

# Железобетонный фундамент



## Основы армирования и распространённые ошибки

Фундамент — это элемент конструкции здания, передающий его нагрузки на грунт. Само здание, фундамент и грунт представляют собой единую систему, находящуюся под влиянием природных и антропогенных факторов внешней среды, которые создают дополнительные нагрузки на фундамент. Это нагрузки от движения грунтов, веса снега, давления ветра, а также нагрузки, возникающие в процессе эксплуатации дома или при производстве строительных работ.

### Распространённые типы фундаментов

В практике загородного малоэтажного строительства чаще всего используют такие типы железобетонных фундаментов, как свайный, свайно-ростверковый (в роли ростверка может выступать монолитная железобетонная рама или монолитная железобетонная плита), заглублённый или малозаглублённый лен-

точный фундамент, монолитная плита (плоская или ребристая).

Конструкция фундамента должна обеспечивать равномерное распределение нагрузок на нижележащие грунты и гарантировать минимальное изменение положения фундамента и всей архитектурной конструкции при изменении свойств грунта на месте застройки. Причиной таких изменений могут

быть природные факторы — высыхание или обводнение, замораживание или оттаивание грунта. Наиболее опасными для целостности железобетонных фундаментов являются локальные движения грунтов или изменения их свойств, вследствие чего возникают неравномерные нагрузки на конструкцию.

### Сталь и бетон

Устойчивость бетона к сжатию в 50 раз выше, чем к растяжению. Для повышения устойчивости бетонных конструкций к нагрузкам на излом, срез или растяжение было придумано усиление структурной прочности с помощью применения стальной (позднее — и композитной) арматуры. Сталь способна удлиняться без разрыва при нагрузке на растяжение от 4 до 25 мм, а неармированный бетон теряет целостность при растяжении всего на 0,2–0,4 мм. Железобетон (бетон, армированный стальными стержнями) хорошо выдерживает комплекс нагрузок как на сжатие, так и на растяжение.

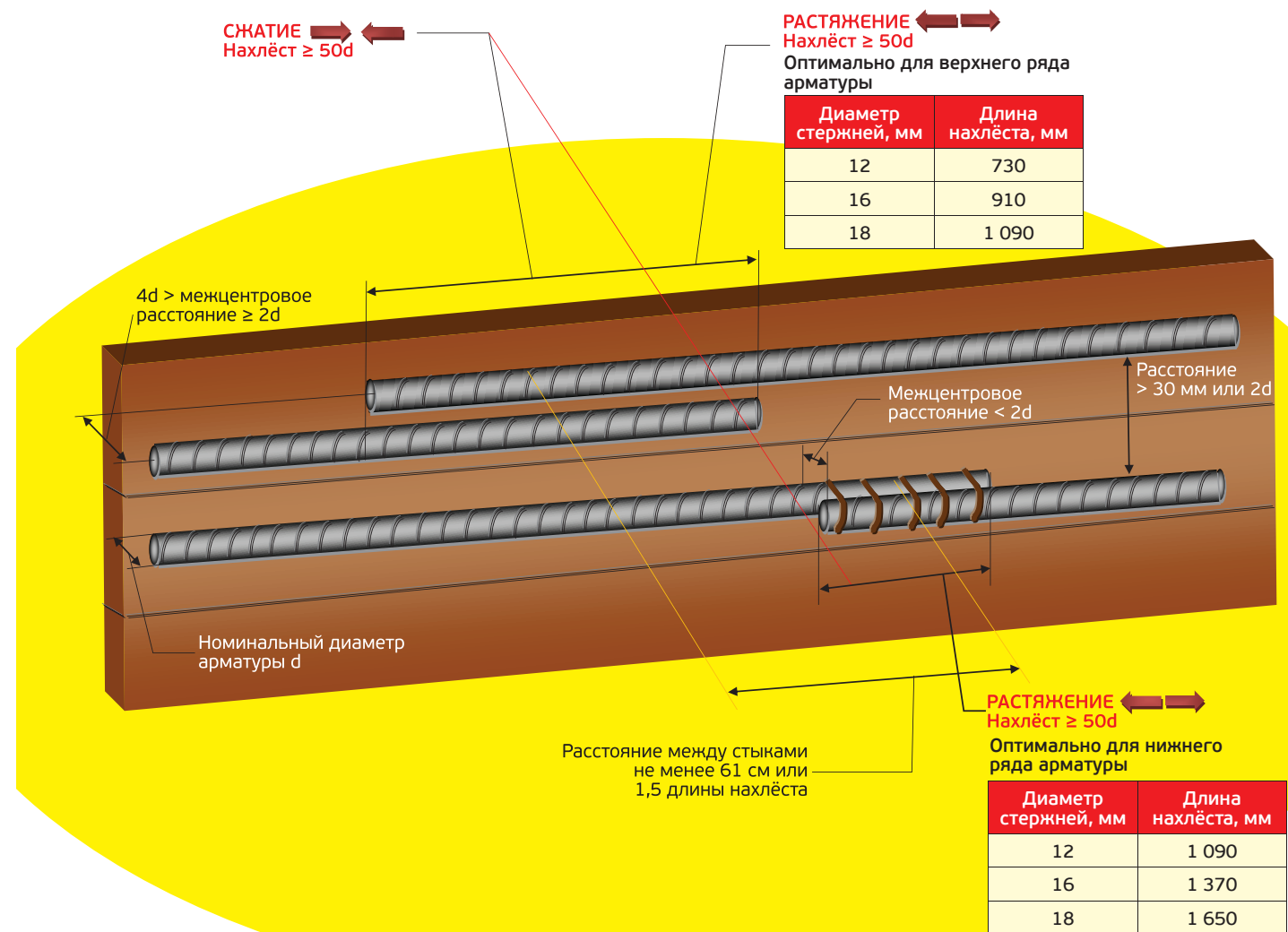
### Проект и следование правилам

Чтобы фундамент обладал нужными характеристиками, обеспечивающими его целостность, армирование должно быть выполнено по определённым правилам. К сожалению, при самостоятельном строительстве или при возведении дома бригадой шабашников (которые строят дома без проекта и надзора архитектора) железобетонные фундаменты часто армируются недостаточно или неправильно. Не удивительно, что на строительных форумах в Интернете то и дело встречаются вопросы о треснувших

Фото и рисунки: А. Денчик.



↑ Ошибка армирования фундамента плиты. Стержни монтажной арматуры воткнуты в грунт и будут оставлены в таком положении при укладке бетонной смеси. Стержни будут служить проводниками гальванических токов и приведут к ускоренной коррозии арматурного каркаса фундамента.



↑ Рис. 1. Пример соединения арматурных стержней без сварки.

железобетонных фундаментах, а некоторые домовладельцы и вообще уверены в том, что бетон фундамента рано или поздно «должен лопнуть».

В одной статье сложно рассказать обо всех нормах и правилах армирования железобетонных фундаментов. Заострим внимание на часто встречающихся ошибках армирования, которые могут привести к нежелательным и даже опасным последствиям.

### Не всё то арматура, что из металла

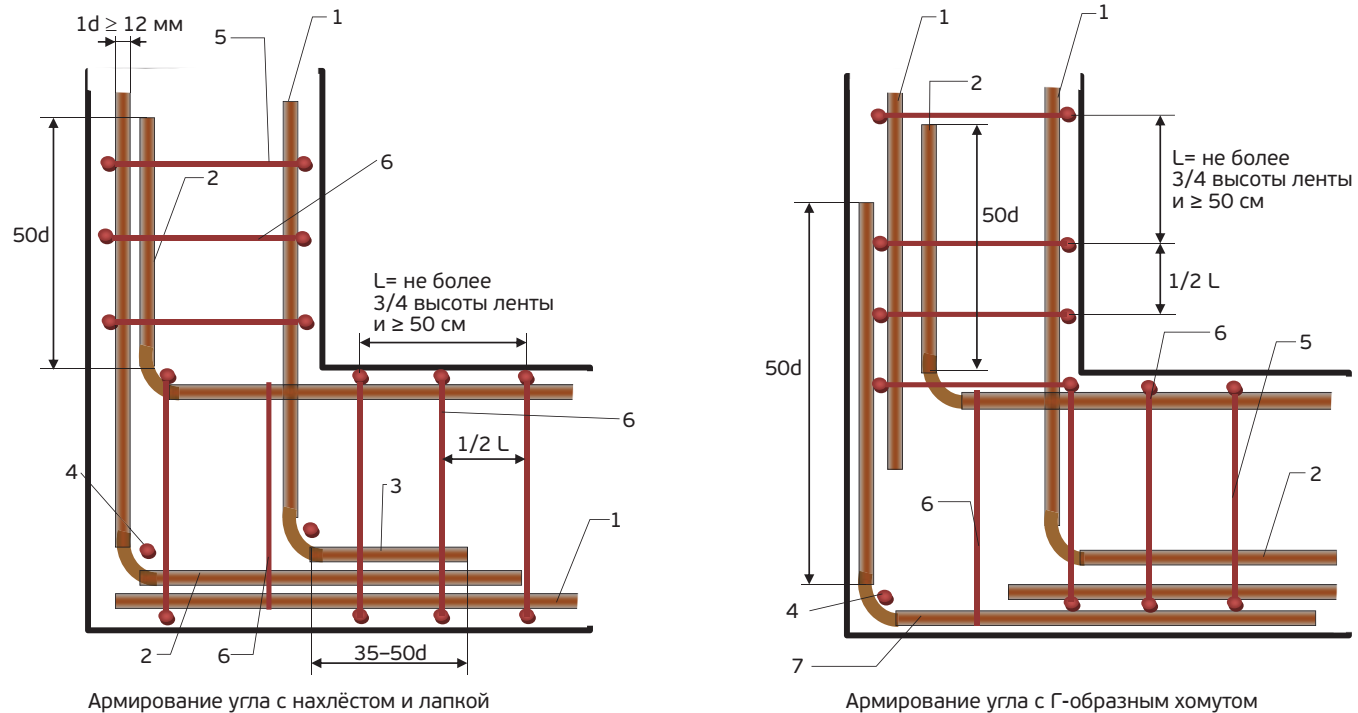
Из книг для дачников советского периода, когда в стране были известные трудности с приобретением любых изделий, кроме печатных трудов В. И. Ленина, многие вынесли представление, что бетон можно армировать любыми железными предметами — трубами, де-

талями кроватей, заборными сетками. Однако не все подобные изделия обладают требуемыми характеристиками, чтобы адекватно воспринять нагрузки на растяжение, и не предохраняют бетон от деформаций и образования трещин. Так, популярное армирование бетонного фундамента железнодорожными рельсами не рекомендуется из-за плохого сцепления бетона с гладкой поверхностью металла. А включение алюминиевых изделий в состав бетона в качестве арматуры вообще приводит к химическим реакциям, разрушающим бетон.

### Виды арматуры

Для рабочего армирования железобетонных фундаментов должна применяться современная арматура периодического профиля свариваемого класса А500С (литера С означает, что такую

арматуру можно соединять при помощи сварки). При использовании устаревшего класса арматуры А-III (А400) затраты возрастут примерно на 10 %, так как для армирования потребуется больше арматуры из-за более низкого предела её текучести при растяжении. Такую арматуру придётся соединять по длине не сваркой, а прямой анкеркой (закреплением арматуры в бетоне), то есть нахлестом стержней на величину, равную минимуму 50 диаметрам арматуры. Соединение же арматуры несвариваемого класса (без литеры С) сваркой приведет к локальному ослаблению структуры металла, возможному излому и разрыву бетона под нагрузкой. Арматура должна быть ребристой для лучшего сцепления с бетоном. Гладкую арматуру используют только для вспомогательного поперечного армирования.



↑ Рис. 2. Варианты армирования углов ленточного фундамента: 1 — горизонтальная арматура; 2 — нахлест; 3 — лапка 90 градусов; 4 — вертикальная арматура; 5 — поперечная арматура; 6 — дополнительная поперечная арматура; 7 — Г-образный хомут.



↑ Неправильное армирование угла ленточного фундамента. Вместо выполнения требуемой анкеровки стержней отгибом под углом 90 градусов или использования П-образных элементов стержни арматуры просто загнуты.



↑ Неправильное взаимное положение балки и опоры. Арматурный каркас ростверка не лежит на опорной буровой свае.

### Диаметр стержней арматуры для железобетонных фундаментов

Минимальный допустимый диаметр арматуры в бетонных элементах фундамента длиной до 3 м составляет 10 мм, а более 3 м — 12 мм. В буронабивных сваях минимальный диаметр арматуры составляет 12 мм. Продольная рабочая арматура должна быть из стержней одинакового диаметра. Если же применяются прутья разных диаметров, П-образных элементов стержни большего диаметра следует размещать внизу ленты фундамента — в зоне растяжения.

Общее количество стержней продольной арматуры и их диаметр зависят от величины площади сечения ростверка или ленты

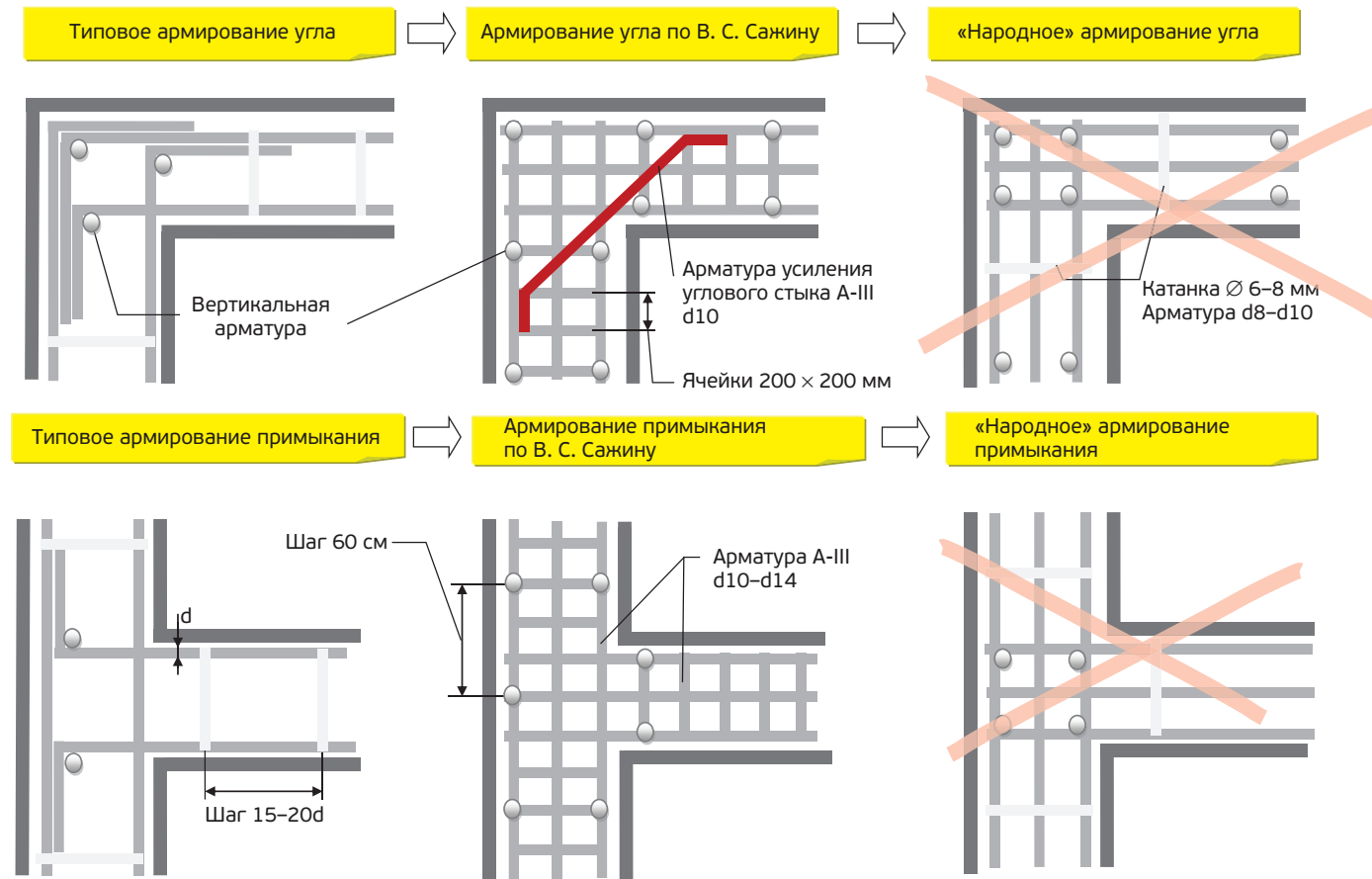
фундамента. Суммарная площадь сечения стержней рабочей арматуры должна составлять не менее 0,1 % от площади сечения ленты фундамента или ростверка.

Для изготовления поперечно изгибаемых элементов (хомутов) в каркасах фундаментов высотой до 70 см применяется арматура диаметром не менее 6 мм, а при высоте сечения фундаментов более 80 см — не менее 8 мм. В общих случаях шаг установки поперечной арматуры (хомутов) не должен превышать 50 см. При высоте фундамента более 70 см требуются дополнительные конструктивные стержни арматуры у боковых граней, воспринимающие дополнительные нагрузки — такие, как усадка и расширение — при наборе бетоном прочности и температурных расширениях.

### Не забыть хомуты!

При армировании плитных фундаментов в большинстве случаев забывают устанавливать торцевые П-образные арматурные элементы (хомуты), связывающие верхний и нижний слой армирования. Они обеспечивают восприятие крутящих моментов у края плиты и анкеровку концевых участков продольной арматуры.

Фото и рисунки: А. Дачник.



↑ Рис. 3. Трансформация схемы армирования углов и примыканий ленточного фундамента от правильной к ошибочной.

### Внимание: частая ошибка!

Некоторые строители вяжут арматурные каркасы фундаментов на стержнях арматуры, воткнутых в землю, и оставляют их при укладке бетонной смеси. Такая «рационализаторская» самодеятельность приводит к ускоренной электрохимической коррозии арматурного каркаса фундамента из-за возникающих в этом случае гальванических токов.

### Расположение стержней арматуры и защитный слой бетона

Рабочие стержни арматуры должны быть расположены как можно ближе к граням конструкции, чтобы обеспечить максимальную величину армированного сечения фундамента, но при этом

слой бетона, защищающий арматуру от коррозии, не должен быть меньше определенных значений.

В общих случаях продольная рабочая арматура в бетоне должна быть расположена не ближе 70 мм к граням, постоянно контактирующим с землей. Но если это подошва фундамента, имеющая бетонную подготовку, то защитный слой бетона можно сократить вдвое — до 35 мм.

Распространённой ошибкой является неравномерность расположения рабочей арматуры, которая приводит к переменному значению армированного сечения фундамента. По нормам отклонения от положения стержней арматуры не должны превышать 10 мм.

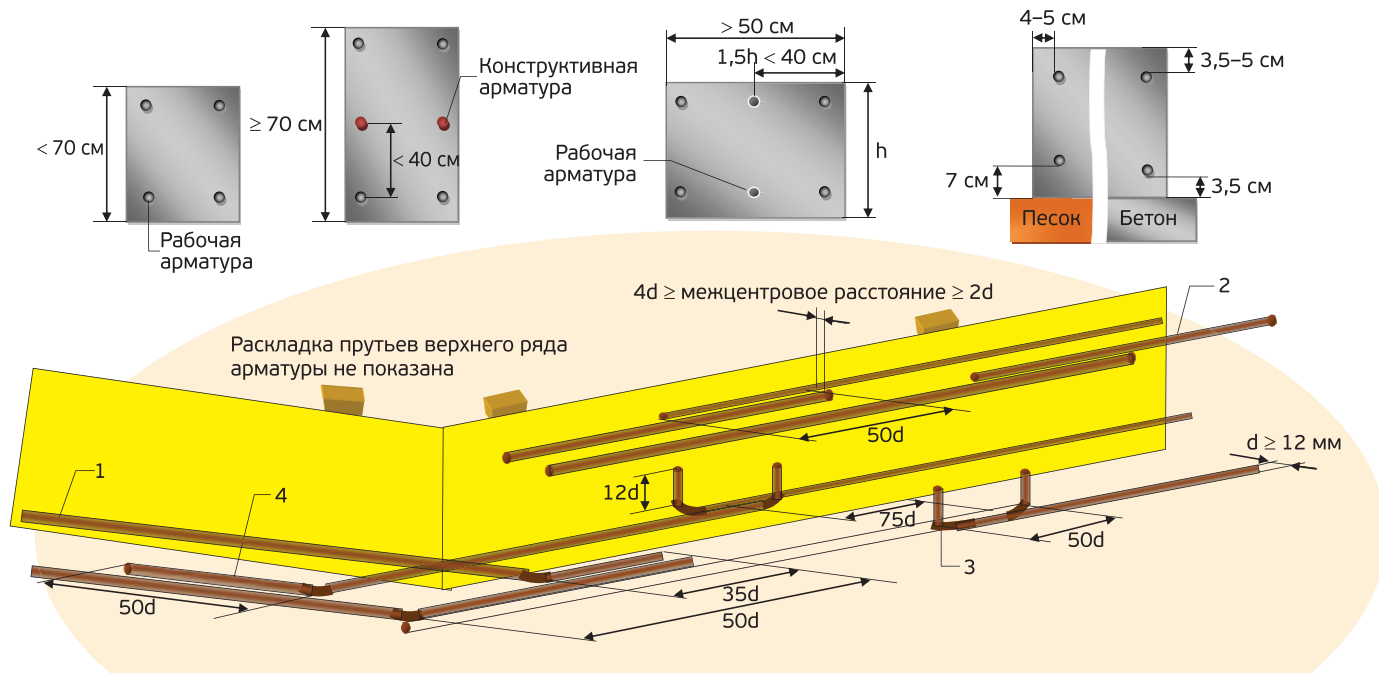
### Поверхность стальной арматуры

Состояние поверхности арматуры обеспечивает качество сцепления металла с бетоном. Она должна быть

свободна от любых «промежуточных» слоёв — грязи, отслаивающейся ржавчины, льда и снега. Красить арматуру нельзя. Допустимо только специальное эпоксидное покрытие, которое, хотя и снижает адгезию бетона, но замедляет коррозию металла.

А вот странная, на первый взгляд, привычка некоторых строителей поливать водой стальную арматуру за несколько дней перед укладкой, чтобы она заржавела, и «к ней сильнее прилипал бетон», не является халтурой или ошибкой. Например, в официальных комментариях к американскому своду правил по строительному бетону ACI-318-08 в пункте R7.4 сказано: «Обычная поверхностная неотслаивающаяся ржавчина усиливает силу сцепления арматуры с бетоном. Ржавая поверхность лучше склеивается с цементным гелем в составе бетона. Но отслаивающуюся ржавчину требуется удалить».





↑ Рис. 4. Горизонтальное армирование ленточного фундамента: 1 — горизонтальная арматура (нижний ряд); 2 — горизонтальная арматура (верхний ряд); анкер (лапка 90 градусов); 4 — соединение нахлестом.

### Гибка стальной арматуры

Во многих случаях стальную арматуру придётся гнуть для анкерки стержней арматуры, для выполнения правильного армирования углов и примыканий ленточных фундаментов и рам ростверков. Арматуру класса А-III можно гнуть в холодном состоянии без потери прочности на угол до 90 градусов.



↑ Пример некачественной вязки арматурного каркаса. Нарушено проектное положение стержней и увеличен защитный слой бетона.

Диаметр изгиба должен быть не менее 6 диаметров арматуры.

### Соединение стержней арматуры

Для чего требуется правильно соединять арматуру в фундаменте? Прежде всего, соединение арматуры обеспечивает передачу расчётных усилий от одного стыкуемого стержня к другому. Современные требования к сохранению структурной целостности предполагают наличие как минимум двух безразрывных контуров армирования в тех зонах, которые подвержены нагрузкам на растяжение.

Проще всего соединять свариваемую стальную арматуру. Её сваривают с на-

хлестом длиной минимум 10 диаметров стержня арматуры. А вот при соединении несвариваемой арматуры нахлестом (прямая анкерка) обычно делают много ошибок. Во-первых, длина нахлеста арматуры должна быть не менее 50 диаметров арматуры. Во-вторых, соединение арматуры без сварки, внахлест вовсе не означает физического контакта стержней арматуры: стержни как раз не должны касаться друг друга, чтобы бетонная смесь при укладке смогла «охватить» соединяемые стержни арматуры со всех сторон и зафиксировать их. Расстояние между соединяемыми нахлестом стержнями рабочей арматуры должно быть не менее 25 мм и не более 8 её диаметров.

### Контролируйте шабашников!

Изобретательность строителей-шабашников, не имеющих специальной оснастки для гибки арматуры и стремящихся максимально снизить свои трудозатраты, «пока хозяин не видит», выработала несколько широко распространённых неправильных способов гибки стержней арматуры. Рабочие либо нагревают местогиба арматуры автогеном, на костре или паяльной лампой, либо надпиливают его диском болгарки. Оба способа значительно ослабляют стержни арматуры, что может привести к разрушению их целостности под нагрузкой. Все виды арматуры следует гнуть исключительно в холодном состоянии, если иное не предписано проектировщиком.

Фото и рисунки: А. Дачник.



↑ Защитный слой бетона. В части фундамента, не контактирующей с грунтом, толщина защитного слоя бетона будет 4,5 см.



↑ Нижняя часть фундамента. Защитный слой бетона в фундаменте на бетонной подготовке равен 4 см.



↑ Анкерка углов фундамента. П-образные элементы (хомуты) для анкерки углов ленточных фундаментов или ростверков и торцевых граней фундаментов-плит.

### Армирование углов и примыканий

Желание снизить трудозатраты или неправильное понимание отдельных публикаций приводит к ошибкам армирования зон фундаментов с наибольшей концентрацией напряжений — углов и примыканий. В народной строительной мифологии родилась и прочно закрепилась недопустимая форма армирования углов и примыканий с помощью простых перекрестий концов арматуры, скрученных вязальной проволокой. Такое исполнение армирования чревато отколом слоёв фундамента по ширине и образованием трещин в углах, так как простое пересечение арматуры «перекрестием» не является соединением (анкеркой), а представляет собой фактически разрыв армирования. В этом случае лента или ростверк утрачивают монолитность, превращаясь в структуру из отдельных железобетонных балок, единых внешне, но не структурно, так как передачи усилий от стержня к стержню в этом случае не происходит. Правильное армирование углов и примыканий представляет собой систему анкерки стержней арматуры путём загибов либо использование анкерки П-образными арма-

турными элементами (хомутами), длина которых должна быть не менее двойной ширины ленты или ростверка фундамента (пункт 10.4.5 СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции»).

### Обращайтесь к специалистам

Невнимательное отношение к конструированию и постройке фундамента, движимое понятным внутренним мотивом застройщика или работников сделать «дешевле и быстрее», чаще всего приводит к проблемам в будущем. Как правило, они связаны с дорогим ремонтом или восстановлением фундамен-

тов, утративших целостность, и повреждённых домов. Отсутствие компетенции, спешка и экономия при строительстве порою приводят к неустранимым повреждениям здания и как следствие — к потере всех средств и времени, вложенных в постройку дома. Надеюсь, что небольшой обзор ошибок армирования послужит поводом для обращения будущего застройщика к специалистам либо как минимум к СНиПам и сводам правил (СП), которые должны являться основой при любом строительстве, даже если вокруг все ориентируются на то, «как сделано у соседа».

Андрей Дачник  
<http://Dom.Dacha-Dom.ru>



↑ Недостаточный защитный слой бетона. При изготовлении фундамента-плиты допущены ошибки: нет защитного слоя бетона внизу и отсутствует торцевая анкерка арматурного каркаса П-образными элементами.