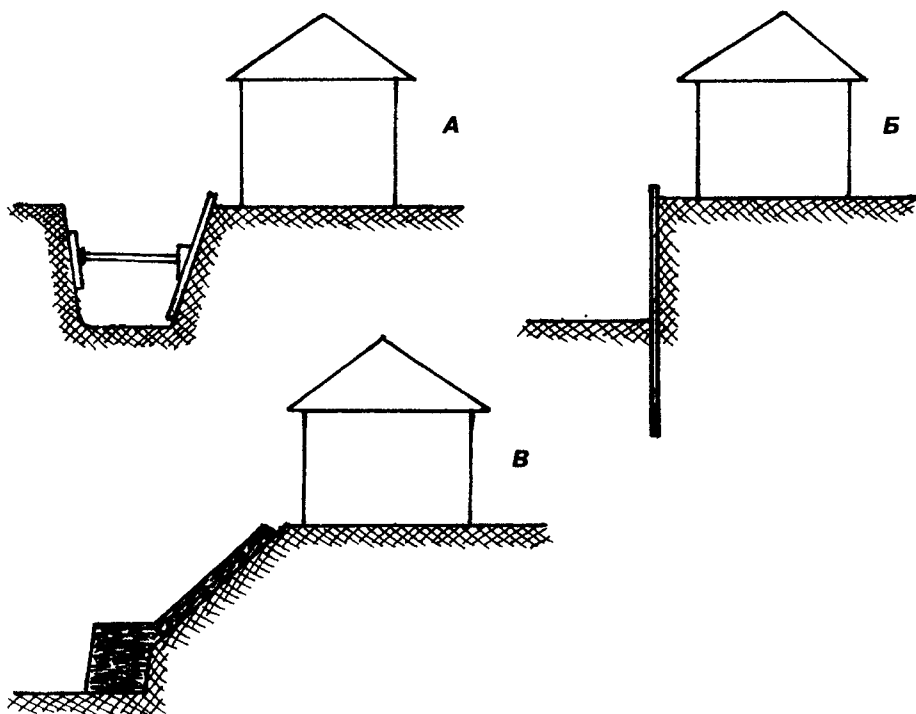


Рис. 173. Закрепление откосов:

А — распорками; Б — шпунтовым ограждением; В — пригрузом, уложенным на склон

дения (рис. 173, б) или укладывают пригрузки на склоны откосов (рис. 173, в).

На склоне строительную площадку готовят с перераспределением грунта. Такая площадка может быть одноуровневая (рис. 174) или двухуровневая. В последнем варианте фундамент, помимо опор и ростверка, включает внутреннюю подпорную стенку, которая является стеной цокольного этажа (рис. 175.). При двухуровневой строительной площадке объем перераспределяемого грунта почти в два раза меньше, чем в одноуровневой. Кроме того, архитектурные решения с обустройством цокольного этажа могут оказаться более привлекательными.

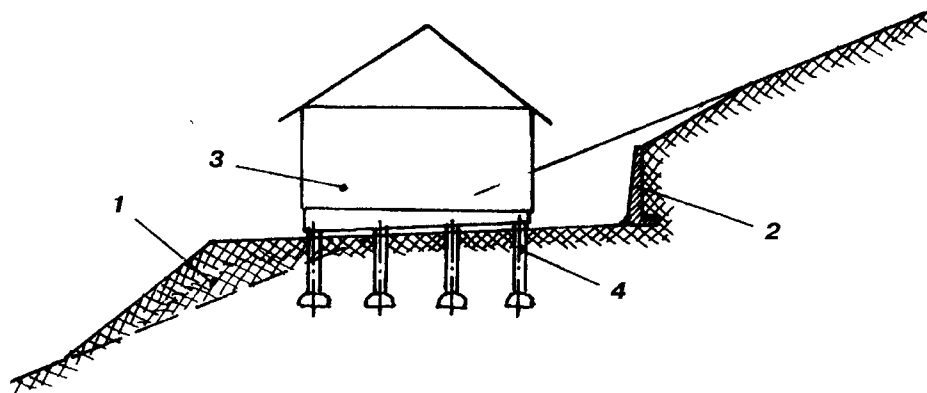


Рис. 174. Устройство строительной площадки на склоне:

1 — насыпной грунт; 2 — подпорная стенка; 3 — строение; 4 — опоры фундамента

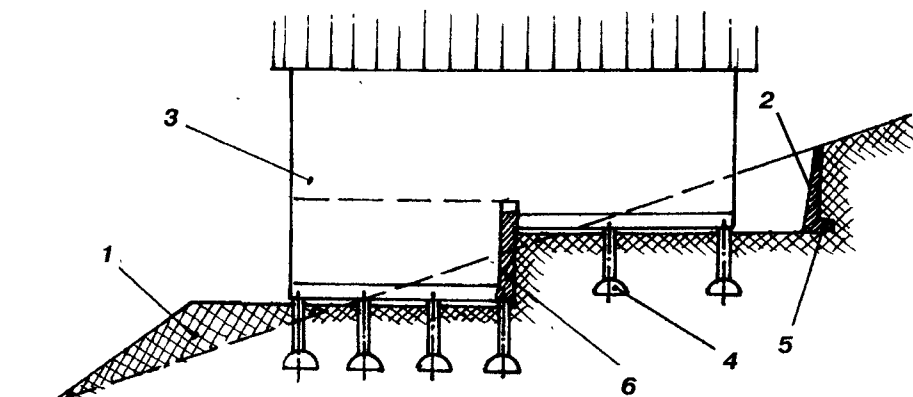


Рис. 175. Устройство двухуровневой строительной площадки на склоне:
 1 — насыпной грунт; 2 — подпорная стенка; 3 — строение; 4 — опоры фундамента;
 5 — замок; 6 — внутренняя подпорная стенка

Обращаем внимание на то, что под ростверком и внутренней подпорной стенкой воздушный зазор должен быть сохранен.

Внимание!

При уклоне строительной площадки больше 10% саму опору следует ввести в тело ростверка на 4...6 см, а арматуру опор фундамента — не менее чем на 20 см (рис. 157). Для армирования опор желательно применить прутки диаметром не менее 10 мм. Жесткое соединение опор с ростверком уменьшит вероятность потери устойчивости основания как оползня медленного течения (рис. 172, в).

Это Вы можете...

Житель Истринского района Подмосковья (в прошлом работал ведущим специалистом по проектированию сложных авиационных систем) освоил участок с относительно большим уклоном (рис. 176). Три яруса фундаментных плит толщиной около 15 см были отлиты на песчаной подготовке толщиной около 30 см. Перед началом бе-

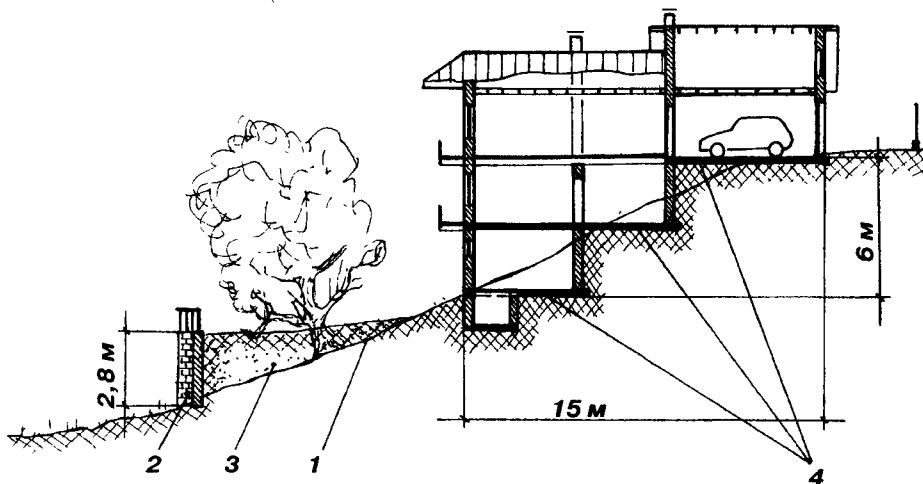


Рис. 176. Участок на склоне:
 1 — линия склона первоначальная; 2 — подпорная стенка; 3 — насыпной грунт;
 4 — плиты фундамента

тонирования железобетонных плит на песок укладывалась рулонная теплоизоляция (пенополиэтилен) толщиной около 10 мм. Бетонирование ярусов выполнялось снизу, по мере возведения стен. Сверху плиты усидивались слоем керамзитобетона с арматурной сеткой (толщина слоя — около 10 см). Внешние стены первого этажа возводились с ТИСЭ-2 в два слоя с утеплителем посередине и в пустотах; остальные внешние стены возводились с ТИСЭ-3 (без мостков холода); внутренние — с ТИСЭ-3 по классическому варианту. Обустройство участка было связано с возведением трех подпорных стен (внизу участка, по линии стены в три этажа, по верхнему ограждению). Два боковых ограждения участка по линии склона создавались с использованием опадубки ТИСЭ-2. Участок оборудован эффективной дренажной системой, исключаяющей переувлажнение грунта (см. фотоприложение).

9.2. КОМБИНИРОВАННЫЙ ФУНДАМЕНТ

У некоторых индивидуальных застройщиков возникает желание построить дом с комбинированным фундаментом, когда одна часть выполнена по одной схеме, а другая — по другой. Сходная ситуация может возникнуть, если к ранее построенному дому делается пристройка или если отдельные части одного дома возводятся не сразу.

В этих случаях возникают следующие проблемы.

1. *Одна часть дома опирается на ленту или на плиту, а другая — на столбы по ТИСЭ. Устройство гаража или полуподвала на ленте или плите в одной части здания и опирание на столбы остальной части строения — один из вариантов такого дома. Подобный фундамент обладает определенными недостатками.*

Если одна часть дома опирается на плиту и основание под ней испытывает совсем небольшие напряжения и практически не проседает, то остальная часть фундамента на столбах ТИСЭ с небольшой площадью подошвы продавливает грунт и вызывает появление трещин над стыком фундаментов (**рис. 177, а**).

Если же одна часть дома опирается на ленту, а другая — на столбы ТИСЭ, то это реализуется только при узкой ширине ленты и с усиленным горизонтальным армированием стены в зоне соединения фундаментов (**рис. 177, б**). Следует заметить, что такой вариант соответствует архитектуре строения (на ленту опираются два этажа, а на столбы — один), где давление на грунт в обоих фундаментах близко по величине.

2. *Ранее построенный дом стоит на мелкозаглубленном фундаменте, а пристройку к нему решено делать на столбчато-ленточном.*

Если грунт пучинистый, то фундамент и стены обоих строений не должны иметь жесткого соединения. Если же грунт непучинистый, то соединение и фундамента, и стен может быть жестким. Бетонирование стыка двух строений следует выполнить голяко по окончании возведения пристройки и максимального проседания ее фундамента. Для этого грунт следует обильно увлажнить или дожждаться весны.

3. *Построенный дом возведен на заглубленном фундаменте (плита, лента, опоры), а пристройка — на столбчато-ленточном по ТИСЭ.*

Жесткое соединение и фундамента и стен можно выполнить на любых грунтах, но не раньше, чем через год после завершения строительства.

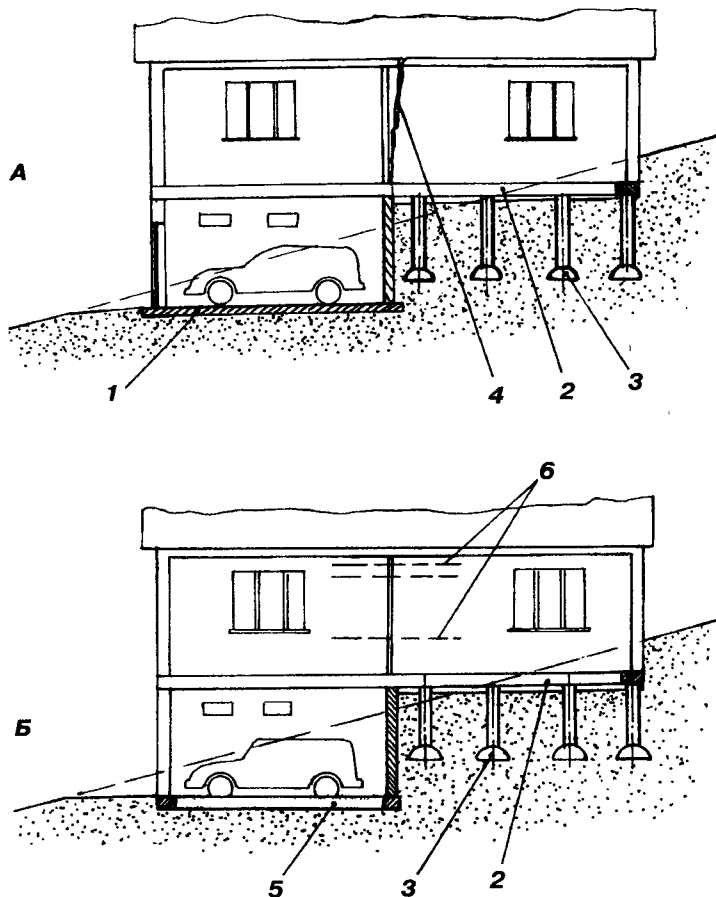


Рис. 177. Комбинированный фундамент:

А — плита и столбы; Б — лента и столбы; 1 — плита; 2 — ростверк; 3 — опора; 4 — трещина в стене; 5 — лента; 6 — горизонтальное армирование стен

9.3. ФУНДАМЕНТ ОКОЛО СМЕЖНОГО СТРОЕНИЯ

Если столбчато-ленточный фундамент требуется возвести около смежного, ранее построенного строения, то это обстоятельство надо учитывать. Если смежное строение стоит на опорах столбчатого фундамента, то опоры, выполненные по технологии ТИСЭ, следует с ними разнести, чтобы они не оказались слишком близкими (рис. 178).

9.4. ФУНДАМЕНТ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Из почты

"... У нас через метр-полтора — вечная мерзлота. Как, на Ваш взгляд, сие обстоятельство может повлиять на строительство? Мы с мужем решили опробовать Вашу технологию ТИСЭ на постройке бани и амбара. Если понравится, то замахнемся и на жилой дом...". Якутия, с. Верхневильюйск, Ульянова А.С.

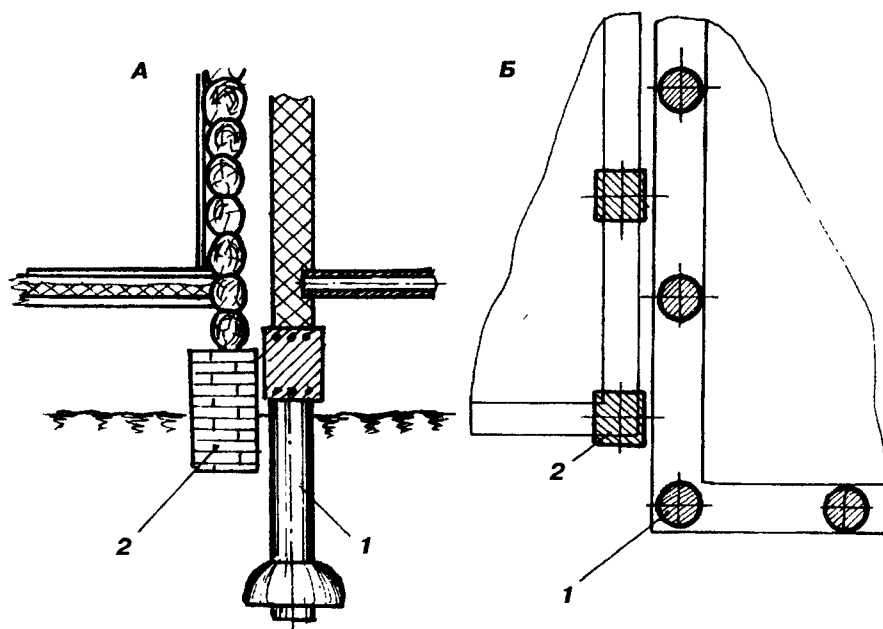


Рис. 178. Опоры ТИСЭ около смежного строения на столбчатом фундаменте:
А – сечение; Б – плановая проекция; 1 – опора ТИСЭ; 2 – опора смежного строения

Достаточно обширные территории Сибири и Дальнего Востока пребывают в условиях вечной мерзлоты. Около 50% территории России занимают вечномерзлые грунты.

Способов сооружения фундаментов в этих условиях достаточно много, но для индивидуального строительства они достаточно трудоемки.

Относительно легко возвести фундамент на вечномерзлых грунтах можно с помощью бура ТИСЭ – Ф.

Принцип создания фундамента в условиях вечной мерзлоты определяется балансом холода, поступающего из недр земли, и тепла, идущего сверху при плюсовой температуре воздуха. Если поток холода снизу практически ни от чего не зависит, то поток тепла тем больше, чем лучше прогревает солнце, чем хуже теплоизолирующие характеристики грунта, снегового покрова и выше влажность (есть что-то общее с пучинистыми грунтами, только наоборот).

Слабая теплоизоляция нижнего перекрытия дома также прогревает грунт, понижает границу оттаивания под домом.

Основная задача возведения фундамента на вечномерзлом грунте – сохранение мерзлого состояния грунта, при котором он обладает высокой несущей способностью.

При излишне высоком уровне теплового потока, поступающего сверху, граница оттаивания опускается, основание под фундаментом резко снижает свою прочность. Дом начинает "проваливаться", и первый этаж дома может превратиться в цокольный этаж, а затем – и в подвал (**рис. 179**).

Последовательность возведения фундамента следующая.

Для начала необходимо как можно ниже опустить границу оттаивания. Для этого по весне, как только оттаял верхний слой грунта, со строительной площадки снимается плодородный слой (0,3 – 0,5 м), который довольно рыхлый и поэтому являет-



Рис. 179. Дом на вечной мерзлоте может провалиться при плохой теплоизоляции пола

ной сваи по технологии ТИСЭ бурят скважины с расширением внизу. Сразу же заводят в них арматуру и заливают бетоном. Толевую рубашку делают в несколько слоев или же заменяют более жестким рулонным материалом (рубероид, линолеум..., т. к. верхний срез этой рубашки должен быть на 30 – 40 см выше уровня снятого грунта). При заполнении скважины в бетон следует ввести противоморозные добавки, т. к. в нижней части скважины температура грунта близка к нулю (рис. 180, б). Можно также рекомендовать прогрев бетонной массы электрическим током, пропускаемым по тонкому специальному кабелю высокого электрического сопротивления, введённого в массив созревающего бетона.

Только после набора бетоном прочности, близкой к расчетной, (через 10 – 15 суток), сверху на грунт по-

ся "одеялом", укрывающим грунт от тепла, поступающего сверху (рис. 180, а).

Выдерживают грунт в этом состоянии до наибольшей степени прогрева солнцем (двое – трое суток). При этом граница оттаивания в пределах расчищенной строительной площадки опустится ниже чем на остальном участке более чем на 1 м.

Для создания набив-

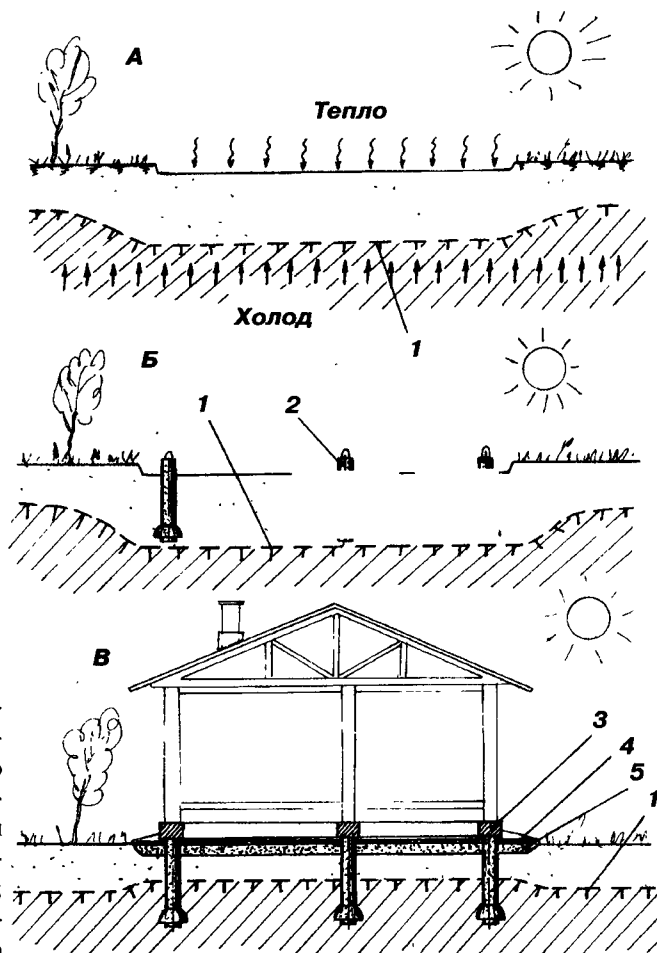


Рис. 180. Создание фундамента в условиях вечной мерзлоты: А – снятие плодородного слоя; Б – создание опор фундамента; В – дом на вечной мерзлоте; 1 – граница оттаивания; 2 – опора фундамента; 3 – ростверк; 4 – слой утеплителя; 5 – песчаная подушка

всей расчищенной площади, расположенной под предполагаемым домом, насыпают слой крупнозернистого песка. После этого насыпают или укладывают теплоизолирующий слой (плиты пенополистирола, шлак, керамзит или их смесь с крупнозернистым песком). Если нет песка, то подойдет любой другой крупнозернистый насыпной материал (щебень, строительные отходы), не позволяющий влаге подняться до утепляющего слоя.

Сразу же после такого "утепления" грунта холод из недр земли резко поднимет границу оттаивания, и нижняя часть опор окажется вмороженной в мерзлый грунт — прочное и надежное образование (рис. 180, в). Одна созданная опора сможет выдержать больше 20 — 30 тонн нагрузки. Исходя из этого, шаг столбов может быть около 2 — 2,5 м. С этого момента такое состояние грунта должно сохраняться в течение всего времени эксплуатации сооружения.

Теперь пора приступить к отливке ленты ростверка, как указано в технологии ТИСЭ. Зазор под лентой в 10 — 15 см необходимо сохранить для компенсации пучинистых явлений, а также для того, чтобы тепло от стен через ленту фундамента не прогревало грунт.

Прочность такого фундамента достаточно высока. При возведении дома в 2 — 3 этажа он обладает почти трехкратным запасом прочности, что можно считать вполне достаточным для индивидуального строительства.

Для снижения теплового потока от дома нижнее перекрытие необходимо тщательно утеплить.

Подпольное пространство дома должно вентилироваться, но не очень интенсивно. Летом теплый воздух с улицы не должен прогревать его. Зимой проблема с перегревом подпола, естественно, не стоит.

Подвод к дому инженерных коммуникаций (подача теплой и холодной воды, канализация...) в условиях вечной мерзлоты — достаточно сложная техническая задача. Коммуникации, проходящие в грунте, надежно утепляют, а при необходимости вдоль них прокладывают прогревающие кабели. На обогрев качественно выполненной теплоизоляции много электроэнергии не потребуется. Но наиболее распространенный и простой вариант подвода коммуникаций — воздушный, хорошо проработанный для эксплуатации в условиях Крайнего Севера.

9.5. ПОВЫШЕННАЯ СЕЙСМИЧНОСТЬ РЕГИОНА

Из газеты "Строительный эксперт", декабрь 1998 г., №23

"...Особенно остро проблемы, связанные с надежностью домов, возникают при строительстве в районах с повышенной сейсмической активностью. Для России — это Дальний Восток и Северный Кавказ. Для многих стран СНГ сейсмические районы — это вся их территория или существенная её часть.

Взять под квалифицированный контроль всё индивидуальное строительство, конечно, невозможно. Другой путь — создание весьма привлекательных строительных технологий, позволяющих в любых условиях обеспечить высокий запас надежности возводимых зданий с комфортным проживанием в них... К такой технологии можно отнести ТИСЭ..."

Нас интересует природа землетрясений, их физические параметры и степень влияния на сооружения.

Основными причинами землетрясений являются перемещения блоков и плит земной коры. По сути, кора Земли — это плиты, плавающие на поверхности жидкой

магматической сферы. Приливные явления, обусловленные притяжением Луны и Солнца, беспокоят эти плиты, отчего по линиям их стыка накапливаются высокие напряжения. Достигая критической величины, эти напряжения сбрасываются в виде землетрясений. Если очаг землетрясения находится на материке, то в эпицентре и вокруг него возникают сильные разрушения, если же эпицентр находится в океане, то перемещения коры вызывают цунами. В зоне больших глубин это еле заметная волна. У берега её высота может достичь десятков метров!

Нередко причиной колебаний грунта могут быть местные оползни, сели, провалы техногенного характера, вызванные созданием полостей (горные выработки, забор воды из артезианских скважин...).

В России принята 12-балльная шкала оценки силы землетрясения. Главным признаком здесь является степень повреждения зданий и сооружений. Районирование территории России по балльному принципу приводится в строительных нормах (СНиП II -7-81).

Почти 20% территории нашей страны находится в сейсмически опасных зонах с интенсивностью землетрясений 6 – 9 баллов и 50% подвержены 7 – 9 -балльным землетрясениям.

С учетом того, что технологией ГИСЭ интересуются не только в России, но и в странах СНГ, приводим карту районирования России и соседних стран, находящихся в сейсмически активных зонах (рис. 181).

На территории нашей страны выделяют следующие сейсмически опасные зоны: Кавказ, Саяны, Алтай, Прибайкалье, Верхоянск, Сахалин и Приморье, Чукотка и Корякское нагорье.

Строительство в сейсмически опасных зонах требует применения конструкций увеличенной прочности, жесткости и устойчивости, что вызывает удорожание строительства в 7-балльной зоне на 5%, в 8-балльной – на 8% и в 9-балльной -- на 10%.

Некоторые особенности сейсмических нагрузений элементов здания:

– при землетрясении здание подвергается воздействию волн нескольких типов: продольных, поперечных и поверхностных;

– наибольшие разрушения вызывают горизонтальные колебания земли, при них разрушающие нагрузки носят инерционный характер;

– наиболее характерные периоды колебаний почвы лежат в диапазоне 0,1 – 1,5 сек;

-- максимальные ускорения составляют 0,05 – 0,4 g, причем наибольшие ускорения приходятся на периоды 0,1 – 0,5 сек, чему соответствуют минимальные амплитуды колебаний (около 1 см) и максимальные разрушения зданий;

– большому периоду колебаний соответствуют минимальные ускорения и максимальные амплитуды колебаний почвы;

-- снижение массы конструкции ведет к снижению инерционных нагрузок;

-- вертикальное армирование стен здания целесообразно при наличии горизонтальных несущих слоев в виде, например, железобетонных перекрытий;

– сейсмоизоляция зданий – наиболее перспективный способ повышения их сейсмостойкости.

Это интересно

Идея сейсмоизоляции зданий и сооружений возникла в далекой древности. При археологических раскопках в Средней Азии были обнаружены под стенами зданий Хека камышитовые маты. Аналогичные конструкции применялись в Индии. Известно, что землетрясение 1897 г. в районе Шиллонга разрушило почти все каменные здания, кроме тех, которые были построены на сейсмоамортизаторах, хотя и прими-

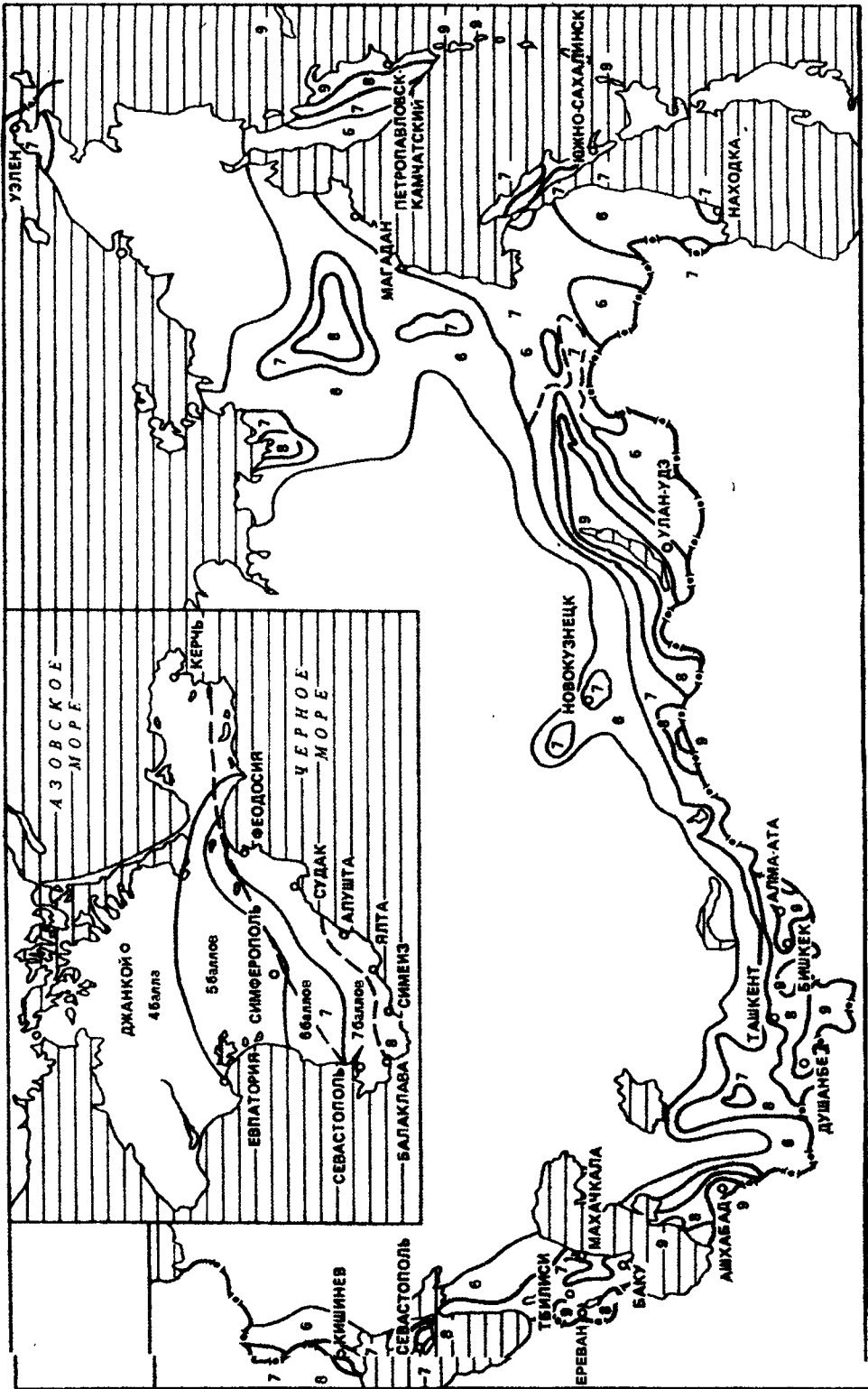


Рис. 181. Карта сейсмического районирования России и соседних стран

тивной конструкции.

Строительство зданий и сооружений в сейсмоактивных регионах требует выполнения сложных инженерных расчетов. Сейсмостойкие строения, возводимые промышленными методами, проходят глубокие и всесторонние проработки и сложные расчеты с привлечением большого числа специалистов. Индивидуальному застройщику, решившему построить свой домик, такие дорогостоящие методы недоступны.

Технология ТИСЭ предлагает повышение сейсмоустойчивости зданий, возводимых в условиях индивидуального строительства, сразу по трем направлениям: снижение инерционных нагрузок, повышение жесткости и прочности стен, а также введение механизма сейсмоизоляции.

Высокая степень пустотности стен позволяет значительно снизить инерционные нагрузки на здание, а наличие сквозных вертикальных пустот дает возможность вводить вертикальное армирование, органично вписанное в конструкцию самих стен. По иным технологиям индивидуального строительства это выполнить довольно сложно.

Механизмом сейсмоизоляции является столбчато-ленточный фундамент, возведенный по технологии ТИСЭ.

В качестве вертикальной арматуры фундаментного столба используется пруток диаметром 20 мм из углеродистой стали, который проходит через ростверк. Пруток имеет гладкую поверхность, покрытую гудроном. Снизу он снабжен законцовкой, заделанной в тело столба, а сверху — законцовкой, выступающей из ростверка и снабженной резьбой М20 под гайку (патент РФ № 2221112 от 2002 г.). Сама опора входит в массив ростверка на 4...6 см (рис. 182, а).

После бетонирования вокруг каждой из опор тем же фундаментным буром делают

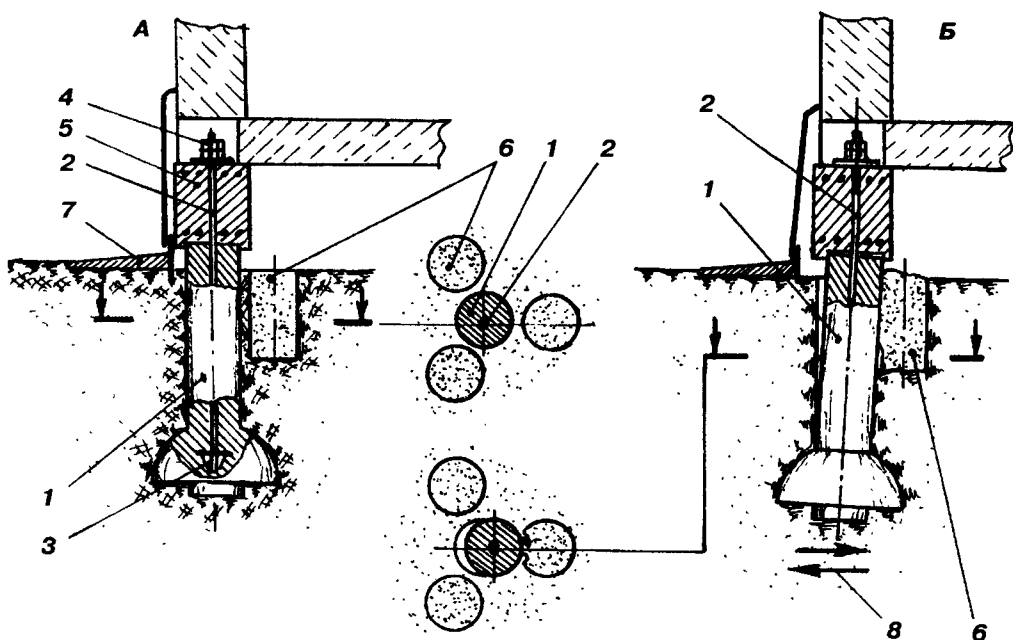


Рис. 182. Сейсмоизолирующий фундамент с центральным прутком:

А — нейтральное положение опоры фундамента; **Б** — отклоненное положение опоры фундамента; 1 — опора; 2 — пруток; 3 — законцовка нижняя; 4 — гайки; 5 — ростверк; 6 — полость с песком; 7 — отмокка; 8 — направления колебаний грунта

три-четыре полости глубиной 0,6...0,8 м и заполняют их или песком, или смесью песка с керамзитом, или шлаком. В песчаном грунте такие полости можно не выполнять.

По окончании строительства гайки прутков затягиваются тарированным ключом. Так в зоне стыка столба с ростверком создается "упругий" шарнир.

При горизонтальных колебаниях почвы столбы отклоняются относительно упругого шарнира, пруток растягивается, при этом ростверк со зданием по инерции остаются неподвижными (рис. 182, б). Упругость почвы и прутков возвращает столбы в исходное вертикальное положение. В течение всего срока эксплуатации здания к узлам натяжения арматуры столбов должен быть обеспечен свободный подход как по внешнему периметру дома, так и под внутренними силовыми стенами. После завершения строительства и после значительных сейсмических колебаний затяжку всех гаек восстанавливают тарированным ключом ($M = 40 - 70 \text{ кг/м}$). Такой вариант сейсмоизолирующего фундамента можно считать в какой-то степени индустриальным, так как он включает прутки и гайки, которые проще изготовить на производстве.

Технологией ТИСЭ предусмотрено выполнение сейсмоизолирующих опор и более демократичным способом, доступным застройщикам с ограниченными производственными возможностями. В качестве армирующего упругого элемента используют две скобы из прутка арматуры диаметром 12 мм с загнутыми законцовками (рис. 183). Средняя часть ветвей арматуры на длине около 1 м смазывается гудроном или битумом (в равном удалении от краев), чтобы исключить сцепление арматуры

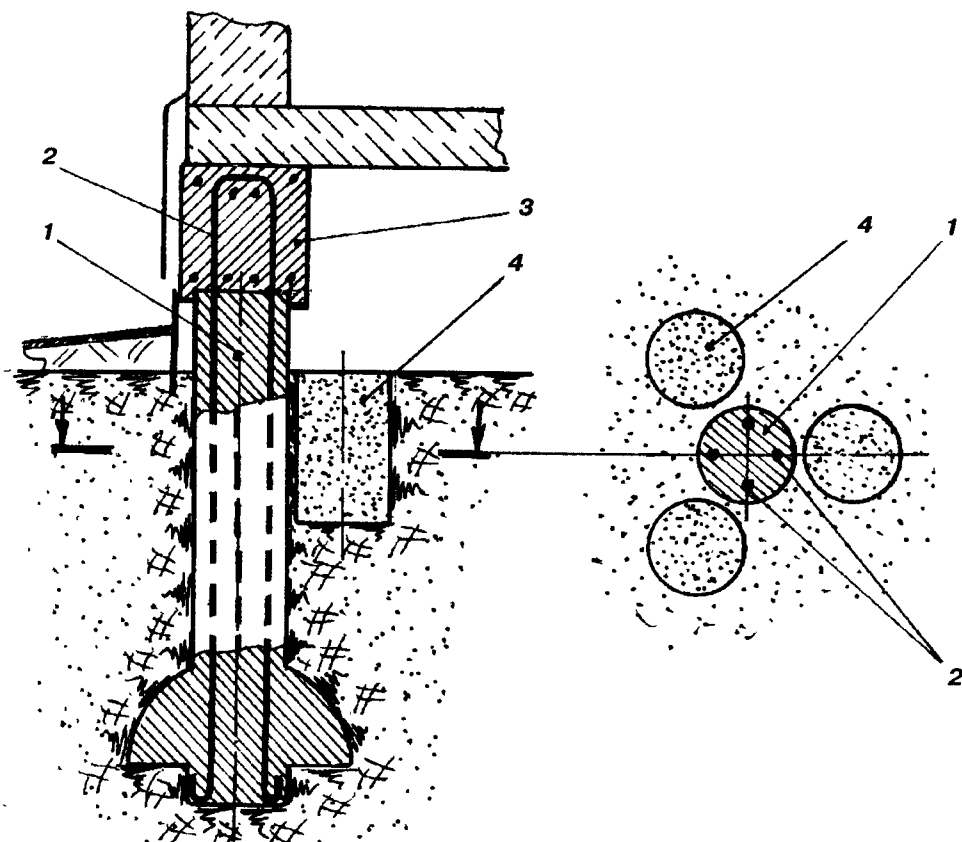


Рис. 183. Сейсмоизолирующий фундамент с арматурными скобами:
1 — опора; 2 — скоба; 3 — ростверк; 4 — полость с песком

с бетоном. При сейсмических колебаниях почвы прутки арматуры в средней своей части растягиваются. При горизонтальных смещениях почвы в 5 см арматура растягивается на 3...4 мм. При длине зоны растяжения 1 м в арматуре возникают напряжения 60...80 кг/мм², что лежит в зоне упругих деформаций материала арматуры.

При строительстве дома в сейсмоактивных зонах гидроизоляцию по соединению ростверка со стенами не делают (для исключения их относительного смещения). По технологии ТИСЭ гидроизоляцию выполняют по стыку ростверка с фундаментными столбами (два слоя рубероида на битумной мастике).

При строительстве смежных сооружений, крыльца, элементов отмостки и т. п. следует постоянно обращать внимание на то, чтобы лента фундамента не касалась их своей боковой поверхностью. Зазор между ними должен быть не менее 4 — 6 см. При необходимости допускается подобный контакт (с крыльцом, каркасом легких щитовых пристроек, веранды) из соображения, что после разрушения землетрясением они будут восстановлены.

Это не фундамент, но...

При строительстве в сейсмоактивных районах применение кровли из глиняной или пескобетонной черепицы должно быть обоснованным.

Многие японские дома индивидуальной постройки, имеющие легкий каркас, покрыты добротной глиняной черепицей. В условиях плотной японской застройки такие дома хорошо переносят тайфуны. Однако при землетрясении под тяжестью черепичной крыши дом рушится, погребая жителей под своей непомерной тяжестью.

В настоящее время на строительном рынке появилось много "легких" кровельных материалов, хорошо имитирующих черепицу. Легкая кровля — это минимальные инерционные нагрузки для соединения крыши со стенами и исключение обрушения кровли от излишнего ее веса.

9.6. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТА ПОД СУЩЕСТВУЮЩИМ ДОМОМ

Иногда возникает необходимость в создании нового фундамента под существующим домом, возведенном на пучинистых грунтах. Предлагается вариант замены столбчатых опор под деревянным или щитовым домом, венец которого расположен над землей. Фундамент, возведенный по технологии ТИСЭ, может быть усилен таким же образом.

Если нижний венец дома хорошо сохранился и не требуется его замена, то сразу можно наметить положение новых опор, которые останутся под домом. Они не обязательно должны располагаться на месте прежних: можно и рядом, не по углам дома и не по стыку внешних стен с внутренними.

Следует также обратить внимание на опоры, расположенные не по периметру дома, а под внутренними стенами. Эти опоры можно не заменять, так как они находятся в более благоприятных условиях слабопучинистого грунта (там тепло и меньше влажность).

Для создания новых фундаментных столбов по технологии ТИСЭ сначала необходимо приготовить опалубки в виде труб. Конструкция их определяется возможностями застройщика, его средствами или фантазией. Главное — они должны иметь постоянное сечение размером от 20 до 25 см (квадратное, прямоугольное или круглое).

По длине трубы должны быть выполнены из расчета заглубления на 30 см выше глубины промерзания, а сверху они не должны доходить до венца дома на 3 — 5