**ОРИГИНАЛ:**

**Расположение и расчет арматуры в ленточном фундаменте**

Ленточный фундамент имеет нестандартную геометрию: его длинна в десятки раз больше глубины и ширины. Из-за такой конструкции почти все нагрузки распределяются вдоль ленты. Самостоятельно бетонный камень не может компенсировать эти нагрузки: его прочности на изгиб недостаточно. Для придания конструкции повышенной прочности используют не просто бетон, а железобетон — это бетонный камень с расположенными внутри стальными элементами — стальной арматурой. Процесс закладки металла называется армированием ленточного фундамента. Своими руками его сделать несложно, расчет элементарный, схемы известны.

Количество, расположение, диаметры и сорт арматуры — все это должно быть прописано в проекте. Эти параметры зависят от многих факторов: как от геологической обстановки на участке, так и от массы возводимого здания. Если вы хотите иметь гарантированно прочный фундамент — требуется проект. С другой стороны, если вы строите небольшое здание, можно попробовать на основании общих рекомендаций все сделать своими руками, в том числе и спроектировать схему армирования.

**Схема армирования**

Расположение арматуры в ленточном фундаменте в поперечном сечении представляет собой прямоугольник. И этому есть простое объяснение: такая схема работает лучше всего.

На ленточный фундамент действуют две основные силы: снизу при морозе давят силы пучения, сверху — нагрузка от дома. Середина ленты при этом почти не нагружается. Чтобы компенсировать действие этих двух сил обычно делают два пояса рабочей арматуры: сверху и снизу. Для мелко- и средне- заглубленных фундаментов (глубиной до 100 см) этого достаточно. Для лент глубокого заложения требуется уже 3 пояса: слишком большая высота требует усиления.

Чтобы рабочая арматура находилась в нужном месте, ее определенным образом закрепляют. И делают это при помощи более тонких стальных прутьев. Они в работе не участвуют, только удерживают рабочую арматуру в определенном положении — создают конструкцию, потому и называется этот тип арматуры конструкционным.

Как видно на схеме армирования ленточного фундамента, продольные прутки арматуры (рабочие) перевязываются горизонтальными и вертикальными подпорками. Часто их делают в виде замкнутого контура — хомута. С ними работать проще и быстрее, а конструкция получается более надежной.

**Какая арматура нужна**

Для ленточного фундамента используют два типа прутка. Для продольных, которые несут основную нагрузку, требуется класс АII или AIII. Причем профиль — обязательно ребристый: он лучше сцепляется с бетоном и нормально передает нагрузку. Для конструкционных перемычек берут более дешевую арматуру: гладкую первого класса АI, толщиной 6-8 мм.

В последнее время появилась на рынке стеклопластиковая арматура. По заверениям производителей она имеет лучшие прочностные характеристики и более долговечна. Но использовать ее в фундаментах жилых зданий многие проектировщики не рекомендуют. По нормативам это должен быть железобетон. Характеристики этого материала давно известны и просчитаны, разработаны специальные профили арматуры, которые способствуют тому, что металл и бетон соединяются в единую монолитную конструкцию.

Как поведет себя бетон в паре со стеклопластиком, насколько прочно такая арматура будет сцепляться с бетоном, насколько успешно эта пара будет сопротивляться нагрузкам — все это неизвестно и не изучено. Если хотите экспериментировать — пожалуйста, используйте стекловолокно. Нет — берите железную арматуру.

**Расчет армирования ленточного фундамента своими руками**

Любые строительные работы нормируются ГОСТами или СНиПами. Армирование — не исключение. Оно регламентируется СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции». В этом документе указывается минимальное количество требуемой арматуры: оно должно быть не менее 0,1% от площади поперечного сечения фундамента.

**Определение толщины арматуры**

Так как ленточный фундамент в разрезе имеет форму прямоугольника, то площадь сечения находится перемножением длин его сторон. Если лента имеет глубину 80 см и ширину 30 см, то площадь будет 80 см\*30 см = 2400 см2.

Теперь нужно найти общую площадь арматуры. По СНиПу она должна быть не менее 0,1%. Для данного примера это 2,8 см2. Теперь методом подбора определим, диаметр прутков и их количество.

Например, планируем использовать арматуру диаметром 12 мм. Площадь ее поперечного сечения 1.13 см2 (вычисляется по формуле площади окружности). Получается, чтобы обеспечить рекомендации (2,8 см2) нам понадобится три прутка (или говорят еще «нитки»), так как двух явно мало: 1,13 \* 3 = 3,39 см2, а это больше чем 2,8 см2, которые рекомендует СНиП. Но три нитки на два пояса разделить не получится, а нагрузка будет и с той и с другой стороны значительной. Потому укладывают четыре, закладывая солидный запас прочности.

Чтобы не закапывать лишние деньги в землю, можно попробовать уменьшить диаметр арматуры: рассчитать под 10 мм. Площадь этого прутка 0,79 см2. Если умножить на 4 (минимальное количество прутков рабочей арматуры для ленточного каркаса), получим 3,16 см2, чего тоже хватает с запасом. Так что для данного варианта ленточного фундамента можно использовать ребристую арматуру II класса диаметром 10 мм.

Как рассчитать толщину продольной арматуры для ленточного фундамента разобрались, нужно определить, с каким шагом устанавливать вертикальные и горизонтальные перемычки.

**Шаг установки**

Для всех этих параметров тоже есть методики и формулы. Но для небольших строений поступают проще. По рекомендациям стандарта расстояние между горизонтальными ветками не должно быть больше 40 см. На этот параметр и ориентируются.

Как определить на каком расстоянии укладывать арматуру? Чтобы сталь не подвергалась коррозии, она должна находится в толще бетона. Минимальное расстояние от края — 5 см. Исходя из этого, и рассчитывают расстояние между прутками: и по вертикали, и по горизонтали оно на 10 см меньше габаритов ленты. Если ширина фундамента 45 см, получается, что между двумя нитками будет расстояние 35 см (45 см — 10 см = 35 см), что соответствует нормативу (меньше 40 см).

Если лента у нас 80\*30 см, то продольная арматура находится одна от другой на расстоянии 20 см (30 см — 10 см). Так как для фундаментов среднего заложения (высотой до 80 см) требуется два пояса армирования, то один пояс от другого располагается на высоте 70 см (80 см — 10 см).

Теперь о том, как часто ставить перемычки. Этот норматив тоже есть в СНиПе: шаг установки вертикальных и горизонтальных перевязок должен быть не более 300 мм.

Все. Армирование ленточного фундамента своими руками рассчитали. Но учтите, что ни масса дома, ни геологические условия не учитывались. Мы основывались на том, что на этих параметрах основывались при определении размеров ленты.

**Армирование углов**

В конструкции ленточного фундамента самое слабое место — углы и примыкание простенков. В этих местах соединяются нагрузки от разных стен. Чтобы они успешно перераспределялись, необходимо арматуру грамотно перевязать. Просто соединить ее неправильно: такой способ не обеспечит передачу нагрузки. В результате через какое-то время в ленточном фундаменте появятся трещины.

Чтобы избежать такой ситуации, при армировании углов используют специальные схемы: пруток с одной стороны загибают на другую. Этот «захлест» должен быть не менее 60-70 см. Если длины продольного прутка на загиб не хватает, используют Г-образные хомуты со сторонами тоже не менее 60-70 см. Схемы их расположения и крепления арматуры приведены на фото ниже.

По такому же принципу армируются примыкания простенков. Также желательно арматуру брать с запасом и загибать. Также возможно использование Г-образных хомутов.

Обратите внимание: в обоих случаях, в углах шаг установки поперечных перемычек уменьшен в два раза. В этих местах они уже становятся рабочими — участвуют в перераспределении нагрузки.

**Армирование подошвы ленточного фундамента**

На грунтах с не очень высокой несущей способностью, на пучнистых почвах или под тяжелые дома, часто ленточные фундаменты делают с подошвой. Она передает нагрузку на большую площадь, что придает большую стабильность фундаменту и уменьшает величину просадок.

Чтобы подошва от давления не развалилась, ее также необходимо армировать. На рисунке представлены два варианта: один и два пояса продольной арматуры. Если грунты сложные, с сильной склонностью к зимнему печению, то можно укладывать два пояса. При нормальных и среднепучнистых грунтах — достаточно одного.

Уложенные в длину пруты арматуры являются рабочими. Их, как и для ленты, берут второго или третьего класса. Располагаются друг от друга они на расстоянии 200-300 мм. Соединяются при помощи коротких отрезков прутка.

Если подошва неширокая (жесткая схема), то поперечные отрезки — конструктивные, в распределении нагрузки не участвуют. Тогда их делают диаметром 6-8 мм, загибают на концах так, чтобы они охватывали крайние прутки. Привязывают ко всем при помощи вязальной проволоки.

Ели подошва широкая (гибкая схема), поперечная арматура в подошве тоже является рабочей. Она сопротивляется попыткам грунта «схлопнуть» ее. Потому в этом варианте подошвы используют ребристую арматуру того же диаметра и класса, что и продольную.

**Сколько нужно прутка**

Разработав схему армирования ленточного фундамента, вы знаете, сколько продольных элементов вам необходимо. Они укладываются по всему периметру и под стенами. Длинна ленты будет длиной одного прутка для армирования. Умножив ее на количество ниток, получите необходимую длину рабочей арматуры. Затем к полученной цифре добавляете 20% — запас на стыки и «перехлесты». Вот столько в метрах вам и нужно будет рабочей арматуры.

Теперь нужно посчитать количество конструктивной арматуры. Считаете, сколько поперечных перемычек должно быть: длину ленты делите на шаг установки (300 мм или 0,3 м, если следовать рекомендациям СНиПа). Затем подсчитываете, сколько уходит на изготовление одной перемычки (ширину арматурного каркаса складываете с высотой и удваиваете). Полученную цифру умножаете на количество перемычек. К результату добавляете тоже 20% (на соединения). Это будет количество конструктивной арматуры для армирования ленточного фундамента.

По похожему принципу считаете количество, которое необходимо для армирования подошвы. Сложив все вместе, вы узнаете, сколько арматуры нужно на фундамент.

**Технологии сборки арматуры для ленточного фундамента**

Армирование ленточного фундамента своими руками начинается после установки опалубки. Есть два варианта:

* Весь каркас собирают прямо в котловане или траншее. Если лента узкая и высокая, работать так неудобно.
* Вблизи от котлована готовят отрезки каркаса. Их переносят по частям и устанавливают на предназначенное им место, связывая в единое целое. Так работать удобнее, за исключением того, что связанные конструкции из арматуры переносить очень неудобно и тяжело.

Оба вариант неидеальны и каждый решает, как ему будет легче. При работе непосредственно в траншее, нужно знать порядок действий:

* Первыми укладывают продольные прутки нижнего армопояса. Их нужно приподнять на 5 см от края бетона. Лучше использовать для этого специальные ножки, но у застройщиков популярны куски кирпичей. От стенок опалубки арматура также отстоит на 5 см.
* Используя поперечные куски конструкционной арматуры или сформованные контура, их фиксируют на необходимом расстоянии при помощи вязальной проволоки и крючка или вязального пистолета.

Далее есть два варианта:

* Если использовались сформованные в виде прямоугольников контура, сразу к ним вверху привязывают верхний пояс.
* Если при монтаже используют нарезанные куски для поперечных перемычек и вертикальных стоек, то следующий шаг — подвязывание вертикальных стоек. После того как все они привязаны, привязывают второй пояс продольной арматуры.

Есть еще одна технология армирования ленточного фундамента. Каркас получается жесткий, но идет большой расход прутка на вертикальные стойки: их забивают в грунт.

* Сначала вбивают вертикальные стойки в углах ленты и местах соединения горизонтальных прутков. Стойки должны иметь большой диаметр 16-20 мм. Их выставляют на расстоянии не менее 5 см от края опалубки, выверяя горизонтальность и вертикальность, забивают в грунт на 2 метра.
* Затем забивают вертикальные прутки расчетного диаметра. Шаг установки мы определили: 300 мм, в углах и в местах примыкания простенков в два раза меньше — 150 мм.
* К стойкам привязывают продольные нитки нижнего пояса армирования.
* В местах пересечения стоек и продольных арматурин привязываются горизонтальные перемычки.
* Подвязывается верхний пояс армирования, который располагается на 5-7 см ниже верхней поверхности бетона.
* Привязываются горизонтальные перемычки.

Удобнее и быстрее всего делать армирующий пояс с использованием сформованных заранее контуров. Прут сгибают, формируя прямоугольник с заданными параметрами. Вся проблема в том, что их необходимо делать одинаковыми, с минимальными отклонениями. И требуется их большое количество. Но потом работа в траншее движется быстрее.

Как видите, армирование ленточного фундамента — длительный и не самый простой процесс. Но справиться можно даже одному, без помощников. Потребуется, правда, много времени. Вдвоем или втроем работать сподручнее: и прутки переносить, и выставлять их.

**ГОТОВАЯ РАБОТА:**

**Расположение и расчет арматуры в ленточном фундаменте**

Ленточный фундамент отличается необычной геометрией: по своей длине он раз в десять превышает глубину и ширину. Благодаря этому нагрузка распределяется вдоль ленты. Бетонный камень сам по себе не способен компенсировать такие нагрузки, его прочности на изгиб не хватит. Чтобы не решить этот вопрос, используют железобетон – бетонный камень с расположенной внутри арматурой из стали. Закладка металла называется армированием ленточного фундамента. Сделать его самостоятельно нетрудно, все схемы известны, а расчеты просты.

Проект должен быть детально прописан и содержать в себе информацию о количестве, расположении, диаметре и сортах арматуры. Все эти данные зависят от множества факторов: начиная от геологических параметров, заканчивая массой будущего строения.

**Схема армирования**

Арматура в ленточном фундаменте в поперечном сечении представляет собой прямоугольник. Это делается по одной простой причине – данная схема является самой эффективной.

На такой фундамент воздействуют в основном две силы: снизу при морозе давят силы пучения, сверху — нагрузка от дома. Однако в середине лента почти не нагружается. Чтобы компенсировать это воздействие зачастую делают два пояса рабочей арматуры: сверху и снизу. Этого хватит для мелко- и средне- заглубленных фундаментов (глубиной до 100 см). Для остальных лент глубокого заложения необходимо уже 3 пояса.

Чтобы арматура располагалась в нужном месте, ее специальным образом закрепляют. Для этого используют более тонкие стальные прутья. Они в работе не участвуют, а нужны только для удержания рабочей арматуры в конкретном положении, то есть создают конструкцию. Именно потому этот тип арматуры и называется конструкционным.

На схеме армирования ленточного фундамента можно заметить, что продольные прутки арматуры (рабочие) перевязываются горизонтальными и вертикальными подпорками. Почти всегда их делают в виде замкнутого контура (хомута). Они просты в работе, а конструкция будет более надежной.

**Какая арматура нужна**

Для ленточного фундамента применяют 2 типа прутка. Для продольных, на которые идет основная нагрузка, необходим класс АII или AIII. Профиль обязательно следует использовать ребристый, так как он лучше сцепляется с бетоном и хорошо передает нагрузку. Для конструкционных перемычек применяют более дешевую арматуру – гладкую первого класса АI, а толщиной 6-8 мм.

Сейчас на рынке можно найти стеклопластиковую арматуру. Производители утверждают, что такой вид арматуры имеет лучшие прочностные характеристики и дольше прослужит. Однако применять ее в фундаментах жилых зданий многие проектировщики не советуют. По нормативам это должен быть железобетон. Этот материал уже изучен, все его характеристики известны и просчитаны, придуманы специальные профили арматуры, способствующие тому, что металл и бетон соединяются в одну монолитную конструкцию.

Стекловолокно – это новый и до конца не проверенный материал. Еще неизвестно, как он поведет себя в паре с бетоном, насколько прочно будет сцепляться с ним, как справится с нагрузками и т.д. Если не боитесь экспериментов, то пожалуйста, используйте стекловолокно. А если хотите проверенный материал, то берите железную арматуру.

**Расчет армирования ленточного фундамента своими руками**

Каждая строительная работа регламентируется ГОСТами или СНиПами, в том числе и армирование. Оно нормируется СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции». В данном документе прописано минимальное количество требуемой арматуры, которое должно составлять не менее 0,1% от площади поперечного сечения фундамента.

**Определение толщины арматуры**

Площадь сечения ленточного фундамента находится перемножением длин его сторон. Если лента имеет глубину 70 см и ширину 40 см, то площадь будет 70 см\*40 см = 2800 см2.

Общая площадь арматуры согласно СНиПу должна быть не менее 0,1%. Теперь методом подбора определим, диаметр прутков и их количество.

Например, планируем использовать арматуру диаметром 12 мм. Площадь ее поперечного сечения 1.13 см2 (находится по формуле площади окружности). Получается, чтобы соответствовать рекомендации (2,8 см2) необходимо три прутка (или говорят еще «нитки»), так как двух явно мало: 1,13 \* 3 = 3,39 см2, а это больше чем 2,8 см2, которые рекомендует СНиП. Но три прутка на два пояса нельзя разделить, а нагрузка будет и с той и с другой стороны значительной. Потому укладывают четыре, закладывая солидный запас прочности. Чтобы не тратить лишние деньги иногда уменьшают диаметр арматуры.

**Шаг установки**

Для расчёта всех параметров есть методики и формулы. Но если планируется небольшое строение, то можно поступить проще. По стандартам расстояние между горизонтальными ветками не должно превышать 40 см. На этих данных и основываются.

Чтобы сталь не подвергалась коррозии, она должна быть в толще бетона. Минимальное расстояние от края должно быть 5 см. На основе этого и рассчитывают расстояние между нитками: и по вертикали, и по горизонтали оно на 10 см меньше габаритов ленты. При ширине фундамента 45 см, выходит, что между двумя прутками расстояние 35 см (45 см — 10 см = 35 см), а это соответствует нормативу (меньше 40 см).

Если лента с параметрами 80\*30 см, то продольная арматура находится одна от другой на расстоянии 20 см (30 см — 10 см). Так как для фундаментов среднего заложения (высотой до 80 см) требуется два пояса армирования, то расстояние от одного пояса до другого равно 70 см (80 см — 10 см).

Как часто ставить перемычки указано в СНиПе: шаг установки вертикальных и горизонтальных перевязок должен быть не более 300 мм.

**Армирование углов**

В конструкции ленточного фундамента самым слабым и уязвимым местом являются углы и примыкание простенков. Здесь сходятся нагрузки от разных стен. Для грамотного перераспределения следует правильно перевязать арматуру.

Для армирования углов существуют специальные схемы: пруток с одной стороны загибают на другую. Такой «захлест» должен составлять не менее 60-70 см. Если длины продольного прутка на загиб недостаточно, то можно применить Г-образные хомуты со сторонами такого же параметра (не менее 60-70 см).

Примыкание простенки армируются по этой же схеме. Рекомендуем брать арматуру с запасом.

В любом варианте в углах шаг установки поперечных перемычек должен быть меньше в 2 раза.

**Армирование подошвы ленточного фундамента**

Ленточные фундаменты с подошвой часто делают, если грунт с не очень высокой несущей способностью, на пучнистых почвах или под тяжелые постройки. Это позволяет передавать нагрузку на большую площадь, что в свою очередь придает большую стабильность фундаменту и снижает величину просадок.

Чтобы не допустить развала подошвы от давления, ее также нужно армировать. При нормальных и среднепучнистых грунтах хватает одного пояса. А если грунт сложный, с сильной склонностью к зимнему печению, то рекомендуем укладывать сразу два.

Уложенные в длину пруты арматуры являются рабочими. Используют второй или третий класс. Расположены друг от друга на расстоянии 200-300 мм. Соединяются короткими отрезками прутка.

Если подошва неширокая, то поперечные отрезки не влияют на распределение нагрузки. В этом случае их делают диаметром 6-8 мм, а загибают на концах так, чтобы они захватывали крайние прутки. Крепят ко всем с помощью вязальной проволоки.

При широкой подошве поперечная арматура в подошве тоже является рабочей. Потому в этом случае подошвы применяют ребристую арматуру с теми же параметрами и классом, что и продольную.

**Сколько нужно прутка**

После разработки схемы армирования ленточного фундамента станет известно, сколько продольных элементов нужно для работы. Они располагаются по всему периметру и под стенами. Длина ленты является длиной одного прутка для армирования. При умножении ее на количество ниток получится необходимая длина рабочей арматуры. Затем к этой цифре прибавляется 20% (запас на стыки и «перехлесты»). Результатом будет количество необходимой рабочей арматуры в метрах.

Далее рассчитывают количество конструктивной арматуры. Сперва считаете, сколько поперечных перемычек нужно: длина ленты делится на шаг установки (300 мм или 0,3 м по рекомендациям СНиПа). Затем рассчитывается, сколько тратится на изготовление одной перемычки (ширина арматурного каркаса суммируется с высотой и удваивается). Результат умножается на количество перемычек. Затем также добавляется 20% (на соединения). Итог и будет являться количеством конструктивной арматуры для армирования ленточного фундамента.

Примерно также рассчитывается количество, которое нужно для армирования подошвы. Сложив все вместе, можно узнать, сколько арматуры нужно на фундамент.

**Технологии сборки арматуры для ленточного фундамента**

Прежде чем начать армирование ленточного фундамента своими руками сперва нужно установить опалубки. Есть 2 варианта:

1. Весь каркас собирается прямо в котловане или траншее. Однако если лента узкая и высокая, то работать так будет неудобно.
2. Рядом с котлованом готовят отрезки каркаса. Далее их переносят по частям и устанавливают на нужное место, закрепляя в единое целое. Этот вариант работы удобнее, если не считать того, что связанные конструкции из арматуры переносить тяжело.

В обоих вариантах есть свои недостатки, поэтому каждый решает сам, как ему будет легче. При выполнении работы непосредственно в траншее, следует знать порядок действий:

1. Сперва укладывают продольные прутки нижнего армопояса. Их необходимо приподнять на 5 см от края бетона. Советуем использовать для этого специальные ножки, но застройщики предпочитают куски кирпичей. От стенок опалубки арматура также имеет расстояние в 5 см.
2. Используя поперечные куски конструкционной арматуры или сформованные контура, их фиксируют на нужном расстоянии с помощью вязальной проволоки и крючка или вязального пистолета.

Далее порядок действий также имеет два варианта:

* Если применялись сформованные в виде прямоугольников контура, к ним сразу вверху крепят верхний пояс.
* Если при монтаже использовались нарезанные куски для поперечных перемычек и вертикальных стоек, то далее необходимо подвязать вертикальные стойки. Когда все они будут закреплены, следует привязать второй пояс продольной арматуры.

Существует и другой способ армирования ленточного фундамента. В итоге каркас будет жесткий, но с большим расходом прутка на вертикальные стойки, так как их забивают в грунт.

1. Сперва вертикальные стойки вбиваются в углах ленты и местах соединения горизонтальных прутков. Стойки необходимы большого диаметра – 16-20 мм. Их следует выставлять на расстоянии не менее 5 см от края опалубки, выверяя при этом горизонтальность и вертикальность. Забиваются в грунт на 2 метра.
2. Потом забивают вертикальные прутки расчетного диаметра. Шаг установки является следующим: 300 мм, в углах и в местах примыкания простенков 150 мм.
3. Затем следует привязать продольные нитки нижнего пояса армирования к стойкам.
4. Там, где стойки и продольные арматурины пересекаются, необходимо привязать горизонтальные перемычки.
5. Верхний пояс армирования, расположенный на 5-7 см ниже верхней поверхности бетона, подвязывается.
6. В конце привязываются горизонтальные перемычки.

Проще и быстрее всего будет, если делать армирующий пояс, используя заранее сформованные контуры. Прут сгибают в форме прямоугольника с заданными параметрами. Главная трудность заключается в том, что их нужно делать одинаковыми, с минимум отклонений. И нужно их достаточно много. Но потом процесс пойдет намного быстрее.

Армирование ленточного фундамента является достаточно долгим и не самым простым процессом. Однако справиться можно даже одному без посторонней помощи, правда с еще большими затратами времени.