



Министерство образования
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Технология бетона и строительные материалы»

АРМАТУРА И АРМАТУРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторные работы (практикум)

М и н с к 2 0 1 0

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Технология бетона и строительные материалы»

АРМАТУРА И АРМАТУРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторные работы (практикум)

для студентов специальности

1-70 01 01 «Производство строительных изделий
и конструкций»

М и н с к 2 0 1 0

УДК [691.87+693.554](076.5)

ББК 38.626.1я7

А 83

С о с т а в и т е л ь

Н.Л. Полейко

Р е ц е н з е н т ы:

Г.П. Пастушков, А.Э. Змачинский

А 83 Арматура и арматурные работы: лабораторные работы (практикум) для студентов специальности 1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций» / сост. Н.Л. Полейко. – Минск: БНТУ, 2010. – 62 с.

В лабораторном практикуме изложена методика проведения лабораторных работ по курсу «Арматура и арматурные работы» для студентов специальности 1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций».

Рассмотрены методики проведения лабораторных работ по определению механических и технологических характеристик арматурных стале, применяемых в производстве сборных железобетонных конструкций и изделий. Приводятся сведения и требования, предъявляемые к арматурным элементам строительных конструкций.

Даны контрольные вопросы для проверки знаний студентов.

Введение

Все возрастающая интенсификация строительных процессов усиливает роль оперативного, постоянно действующего лабораторного контроля характеристик исходных материалов и конечной продукции, параметров технологического цикла. Поэтому инженер, являясь непосредственным руководителем работы, должен владеть методикой лабораторного анализа и техникой измерений. Теоретические основы строительного материаловедения в значительной степени базируются на экспериментальных данных, поэтому практическая работа с материалами и изучение их характеристик в лабораторных условиях позволяют глубже усвоить обобщающие фундаментальные положения теоретического курса, понять смысл требований технических нормативных правовых актов, предъявляемых к материалам, и ограничений к их применению в конструкциях различного назначения и различных условий эксплуатации.

Стальная арматура – важнейшая составная часть железобетонных конструкций. Арматурные стали классифицируются по способу изготовления, профилю поверхности стержней и условиям применения.

По способу изготовления арматурную сталь разделяют на горячекатаную стержневую и холоднотянутую проволочную, *по профилю поверхности стержней* – на гладкую и периодического профиля, *по условиям применения* – на ненапрягаемую и напрягаемую, т.е. применяемую соответственно для обычных и предварительно напряженных железобетонных конструкций.

Арматура располагается, главным образом, в тех частях конструкции, которые подвергаются растягивающим усилиям. Значительно реже она находит применение при усилении бетона для восприятия сжимающих, усадочных и температурных напряжений.

Поскольку при изготовлении арматурных каркасов стальные стержни приходится гнуть в холодном состоянии, а в са-

мих конструкциях они работают в основном на растяжение, то металлические стержни и проволоку испытывают на растяжение для определения временного сопротивления разрыву, относительного удлинения и предела текучести при разрыве, на изгиб в холодном состоянии, на перегиб для проволоки диаметром до 8 мм.

Целью лабораторных работ по курсу «Арматура и арматурные работы» является приобретение навыков испытания арматурных сталей, а также ознакомление с основными характеристиками, типами и конструктивными решениями арматурных изделий и сварных соединений, применяемых в железобетонных изделиях и конструкциях.

В лабораторных работах будущие инженеры-строители-технологии ознакомятся с соответствующими приборами и методиками испытаний арматурных сталей, применяемых в строительной индустрии.

Лабораторная работа № 1

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С МИКРОСТРУКТУРОЙ СТАЛИ

Цель работы: ознакомление с микроструктурой сталей, применяемых в строительстве.

Приборы и материалы: металлографический микроскоп, набор микрошлифов углеродистой стали доэвтектоидной, эвтектоидной и заэвтектоидной структуры.

Содержание работы

Металл в строительстве применяют в основном в виде различных изделий из стали: стальные профили для металлических конструкций, стальные стержни проволока для армирования бетона, стальные трубы и т.п.

Сталью называются железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода (С) до 2,14 % и других элементов. По составу различают *углеродистые стали*, содержащие помимо углерода лишь небольшое количество природных примесей [кремния (Si), марганца (Mn), серы (S), фосфора (P) и др.], и *легированные*, содержащие определенное количество легирующих (улучшающих характеристики) добавок.

Характеристики углеродистых сталей зависят от содержания в них углерода. Микроанализ позволяет определять величину и форму зерен, а также расположение элементов (фаз), составляющих сплав, что дает возможность прогнозировать его характеристики.

Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов (феррит, цементит, аустенит, перлит, ледебурит) можно рассмотреть под микроскопом на полированном травленном шлифе (микрошлифе) – зеркально отполированной поверхности стальных образцов, обработанной кислотой.

Феррит – раствор углерода в α -железе (α -Fe). Он мягкий (твердость по Бринеллю HB 65–130), пластичный (относитель-

ное удлинение $\delta = 40 \%$), сильно магнитен, хорошо проводит теплоту и электрический ток. Под микроскопом просматривается в виде светлых зерен или сетки, окаймляющей участки перлита (рис. 1.1, *а, б*).

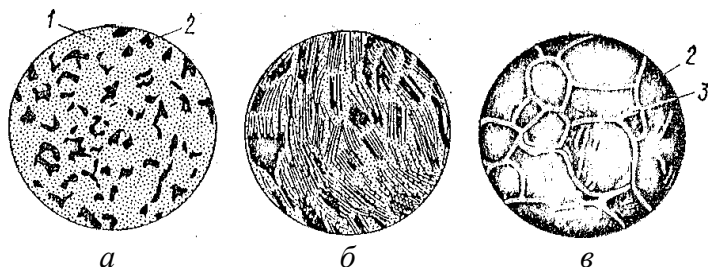


Рис. 1.1. Микроструктура углеродистых сталей:
а – доэвтектоидная; *б* – эвтектоидная (пластинчатый перлит);
в – заэвтектоидная; 1 – феррит; 2 – перлит; 3 – цементит

Цементит [карбид железа (FeC)] – химическое соединение железа и углерода. Цементит имеет металлический блеск, обладает большой твердостью (НВ 800) и хрупкостью, слабо магнитен, плохо проводит электрический ток и теплоту. Различают три структурные формы цементита: первичную, вторичную и третичную.

Аустенит – раствор углерода в γ -железе ($\gamma\text{-Fe}$). Аустенит немагнитен, сравнительно мягкий (НВ 170–200). Под микроскопом хорошо видна зернистая структура аустенита (см. рис. 1.1, *а*).

Перлит – механическая смесь (эвтектика), состоящая из очень тонких пластинок или зерен цементита в ферритовой основе. Перлит бывает пластинчатым и зернистым, что определяется формой цементита (пластинки или шарообразные зерна). Механические характеристики перлита зависят от размеров и формы цементита – пластинчатого или зернистого (относительное удлинение около 15 %, твердость НВ 150–170). Под микроскопом при среднем увеличении перлит после обычного травления обнаруживается в виде темных участков (см. рис. 1.1, *в*).

При 1000-кратном увеличении выявляется эвтектоидное строение перлита – две равномерно распределенные фазы: феррит и цементит.

Ледебурит – механическая смесь, состоящая в интервале температур 727–1147 °С из аустенита и цементита, а ниже 727 °С – из феррита и вторичного цементита.

При температуре ниже 727 °С стали с содержанием углерода менее 0,8 % имеют структуру феррита и перлита (ферритоцементитной смеси) и называются *доэвтектоидными*, с содержанием углерода 0,8 % – структуру перлита и называются *автектоидными*, и с содержанием углерода 0,8–2,14 % – структуру вторичного цементита и перлита и называются *заэвтектоидными*.

Вторичный цементит под микроскопом имеет вид светлой или темной тонкой сетки, окаймляющей зерна перлита (см. рис. 1.1, в).

Для изучения микроструктуры применяют микрошлифы сталей, изготовленные тонким шлифованием и полированием. После полирования поверхность шлифа подвергают травлению 4-процентным раствором азотной кислоты в спирте.

Схема металлографического микроскопа представлена на рис. 1.2.

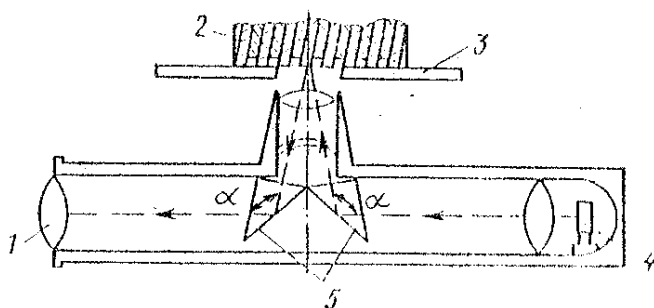


Рис. 1.2. Схема металлографического микроскопа:
1 – окуляр; 2 – изучаемый микрошлиф; 3 – столик;
4 – источник света; 5 – призмы

Образец (микрошлиф) стали 2 устанавливают на столик 3 микроскопа. От источника света 4 луч преломляется призмой 5 на зеркальную поверхность образца под углом α . Отраженный от зеркальной поверхности луч второй призмой 5 преломляется в окуляр 1. Так как образец имеет микрорельеф, то при падении на него луча под углом α от выступающих компонентов (в данном случае от цементита) на поверхность микрошлифа будут падать тени, которые можно наблюдать в поле зрения микроскопа. Тени будут располагаться по границам структурных составляющих сплава, поэтому по ним можно судить о структуре металла.

Рассмотрев в микроскоп шлифы углеродистой стали, студенты, пользуясь рис. 1.1, определяют структуру стали и делают зарисовки каждой из этих структур в журнале с указанием структурных составляющих.

Проведение испытания

1. Ознакомиться с основными элементами микроструктуры углеродистой стали.
2. Ознакомиться с устройством металлографического микроскопа.
3. Пользуясь микроскопом, зарисовать в журнал структуру изучаемого микрошлифа.
4. Сопоставить полученный рисунок с рис. 1.1. Определить тип структуры, представленный на микрошлифе.

Контрольные вопросы

1. Назовите структурные составляющие железоуглеродистых сплавов.
2. Что дает микроанализ сплавов стали?
3. Как влияет различное содержание углерода в стали на ее структуру?
4. Что такое сталь?

Литература

1. Гуляев, А.П. Металловедение / А.П. Гуляев. – М.: Металлургия, 1986. – 541 с.
2. Костяев, П.С. Материаловедение для арматурщиков-бетонщиков и арматурщиков-электросварщиков / П.С. Костяев. – М.: Высшая школа, 1985. – 191 с.
3. Попов, К.Н. Оценка качества строительных материалов: учебное пособие / К.Н. Попов, М.Б. Каддо, О.В. Кульков: под общ. ред. К.Н. Попова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2004. – 287 с.
4. Белов, В.В. Лабораторные определения свойств строительных материалов / В.В. Белов, В.Б. Петропавловская, Ю.А. Шлапак. – М.: изд-во АСВ, 2004. – 176 с.

Лабораторная работа № 2

ИСПЫТАНИЕ АРМАТУРНОЙ СТАЛИ НА РАСТЯЖЕНИЕ

Цель работы: научиться определять временное сопротивление арматурной стали растяжению и относительное удлинение при растяжении.

Приборы и материалы: разрывная испытательная машина, образцы арматурной стали, штангенциркуль, ТНПА (ГОСТ, СТБ) с требованиями к механическим свойствам арматурных сталей.

Содержание работы

Испытание на растяжение является наиболее важным для практических целей, так как позволяет вычислить прочность, упругость и пластичность арматурной стали.

Прочность – способность арматурной стали сопротивляться внутреннему напряжению под действием внешних сил не разрушаясь.

Чтобы вычислить прочность арматурной стали при растяжении измеряют наибольшую нагрузку P_{\max} , предшествующую разрыву образца при испытании. Ее отношение к площади первоначального поперечного сечения образца F_0 является пределом прочности при растяжении $\sigma_{\text{в}}$ арматурной стали:

$$\sigma_{\text{в}} = \frac{P_{\max}}{F_0}, \text{ МПа.} \quad (2.1)$$

Упругость – способность арматурной стали изменять свою форму под действием нагрузки и восстанавливать ее после прекращения действия этой нагрузки. В упругой стадии образец остается растянутым только под действием нагрузки, а после ее снятия, возвращается к прежней длине. Напряжение, возникающее на упругой стадии в образце, называют пределом пропорциональности. При проведении испытаний трудно

установить границы, разделяющие упругое и неупругое состояние арматурной стали. Поэтому при определении упругости арматурной стали находят нагрузку P_e , после снятия которой образцы способны восстановить свою первоначальную длину с остаточным удлинением не более 0,005 %.

Предел упругости σ_e вычисляют по формуле

$$\sigma_e = \frac{P_e}{F_0}, \text{ МПа.}$$

Пластичность – способность арматурной стали не разрушаясь изменять форму под действием нагрузки и сохранять полученную форму после того, как нагрузка перестает действовать.

Если арматурная сталь обладает достаточной пластичностью, то при увеличении нагрузки P_e до P_T она как бы «течет», т.е. образец удлиняется при неизменяемой нагрузке P_T , которая в свою очередь вызывает в образце напряжение σ_T , называемое пределом текучести:

$$\sigma_T = \frac{P_T}{F_0}, \text{ МПа.} \quad (2.2)$$

По достижении определенной деформации процесс «течения» арматурной стали прекращается – она как бы вновь приобретает прочность. Напряжения в арматурной стали растут до значений σ_b (рис. 2.1).

При испытании на растяжение пластичность арматурной стали характеризуется относительным удлинением δ и относительным сужением φ , которые принято выражать в % и вычислять по формулам

$$\delta = \frac{(\ell_k - \ell_0) \cdot 100}{F_0}; \quad (2.3)$$
$$\varphi = \frac{(F_0 - F_1) \cdot 100}{F_0},$$

где l_0 – первоначальная длина образца, см;

l_k – длина после разрыва, см;

F_0 – первоначальная площадь поперечного сечения образца, см²;

F_1 – площадь поперечного сечения образца в месте разрыва, см².

Значения пределов прочности, упругости и пластичности можно определить используя диаграмму растяжения (рис. 2.1).

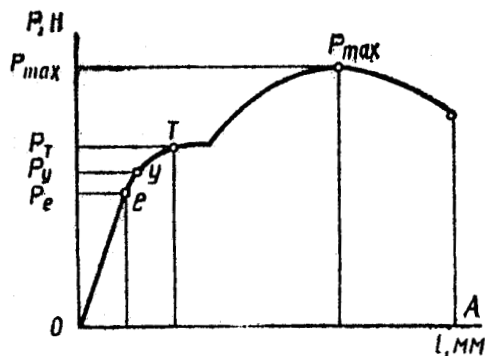


Рис. 2.1. Диаграмма растяжения арматурной стали

По оси ординат от точки 0 на диаграмме отложены значения нагрузки, приложенной к образцу. По оси абсцисс от точки 0 отложены значения удлинения образца в каждый момент испытания. По точкам на кривой диаграммы можно определить напряжение образца, вычисляемое как отношение нагрузки в данной точке к первоначальной площади поперечного сечения образца.

Участок на диаграмме от точки 0 до точки e показывает, что между нагрузкой, прилагаемой к образцу, и его удлинением существует пропорциональная зависимость, т.е. во сколько раз возросла нагрузка, во столько же раз возросло удлинение образца. При нагрузке, равной P_T , напряжение образца достигает предела упругости, т.е. такого значения, при котором остаточное удлинение впервые достигает некоторой малой величины.

При нагрузке, соответствующей горизонтальному участку на диаграмме, происходит удлинение образца без приращения величины нагрузки.

Напряжение в точке P_T характеризует предел текучести арматурной стали.

При нагрузке больше P_T происходит непрерывное удлинение образца. При нагрузке P_{max} , предшествующей разрыву, образец начинает уменьшаться в поперечном сечении. Затем образец разрушается. Напряжение при нагрузке P_{max} характеризует предел прочности арматурной стали σ_B .

Пластичность арматурной стали образца характеризуется длиной отрезка OA на оси абсцисс. Чем больше длина отрезка, тем пластичнее арматурная сталь.

Для испытания арматурной стали на растяжение (ГОСТ 12004–81) применяют образцы, гладкие или периодического профиля, диаметром d 3–80 мм, длиной (без учета концов, помещаемых в захваты разрывной машины) не менее 200 мм для образцов диаметром до 20 мм и не менее 100 для образцов диаметром свыше 20 мм. Торцы испытываемых образцов должны быть строго перпендикулярны их оси.

Подготовительные работы

Перед проведением испытания определяют размеры и массу образца, вычисляют площадь поперечного сечения.

Диаметр гладких стержней определяют как среднее арифметическое значение измерений диаметра стержня в трех местах по длине (с погрешностью 0,1 мм). Площадь поперечного сечения гладких стержней вычисляют по среднему значению диаметра.

Площадь поперечного сечения образцов периодического профиля F_0 вычисляют по формуле

$$F_0 = \frac{m}{\rho \cdot \ell}, \text{ мм}^2,$$

где m – масса образца, г, определяемая взвешиванием с погрешностью: для стержней диаметром менее 10 мм – до 1 г, диаметром 10–20 мм – до 2 г, диаметром более 20 мм – до 10 г;

ρ – плотность стали, равная 0,00785 г/мм³;

l – длина испытываемого образца, мм, измеряемая с погрешностью не более 0,5 мм.

С помощью рисок, наносимых керном, образцы размечают на n равных частей на несколько большей длине, чем рабочая l_0 (рис. 2.2, а).

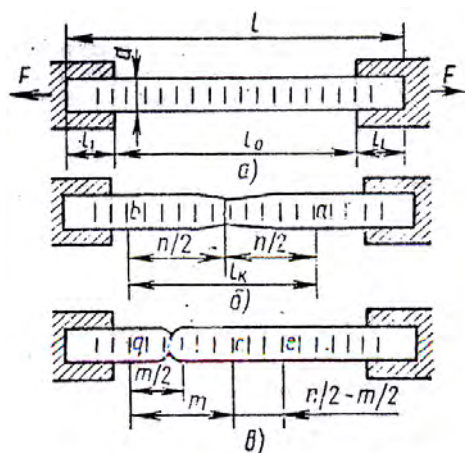


Рис. 2.2. Образцы из арматурной стали: до испытаний (а) и после испытаний (б, в) на растяжение

Расстояние между рисками принимают: для стержней диаметром 10 мм и более – не больше их диаметра, для стержней менее 10 мм – не более 5 мм.

Проведение испытаний

Определение предела текучести σ_T

Образец из арматурной стали закрепляют в захваты разрывной машины и центрируют его. Стрелку силоизмерителя машины устанавливают на ноль и включают двигатель, обеспе-

чивая плавное нарастание нагрузки со скоростью 10 МПа/с. За нарастанием нагрузки и деформации следят по движению стрелки силоизмерителя.

При достижении арматурной стали предела текучести σ_T стрелка силоизмерителя останавливается, а затем вновь начинает перемещаться. Величину нагрузки P_T в момент остановки стрелки прибора фиксируют и принимают за нагрузку, соответствующую пределу текучести σ_T , который затем вычисляют с погрешностью до 5 МПа по формуле (2.2).

Определение предела прочности σ_b

При определении предела прочности арматурной стали при растяжении σ_b скорость нагружения образца должна быть равномерной и более высокой, чем при определении предела текучести, но рост деформации образца не должен превышать 0,2 расчетной длины в минуту. Образец доводят до разрушения и по силоизмерителю устанавливают наибольшую нагрузку P_{max} , предшествующую разрушению. По величине наибольшей нагрузки вычисляют предел прочности σ_b по формуле (2.1).

Определение относительного удлинения δ

После разрыва образца полученные части складывают вместе так, чтобы их оси образовывали прямую линию. Если между сложенными концами имеется зазор, получившийся в результате выкрашивания арматурной стали при испытании, то его включают в длину расчетной части образца после разрыва. От места разрыва в одну сторону откладывают $n/2$ интервалов и ставят метку **a** (см. рис. 2.2, б). Дробную величину $n/2$ (при нечетном значении n) округляют до целого числа в большую сторону. Участок от места разрыва до первой риски принимают для расчета за полный интервал. От метки **a** в сторону места разрыва откладывают n интервалов и ставят вторую метку **b**. Отрезок **ab** принимают за конечную расчетную длину образца l_k .

Если место разрыва окажется ближе, чем $n/2$ к краю захвата машины, то конечную расчетную длину образца ℓ_k , полученную после разрыва, определяют следующим образом (см. рис. 2.2, в). Вычисляют число интервалов от места разрыва до крайней риски q и обозначают через $m/2$. Затем от точки q к месту разрыва откладывают m интервалов и ставят метку c . От метки c в том же направлении откладывают $(n/2 - m/2)$ интервалов и ставят метку e . Конечную расчетную длину образца вычисляют по формуле

$$\ell_k = cq + 2ce,$$

где cq , ce – длины участков образца соответственно между метками c и q и метками c и e .

Измерив конечную длину ℓ_k , вычисляют относительное удлинение δ по формуле (2.3).

Результаты проведенных испытаний записывают в журнал испытаний согласно табл. 2.1.

Таблица 2.1

Результаты испытаний арматурной стали на растяжение

| Класс арматуры | Характеристика образца | | | | Площадь поперечного сечения образца F_0 , мм ² | Нагрузка H , соответствующая | | Предел текучести, σ_T , МПа | Предел прочности, σ_B , МПа | Относительное удлинение δ , % |
|----------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------|---|--------------------------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| | диаметр d , мм | расчетная длина ℓ_0 , мм | длина после разрыва ℓ_k , мм | масса m , г | | пределу текучести σ_T | пределу прочности σ_B | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | | | | | | | | | | |

Заключение

По результатам испытаний делают заключение о соответствии испытанной арматурной стали требованиям ТНПА (ГОСТ, СТБ).

Контрольные вопросы

1. Как определяется предел текучести арматурной стали?
2. Как определяется предел прочности арматурной стали при растяжении?
3. Как определяется относительное удлинение арматурной стали?

Литература

1. Попов, К.Н. Физико-механические испытания строительных материалов / К.Н. Попов, И.К. Шмурнов. – М.: Высшая школа, 1989. – 239 с.
2. Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия: ГОСТ 10884–94.
3. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия: ГОСТ 5781–82.
4. Сталь арматурная. Методы испытаний на растяжение: ГОСТ 12004–81.
5. Сталь арматурная горячекатаная, упрочненная вытяжкой: СТБ 1701–2006.
6. Арматура ненапрягаемая для железобетонных конструкций. Технические условия: СТБ 1704–2006.
7. Арматура напрягаемая для железобетонных конструкций. Технические условия: СТБ 1706–2006.
8. Арматура холоднодеформированная гладкая из низкоуглеродистой стали для железобетонных изделий: СТБ 1341–2002.

Лабораторная работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПОСОБНОСТИ АРМАТУРНОЙ СТАЛИ К ИЗГИБУ В ХОЛОДНОМ СОСТОЯНИИ

Цель работы: приобретение навыков определения способности арматурной стали принимать заданный по размеру и форме изгиб.

Приборы и материалы: пресс гидравлический, дополнительные приспособления к прессу для изгиба, образцы различных арматурных сталей, ножовка по металлу, штангенциркуль, ТНПА (ГОСТ, СТБ) с требованиями к технологическим свойствам арматурных сталей.

Содержание работы

Определение способности арматурной стали к изгибу в холодном состоянии относится к технологическим испытаниям, которые позволяют оценить способность арматурной стали воспринимать деформации без нарушения целостности, т.е. без появления трещин, надрывов, расслоений. От механических испытаний технологические отличаются тем, что при испытании не определяют усилия для осуществления той или иной деформации.

Арматура для железобетонных конструкций может иметь на концах крюки с углом загиба до 180° и отгибы по длине арматуры на 45° и 90° .

Для испытания образцы арматурной стали подвергают холодному загибу на гидравлическом прессе по схеме, представленной на рис. 3.1.

На нижней плите 1 прессы устанавливают две опоры 2, в верхней части которых расположены два ролика 3. Ролики могут лежать в цилиндрической выточке в верхней части опор или быть размещенными на оси. Образец 4 устанавливают на опоры 2. Усилие на образец передается оправкой 6, точно установленной посередине между опорами (рис. 3.1, а).

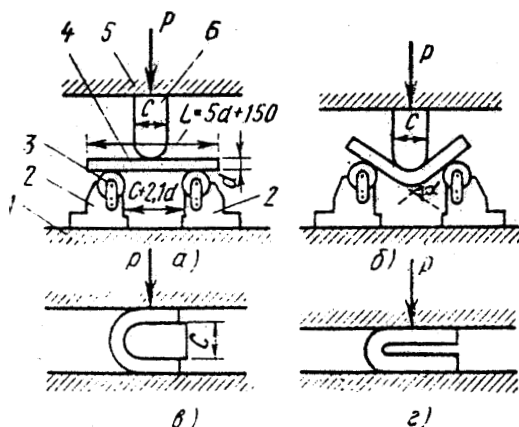


Рис. 3.1. Испытание арматурной стали на холодный изгиб: *a* – схема установки образца в прессе; *б* – загиб до заданного угла; *в* – загиб на угол 180° вокруг оправки; *г* – загиб вплотную; 1, 5 – плиты прессы; 2 – опоры; 3 – ролики; 4 – образец; 6 – оправка

Ширина оправки *б* и опор *2* должна быть больше ширины образца. Толщину оправки устанавливают в соответствии с нормативным документом. Длину образца, отпиливаемого от стержня испытываемой арматурной стали, вычисляют по формуле

$$L = 5d + 150 \text{ мм}, \quad (3.1)$$

где *d* – диаметр стержня, мм.

В зависимости от угла и способа загиба, испытания могут быть следующих типов.

Испытание на загиб до заданного угла α . Образцы устанавливают на ролики опор, размещенных на расстоянии $C + 2,1d$, где *C* – толщина оправки, мм. Оправку помещают на середину образца (см. рис. 3.1, *a*) и плавно увеличивают усилие на образец до тех пор, пока угол загиба не достигнет заданной величины (см. рис. 3.1, *б*).

Испытание на загиб до параллельности сторон (на угол 180°). Испытания проводят после предварительного загиба по выше-

указанной схеме на угол не менее 150° и последующем догибе концов образца до их плотного соприкосновения с поверхностями плит пресса (см. рис. 3.1, в).

Испытание на загиб вплотную. Испытания проводят также после предварительного загиба по вышеуказанной схеме на угол не менее 150° и последующем догибе концов образца до их плотного соприкосновения между собой (см. рис. 3.1, г).

Толщину оправки в мм принимают в зависимости от марки стали или класса арматурной стали: для стали марки Ст3 – $C = 0,5d$, для арматурной стали класса S400 – $C = 3d$, для арматурной стали класса S800 и высокопрочной проволоки класса S1400 – $C = 5d$.

Усилия на образцы увеличивают плавно, пока концы образца не создадут заданный угол, равный 45° для классов арматурных сталей S800, S1200 и 90° для арматурной стали класса S400. Для арматурной стали класса S240 и всех видов арматурной проволоки изгиб в холодном состоянии осуществляется на угол 180° так, чтобы концы образца стали параллельными. После окончания испытания образец осматривают визуально, если трещин, поломов, надрывов, расслоений не обнаружено, то арматурная сталь считается выдержавшей испытания.

Подготовительные работы

От стержней арматурной стали отпиливают образцы длиной L , определенной по формуле (3.1).

Проведение испытаний

1. Провести испытание по методике, изложенной в ТНПА (ГОСТ, СТБ).
2. Зарисовать схему в журнал испытаний.
3. Записать полученные результаты в журнал испытаний согласно табл. 3.1.

Результаты испытаний арматурной стали на загиб

| № образца | Марка стали и класс арматурной стали | Диаметр образца d , мм | Длина образца L , мм | Результаты испытаний (выдержал, не выдержал) |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------|------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | |

4. В заключении о проведенных испытаниях сравнить полученные результаты с требованиями соответствующего ТНПА (ГОСТ, СТБ) по указанным марке стали и классу арматурной стали.

Контрольные вопросы

1. Что такое технологические испытания арматурной стали?
2. Что служит критерием качества арматурной стали при испытании на загиб?
3. Какова цель проведения испытаний на загиб арматурной стали?

Литература

1. Металлические материалы и сплавы. Метод испытаний на изгиб: ГОСТ 14019–80.
2. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия: ГОСТ 5781–82.
3. Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия: ГОСТ 10884–94.
4. Сталь арматурная горячекатаная, упрочненная вытяжкой. Технические условия: СТБ 1701–2006.
5. Арматура ненапрягаемая для железобетонных конструкций. Технические условия: СТБ 1704–2006.

6. Арматура напрягаемая для железобетонных конструкций. Технические условия: СТБ 1706–2006.

7. Костяев, П.С. Лабораторные работы по материаловедению для арматурщиков-бетонщиков и арматурщиков-электросварщиков / П.С. Костяев. – М.: Высшая школа, 1976. – 128 с.

8. Попов, К.Н. Физико-механические испытания строительных материалов / К.Н. Попов, И.К. Шмурнов. – М.: Высшая школа, 1989. – 239 с.

Лабораторная работа № 4

ИСПЫТАНИЕ АРМАТУРНОЙ ПРОВОЛОКИ НА ПЕРЕГИБ

Цель работы: приобрести навыки по определению сопротивляемости арматурной проволоки перегибу.

Приборы и материалы: прибор НГ-1-2, образцы стальной проволоки круглого и периодического профиля диаметром 3, 4 или 5 мм, длиной 100–150 мм, молоток, ТНПА (ГОСТ) с требованиями к технологическим свойствам арматурных сталей.

Содержание работы

Определение числа перегибов арматурной стали относится к технологическим испытаниям. В процессе таких испытаний выявляется способность арматурной стали изменять свою форму аналогично тому, как это бывает при обработке в период изготовления арматурных изделий.

Арматурную проволоку испытывают на приборе НГ-1-2 (рис. 4.1), представляющем собой небольшие настольные тиски, закрепленные на лабораторном столе. Левая щека тисков 2 закреплена неподвижно, а правая щека 2 перемещается посредством вращения винта 7. В тиски вставляются сменные губки 5 соответствующего профиля и закрепляются штифтами 6. По-

водок 4, размер и высота установки которого зависят от диаметра испытываемой арматурной проволоки (табл. 4.1), закрепляется в прорези рычага 3. В поводок вставляют верхний конец образца арматурной проволоки. Высоту установки поводка определяют по шкале, нанесенной на рычаге рядом с прорезью. Над прорезью находится отверстие для установки натяжного приспособления (для натяжения арматурной проволоки малого диаметра). Рычаг может отклоняться вручную в обе стороны на угол 90° .

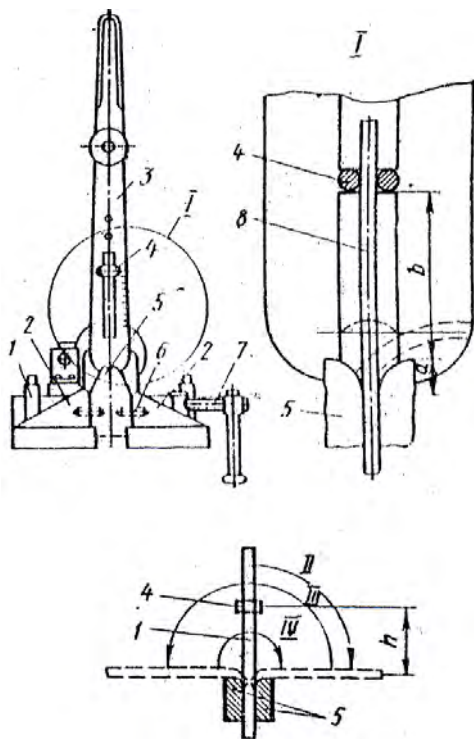


Рис. 4.1. Прибор НГ-1-2 для определения числа перегибов арматурной проволоки:
 1 – упоры; 2 – щеки тисков; 3 – рычаг; 4 – поводок;
 5 – сменные губки; 6 – штифт; 7 – винт; 8 – образец;
 II, III, IV – последовательность перегибов арматурной проволоки

Таблица 4.1

Зависимость размеров поводка и сменных губок от диаметра арматурной проволоки по ГОСТ 1579–80

| Диаметр арматурной проволоки, мм | Радиус закругления сменных губок, мм | Диаметр отверстия поводка, мм | Высота установки поводка на расстоянии, мм | |
|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--|----------|
| | | | <i>a</i> | <i>b</i> |
| 3,0–3,5 | 7,5 | 4,0 | 1,7 | 25 |
| 3,5–4,0 | 10,0 | 5,0 | 2,0 | 35 |
| 4,0–5,0 | 10,0 | 6,0 | 2,0 | 35 |
| 5,0–6,0 | 15,0 | 7,0 | 2,8 | 50 |
| 6,0–7,0 | 15,0 | 8,0 | 2,8 | 50 |

В вертикальном положении рычаг фиксируется с помощью шарика, западающего в конусообразное углубление в конце вилки рычага.

При проведении испытаний образец 8 длиной 100–150 мм зажимают в сменных губках 5 радиусом R . Верхний конец образца пропускают через соответствующее отверстие поводка 4. Сменные губки и поводок подбирают в зависимости от диаметра арматурных проволок по табл. 4.1 (см. рис. 4.1).

Перегиб арматурной проволоки осуществляется поворотом рычага до упора. Число перегибов фиксируется счетчиком. Начальным положением рычага 3 при испытании является вертикальное. Перегибают арматурную проволоку, отводя рычаг вокруг оси до упоров 1. Первым перегибом считается загиб образца от вертикального положения на 90° влево или вправо. Каждый последующий загиб осуществляется на угол 180° от левого упора до правого и наоборот (см. рис. 4.1). Частота перегибов не должна превышать 60 перегибов в минуту при диаметре проволоки до 5,0 мм и 30 перегибов в минуту при диаметре проволоки свыше 5,0 мм. Испытания проводят до

разрушения образца. *Последний перегиб, при котором произошло разрушение образца, в расчет не принимают.*

Результаты испытаний сравнивают с требованиями соответствующего ТНПА (ГОСТ) на арматурную проволоку. Обыкновенная арматурная проволока должна выдерживать не менее четырех перегибов, а высокопрочная – от трех до девяти в зависимости от ее класса и диаметра.

Подготовительные работы

Ударами молотка образец из арматурной проволоки, лежащий на подкладке, выпрямляется. Молоток и подкладка должны быть изготовлены из более мягкого материала, чем образец.

Проведение испытаний

1. Провести испытания арматурной проволоки согласно методике, изложенной в ТНПА (ГОСТ).
2. Полученные результаты записать в журнал испытаний согласно табл. 4.2.

Таблица 4.2

Результаты испытаний арматурной проволоки на перегиб

| № п/п | Вид испытываемой арматурной проволоки | Диаметр арматурной проволоки, мм | Число перегибов до разрушения |
|-------|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | |

3. Полученные результаты сравнить с требованиями соответствующего ТНПА (ГОСТ) и сделать заключение.

Контрольные вопросы

1. Чем вызвана необходимость испытания арматурной проволоки на перегиб?
2. Как оценивается качество арматурной проволоки при испытании на перегиб?
3. К каким видам испытаний относится испытание проволоки на перегиб?

Литература

1. Костяев, П.С. Материаловедение для арматурщиков-бетонщиков и арматурщиков-электросварщиков / П.С. Костяев. – М.: Высшая школа, 1985. – 191 с.
2. Костяев, П.С. Лабораторные работы по материаловедению для арматурщиков-бетонщиков и арматурщиков-электросварщиков / П.С. Костяев. – М.: Высшая школа, 1976. – 128 с.
3. Попов, К.Н. Физико-механические испытания строительных материалов / К.Н. Попов, И.К. Шмурнов. – М.: Высшая школа, 1989. – 239 с.
4. Проволока. Метод испытания на перегиб: ГОСТ 1579–80.
5. Проволока из углеродистой стали для армирования предварительно напряженных железобетонных конструкций. Технические условия: ГОСТ 7348–81.
6. Проволока из низкоуглеродистой стали холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций. Технические условия: ГОСТ 6727–80.

Лабораторная работа № 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ КОНТАКТНО-СТЫКОВОГО СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ

Цель работы: научиться проводить испытания образцов сварных соединений на механическую прочность.

Приборы и материалы: разрывная испытательная машина, образцы арматурной стали (целостный и состыкованный).

Содержание работы

Контактная стыковая сварка применяется для соединения арматурных стержней в непрерывную плетть с последующей резкой на мерные длины при заготовке арматуры для изготовления железобетонных конструкций. Стыковая сварка может выполняться двумя способами: сварка оплавлением и сварка сопротивлением.

При сварке сопротивлением торцы арматурных стержней тщательно зачищают, затем их сводят и включают электрический ток. В месте контакта сталь нагревается до пластического состояния, и производится осадка.

При способе сварки оплавлением не требуется подготовка кромок. В местах контакта арматурных стержней после включения электрического тока благодаря его высокой плотности происходит оплавление. Сталь становится пластичной, и в этот момент производят осадку. В процессе осадки с торцов выдавливается жидкая сталь, образуя шов. Вместе со сталью удаляются окислы и загрязнения с кромок. В результате образуется более однородная структура шва, чем улучшается качество сварного соединения.

Различают два вида сварки оплавлением: непрерывным оплавлением и оплавлением с подогревом. Контактная стыковая сварка соединений горячекатаных стержней классов арматурной стали S400, S500 и S800 выполняется способом оплавления

ния с подогревом, а соединение стержней класса арматурной стали S240 – способом непрерывного оплавления или способом оплавления с подогревом.

Требования к сварным соединениям арматурных стержней предъявляются в зависимости от их вида и назначения. Любое сварное соединение должно обеспечивать достаточную работоспособность при минимальной трудоемкости его изготовления. Под достаточной работоспособностью сварного соединения понимают его способность сохранять в течение срока эксплуатации необходимую прочность, выносливость и устойчивость при заданном виде нагружения и рабочей среды.

Стыковые соединения стержней из термомеханически упрочненной арматурной стали, выполненные контактной сваркой, при механических испытаниях на растяжение должны разрушаться вне зоны оплавления. При этом уменьшение исходного диаметра стержней в месте разрыва не должно быть менее 20 %.

Прочность сварного соединения стержней должна быть не ниже прочности арматурной стали, из которой они выполнены. Если это правило не выполняется, то тогда необходимо регулировать технологические параметры стыковочной машины (силу тока, время выдержки оплавления, усилие осадки).

Проведение испытаний

1. Для определения прочности контактно-стыкового сварного соединения арматурных стержней изготавливают образцы, состыкованные из двух частей. Одновременно заготавливается целостный образец из той же арматурной стали, что и образцы состыкованные (рис. 5.1, *a, б*).

2. Определение временного сопротивления растяжению σ_s состыкованного и целостного образцов арматурной стали производят на разрывной машине и вычисляют по формуле

$$\sigma_s = \frac{F}{A_s}, \text{ МПа,}$$

где F – разрушающее усилие, кН;

A_s – площадь поперечного сечения образца, мм².

3. Полученные результаты записать в журнал испытаний согласно табл. 5.1.

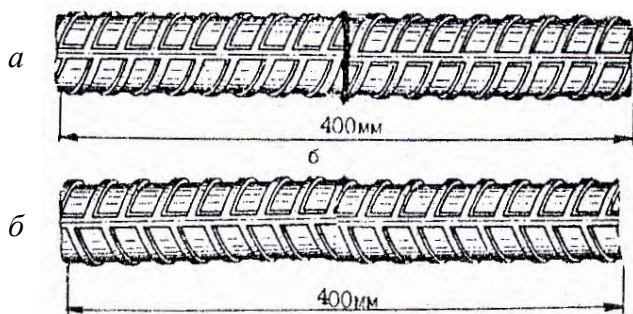


Рис. 5.1. Образцы арматурной стали для определения прочности контактно-стыкового сварного соединения:
a – состыкованный; *б* – целостный

Таблица 5.1

Результаты испытаний на растяжение образцов арматурной стали

| № п/п | Вид образца | Класс арматурной стали | Диаметр образца, мм | Площадь поперечного сечения A_s , мм ² | Максимальное усилие F , кН | Временное сопротивление растяжению σ_s , МПа |
|-------|-------------|------------------------|---------------------|---|------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | | | | | | |

4. По результатам испытаний сделать заключение о величине прочности на растяжение контактно-стыкового сварного соединения арматурных стержней.

Контрольные вопросы

1. Изложите методику испытания на растяжение контактно-стыкового сварного соединения арматурных стержней.
2. Назовите критерии оценки прочности на растяжение контактно-стыкового сварного соединения арматурных стержней.

Литература

1. Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия: ГОСТ 10922–90.
2. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкция и размеры: ГОСТ 14098–91.
3. Руководство по производству арматурных работ. – М.: Стройиздат, 1977. – 255 с.

Лабораторная работа № 6

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ОБРАЗЦАМИ ТИПОВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АРМАТУРЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Цель работы: ознакомление с основными типами и конструктивными решениями сварных соединений, применяемыми в железобетонных изделиях и конструкциях.

Приборы и материалы: образцы различных типов сварных соединений арматуры железобетонных конструкций.

Содержание работы

В начале работы необходимо ознакомиться с основными типами сварных соединений арматуры железобетонных конструкций и изделий. На рис. 6.1 приведены основные типы сварных соединений: стыковое между арматурными стержнями (рис. 6.1, *а*), крестообразное между арматурными стержнями (рис. 6.1, *б*), нахлесточное между арматурными стержнями и плоскими элементами (рис. 6.1, *в*).

Затем необходимо рассмотреть образцы различных типов сварных соединений, изготовленных разными способами: контактным стыковым (рис. 6.1, *а*), контактным точечным (рис. 6.1, *б*), контактным рельефно-точечным (рис. 6.1, *в*), дуговым шовным с нахлесткой стержней (рис. 6.1, *г*), дуговым шовным с накладками (рис. 6.1, *д*), дуговым точечным с накладками (рис. 6.1, *е*), ванным в инвентарных формах (рис. 6.1, *ж*).

После осмотра образцов указывают тип соединения и способ сварки.

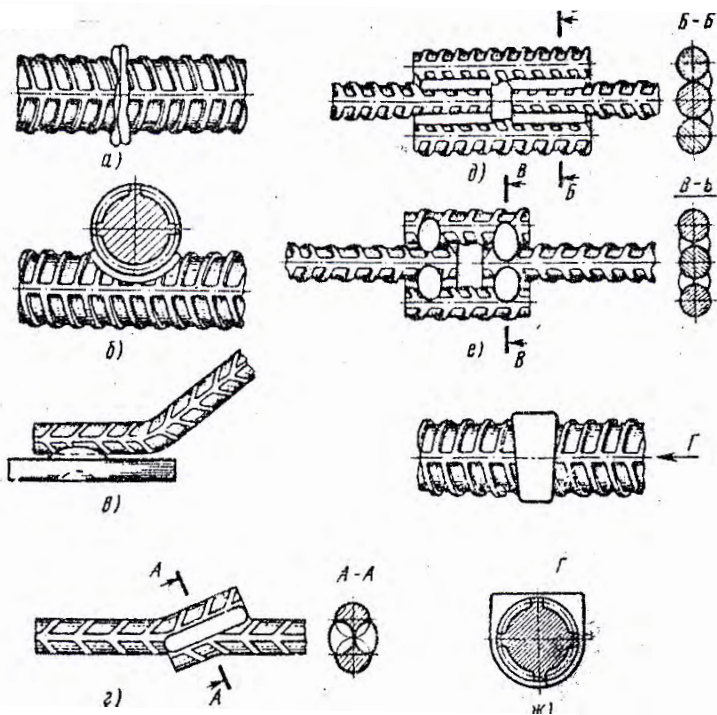


Рис. 6.1. Внешний вид сварных соединений, получаемых при основных способах сварки, применяемых для стыкования арматуры: а – контактная стыковка; б – контактная точечная; в – контактная рельефно-точечная; г – дуговая шовная с нахлесткой стержней; д – дуговая шовная с накладками; е – дуговая точечная с накладками; ж – ванная

Проведение работы

1. Осмотреть внешний вид представленных сварных соединений арматуры.
2. Зарисовать в лабораторном журнале эскизы сварных соединений арматуры для железобетонных конструкций.
3. Указать тип соединений и способ сварки.

Контрольные вопросы

1. Назовите виды сварных соединений арматуры, применяемых при изготовлении железобетонных конструкций.
2. Назовите основные способы сварки в технологии изготовления сборных железобетонных конструкций.

Литература

1. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры: ГОСТ 14098–91.
2. Руководство по производству арматурных работ. – М.: Стройиздат, 1977. – 255 с.
3. Торопов, А.С. Арматурные работы / А.С. Торопов. – М.: Высшая школа, 1972. – 312 с.
4. Мисник, И.Б. Ручная дуговая сварка металлов / И.Б. Мисник. – М.: Высшая школа, 1981. – 207 с.
5. Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий. Общие технические условия: ГОСТ 10922–90.

Лабораторная работа № 7

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С АРМАТУРОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Цель работы: ознакомление с классификацией, техническими характеристиками, назначением основных видов арматуры железобетонных конструкций. Научиться определять их по внешнему признаку.

Приборы и материалы: микрометр, штангенциркуль, металлическая линейка, образцы арматурных изделий, закладных деталей, фиксаторов, строповочных устройств, ТНПА (ГОСТ, СТБ).

Содержание работы

Арматуру, применяемую в железобетонных конструкциях, делят на арматурные изделия (стержни, плоские и рулонные сетки, канаты, пространственные каркасы), закладные детали, фиксаторы арматуры и строповочные устройства.

Арматурные изделия. Арматурные стержни для армирования конструкций изготавливают из углеродистых, малоуглеродистых и низколегированных сталей.

Арматурная сталь в зависимости от назначения делится на классы (табл. 7.1 и табл. 7.2).

Арматурная сталь класса S240 изготавливается круглой и гладкой, а классов S400–S1200 – периодического кольцевого и периодического серповидного профилей.

Арматуру ненапрягаемую подразделяют на классы S240, S400, S500. Арматуру класса S240 изготавливают с гладким профилем путем горячей прокатки, класса S400 – с конфигурацией периодического профиля в соответствии с рис. 7.1, а, класса S500 – с конфигурацией периодического профиля в соответствии с рис. 7.1, а, б, в.

Условное обозначение арматуры состоит из диаметра, класса арматуры и обозначения стандарта.

Таблица 7.1

Соответствие обозначений классов арматуры.
Напрягаемая арматура

| Класс арматуры согласно изменению № 1 к СНБ 5.03.01–02 | Класс арматуры согласно изменению № 4 к СНиП 2.03.01 | Класс арматуры согласно СНиП 2.03.01 | ТНПА, регламентирующий качество арматуры | Вид арматуры |
|--|--|--------------------------------------|--|--|
| S240 | A240 | A-I | ГОСТ 5781 | Стержневая гладкая |
| S400 | A400 | A-III | ГОСТ 5781 СТБ 1701 | Стержневая периодического кольцевого профиля |
| | | | ГОСТ 10884 СТБ 1704 | Стержневая периодического серповидного профиля |
| S500 | A500 | - | ГОСТ 10884 СТБ 1704 | Стержневая периодического серповидного профиля |
| | | | ГОСТ 5781 СТБ 1701 | Стержневая периодического кольцевого профиля |
| | | | ГОСТ 5781 | Стержневая гладкая |
| | Вр-I | Вр-I | ГОСТ 6727 | Проволока с вмятинами |
| | B 500 | - | СТБ 1341 | Проволока гладкая |

Соответствие обозначений классов арматуры.
Ненапрягаемая арматура

| Класс арматуры согласно изменению № 1 к СНБ 5.03.01–02 | Класс арматуры согласно изменению № 4 к СНиП 2.03.01 | Класс арматуры согласно СНиП 2.03.01 | ТНПА, регламентирующий качество арматуры | Вид арматуры |
|--|--|--------------------------------------|--|--|
| S800 | A800 | A-V | ГОСТ 5781 СТБ 1706 | Стержневая периодического кольцевого профиля |
| | | | ГОСТ 10884 СТБ 1706 | Стержневая периодического серповидного профиля |
| S1200 | A1200 | A-VII | ГОСТ 10884 СТБ 1706 | Стержневая периодического серповидного профиля |
| | | | ГОСТ 5781 | Стержневая периодического кольцевого профиля |
| S1400 | Ø3, Ø4, Ø5 B-II | Ø3, Ø4, Ø5 B-II | ГОСТ 7348 | Проволока гладкая |
| | Ø3, Ø4, Ø5 B _p -II | Ø3, Ø4, Ø5 B _p -II | | Проволока с вмятинами |
| | K-7 | K-7 | ГОСТ 13840 | Канаты |
| | K-19 | K-19 | ТУ 14-4-22 | Канаты |

Примечание: в табл. 7.1 и 7.2 не указывается конкретный вид стержневой арматуры (горячекатаной, термомеханически упрочненной), при ее обозначении используется обозначение соответствующего класса горячекатаной арматуры (например под классом А800 подразумевается арматура классов А800, Ат800К, Ат800СК).

Примеры условного обозначения

1. Арматура диаметром 5 мм класса S500, изготовленная по СТБ 1704–2006: 5 S500 СТБ 1704–2006.

2. Арматура диаметром 20 мм класса S240, изготовленная по СТБ 1704–2006: 20 S240 СТБ 1704–2006.

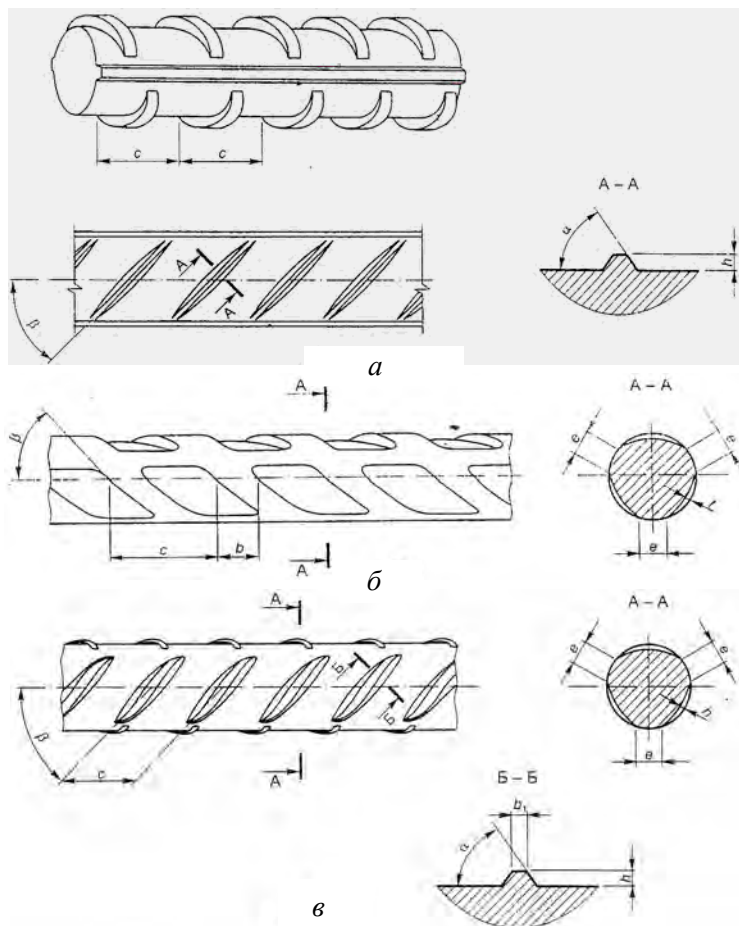


Рис. 7.1. Конфигурация арматуры периодического профиля:

а – класса S400; *а*, *б*, *в* – класса S500:

α – угол наклона фронтальной поверхности поперечного ребра; β – угол наклона поперечного ребра; b_1 – толщина ребра; c – шаг ребер; e – ширина продольного ребра; h – высота ребра; b – ширина проекции ребра на продольную ось

Стержни арматуры класса S240 изготавливают из углеродистой стали Ст.3, а для стержней арматуры классов S400–S800 используют легированные стали.

Механические характеристики арматуры классов S240–S500 должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Механические свойства арматуры классов S240–S500

| Наименование показателя | Класс арматуры | | | |
|---|-----------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|
| | S240 | S400 | S500 ¹ | |
| Профиль | Гладкий | По рис. 7.1, а | По рис. 7.1, а | По рис. 7.1, б, в |
| Номинальный диаметр $d_{ном}$, мм | 6–40 | 6–40 | 6–40 | 4–16 |
| Физический или условный предел текучести R_e , МПа, не менее | 240 | 400 | 500 | 500 |
| Отношение временного сопротивления разрыву к физическому или условному пределу текучести R_m/R_e , не менее | 1,6 | 1,25 | 1,08 | 1,05 ² |
| Полное относительное удлинение при максимальной нагрузке A_{gt} , %, не менее | – | – | 5,0 | 2,5 ³ |
| Относительное удлинение δ_5 , %, не менее | 25 | 16 | 14 | 12 ⁴ |
| Испытания на изгиб в холодном состоянии: – угол изгиба, град.; – диаметр оправки, мм | 180° 0,5 $d_{ном}$ | 90° 3 $d_{ном}$ | 90° 3 $d_{ном}$ | 180° ⁵ 3 $d_{ном}$ |

Примечание.

¹Для арматуры класса S500, изготовленной путем холодного деформирования, все механические свойства принимать как для арматуры класса S500, выполненной по рис. 7.1, б.

²Для арматуры диаметром 4,0; 5,0; 5,5 мм – R_m/R_e не менее 1,03.

³Для арматуры диаметром 4,0; 5,0; 5,5 мм – A_{gt} не менее 1,5 %.

⁴Для арматуры диаметром 4,0; 5,0 мм контролируется δ_{100} , принимаемое не менее 2,5 %.

⁵Для арматуры диаметром 4,0; 5,0 мм выполняют испытания на перегиб по ГОСТ 1579.

Минимальное количество перегибов – 5.

Арматура, предназначенная для предварительного напряжения при изготовлении железобетонных конструкций, подразделяется по прочности на классы S800, S1200, S1400 (рис. 7.2, 7.3, 7.4).

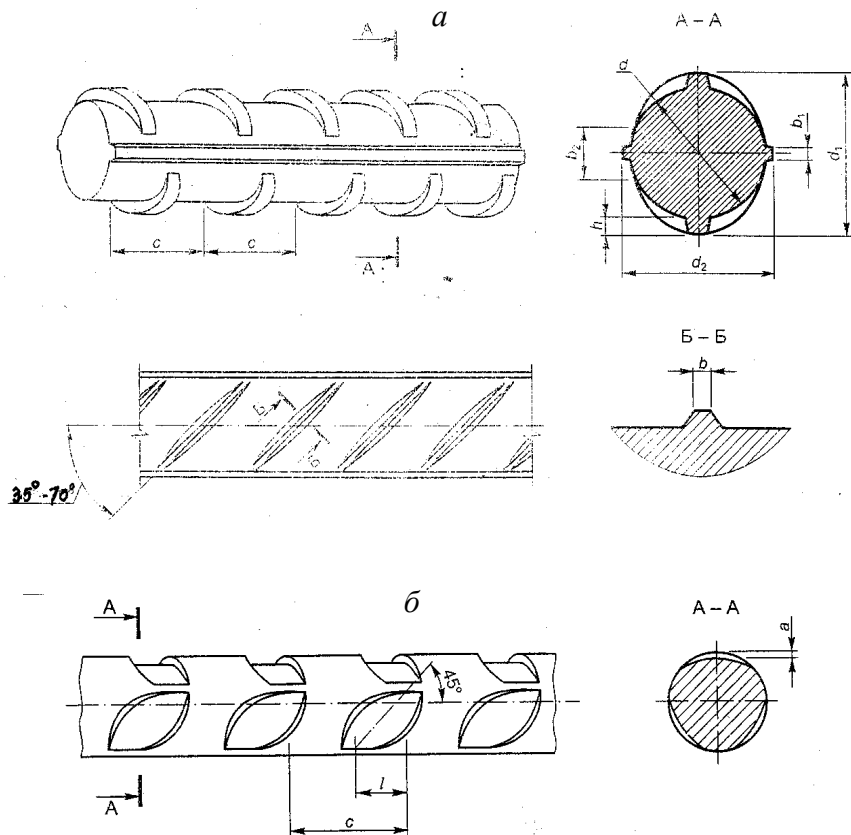


Рис. 7.2. Конфигурация периодического профиля арматуры:
 а – класс S800 и S1200; б – класс S1400;
 а – глубина углубления; с – шаг ребер;
 l – проекция длины углубления на продольную ось

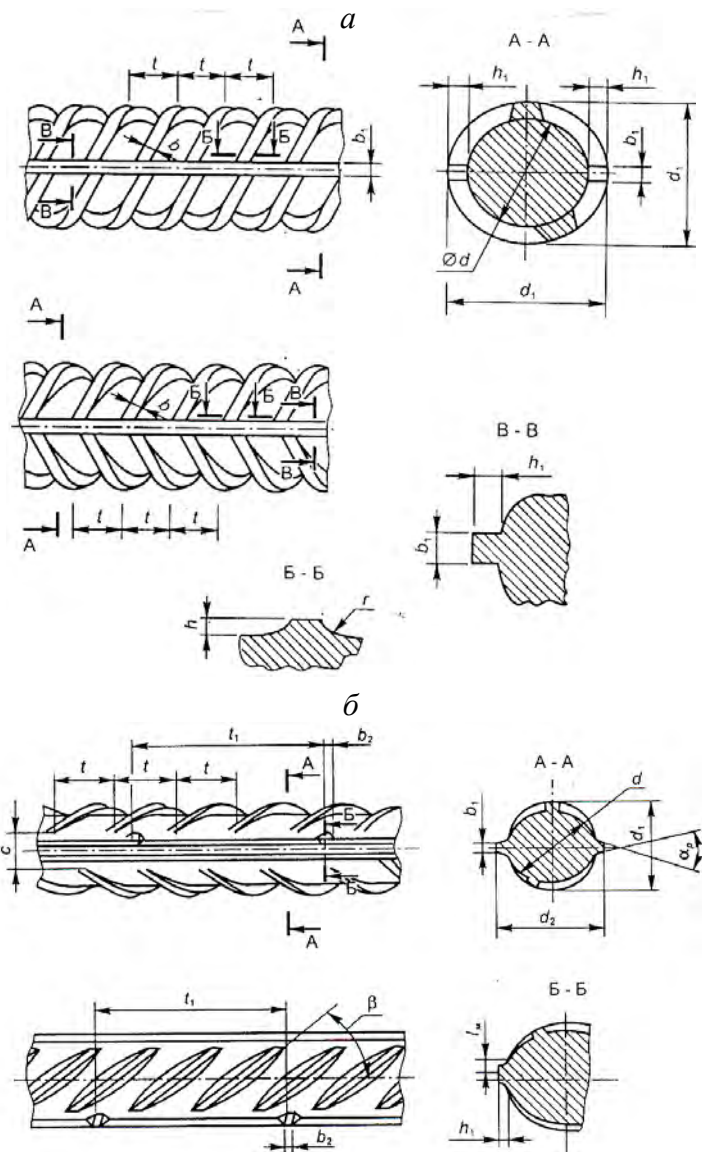


Рис. 7.3. Арматурная сталь, применяемая для изготовления напрягаемых элементов:

a – стержневая горячекатаная периодического профиля; *б* – стержневая термомеханически упрочненная серповидного профиля

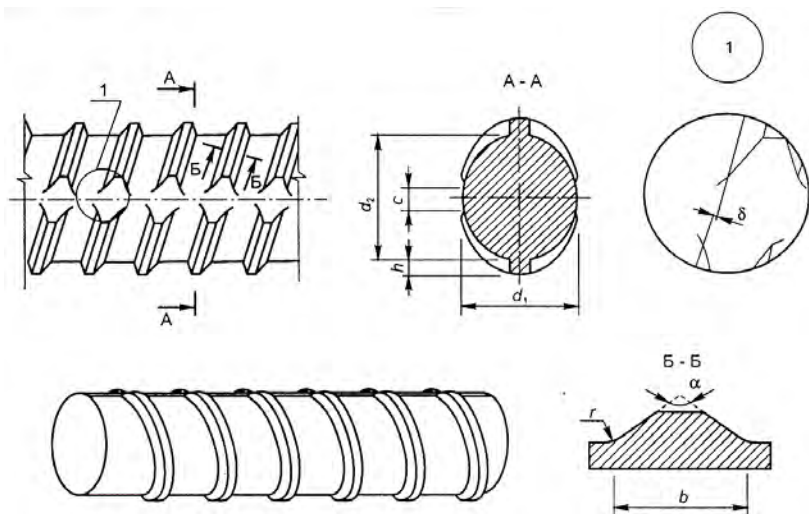


Рис. 7.4. Арматурная сталь винтового профиля

Арматуру классов S800 и S1200 изготавливают в виде стержней с периодическим профилем, класса S1400 – в виде проволоки с гладким или периодическим профилем (рис. 7.5).

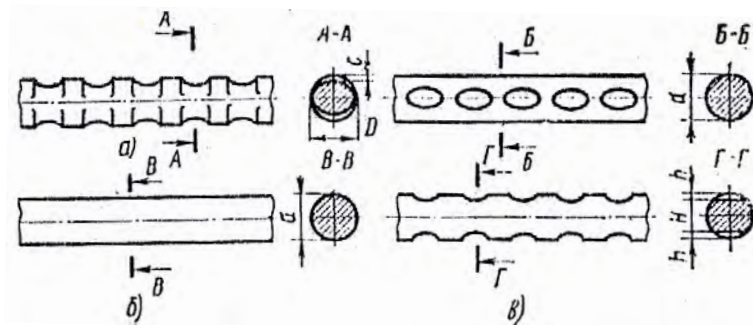


Рис. 7.5. Проволочная арматура Vp-I (а), V-I, V-II (б) и Vp-II (в)

Механические свойства арматуры классов S800 и S1200 должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 7.4, класса S1400 – в табл. 7.5.

Таблица 7.4

Механические свойства арматуры классов S800 и S1200

| Наименование показателя | Класс арматуры | |
|--|-------------------|-------|
| | S800 | S1200 |
| Номинальный диаметр $d_{\text{ном}}$, мм | 10–40 | 10–40 |
| Условный или физический предел текучести R_e , МПа, не менее | 800 | 1200 |
| Временное сопротивление разрыву R_m , МПа, не менее | 1000 | 1450 |
| Полное относительное удлинение при максимальной нагрузке A_{gt} на участке 500 мм, %, не менее | 3,5 | |
| Относительное удлинение δ_5 , %, не менее | 8 | 6 |
| Относительное равномерное удлинение δ_p , %, не менее | 2 | |
| Испытания на изгиб в холодном состоянии: – угол изгиба, град.; | 45° | |
| – диаметр оправки, мм | $5d_{\text{ном}}$ | |

Таблица 7.5

Механические свойства арматуры класса S1400

| Наименование показателя | Класс арматуры S1400 |
|--|----------------------|
| Номинальный диаметр $d_{\text{ном}}$, мм | 3–8 |
| Условный или физический предел текучести R_e , МПа, не менее | 1400 |
| Временное сопротивление разрыву R_m , МПа, не менее | 1750 |
| Относительное удлинение δ_{100} , %, не менее | 4 |
| Количество перегибов для номинальных диаметров, мм, не менее: | |
| 3 | 9/8* |
| 4 | 7/6* |
| 5 | 5/3* |

Примечание. * В числителе приведены значения для арматуры с гладким профилем, в знаменателе – с периодическим.

Стальную холоднотянутую проволоку выпускают двух типов: В-I и Вр-I (ГОСТ 6727–80) из низкоуглеродистой стали для ненапрягаемой арматуры и В-II и Вр-II (ГОСТ 7348–81) из углеродистой стали для напрягаемой арматуры.

Буква **р** в обозначениях указывает на то, что проволока рифленая, имеет вмятины, расположенные по длине с двух противоположных сторон седловидной формы для Вр-I (см. рис. 7.5, а) и цилиндрической формы для Вр-II (см. рис. 7.5, в). Поверхность В-I и В-II – гладкая (см. рис. 7.5, б).

Механические свойства проволоки зависят от ее диаметра. С увеличением диаметра снижается прочность и увеличивается относительное удлинение. Проволока В-I и Вр-I выпускается диаметром 3, 4 и 5 мм с временным сопротивлением разрыву 850–550 МПа. Проволока В-II и Вр-II выпускается диаметром 3, 4, 5, 6, 7 и 8 мм с временным сопротивлением разрыву соответственно 1900–1400 МПа и 1800–1300 МПа.

При изготовлении стержневой арматуры длина отдельных стержней может быть любой. Она ограничивается условиями транспортирования и удобства укладки в опалубку и формы. Нарастивание стержней осуществляют контактной стыковой сваркой.

Стержни периодического профиля выполняют без крюков. Растянутые гладкие стержни, входящие в состав вязаных сеток и каркасов, должны заканчиваться крюками или лапками (рис. 7.6).

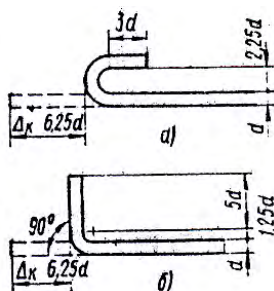


Рис. 7.6. Размеры крюка (а) и лапки (б) на концах круглых гладких стержней рабочей арматуры

Сетки для армирования железобетонных конструкций в зависимости от поставки применяют рулонные (при диаметре продольных стержней до 7 мм) или плоские (при диаметре продольных стержней 8 и более мм). Сетки изготавливают с прямоугольным контуром и взаимно перпендикулярным расположением стержней. Допустимое расстояние между осями стержней одного направления должно быть не менее 50 мм. Ширина рулонных сеток в осях крайних продольных стержней не превышает 3500 мм, плоских – 2500 мм. Длина l плоских сеток не превышает 9 м (рис. 7.7).

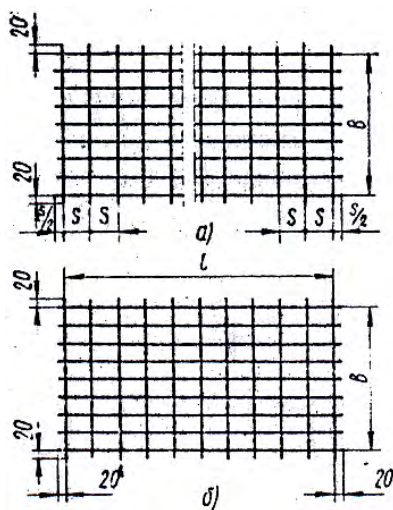


Рис. 7.7. Рулонная (а) и плоская (б) сварные сетки армирования железобетонных конструкций

Канаты стальные арматурные К-7 (ГОСТ 13840–78) применяют для изготовления напрягаемой арматуры. Канаты изготавливают из стальной углеродистой проволоки правой свивки с линейным касанием проволок. Канаты выпускают с условным диаметром d 4, 5, 6, 7, 9, 12 и 15 мм (рис. 7.8, а). Длина отрезков при поставках, как правило, не менее 1000 м.

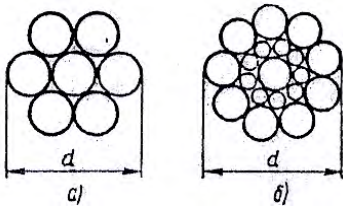


Рис. 7.8. Схема поперечного сечения стальных арматурных канатов: а – К-7; б – К-19

Канаты стальные арматурные К-19 (рис. 7.8, б) предназначены для изготовления напрягаемой арматуры. Канат состоит из центральной прямолинейной проволоки диаметром 4,2 мм, обвитой по спирали двумя слоями по девять проволок одинакового диаметра в каж-

дом слое: в первом – проволоками диаметром 2 мм; во втором – диаметром 3,5 мм. В канатах не должно быть оборванных и перекрещивающихся проволок. Проволоки при свивке должны плотно прилегать одна к другой, иметь одинаковое натяжение и не раскручиваться после снятия перевязок.

Пространственные арматурные каркасы для армирования линейных элементов типа колонн, балок, свай и т.п. изготавливают из плоских или гнутых сеток, стержней и специальной арматуры (рис. 7.9, а–и), которые соединяют с помощью сварки.

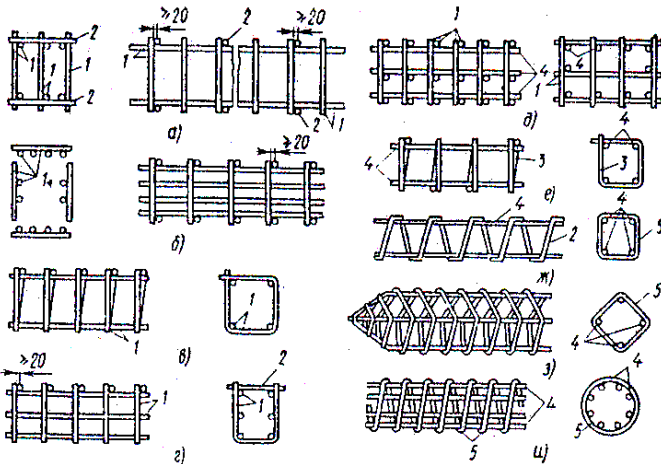


Рис. 7.9. Примеры устройства пространственных арматурных каркасов: а – из плоских сеток, соединенных стержнями; б – объединением сеток сваркой; в, г – из гнутых сеток; д – из плоских сеток и продольных стержней; е – из продольных стержней и хомутов; ж, з, и – из продольных стержней с поперечной спиральной арматурой; 1 – сетки; 2 – соединительные стержни; 3 – хомуты; 4 – стержни продольной арматуры; 5 – поперечная спиральная арматура

Пространственные каркасы для армирования плоских железобетонных элементов типа плит, стеновых панелей и т.п. изготавливают следующим образом: плоские сетки, состоящие из двух продольных и расчетного количества поперечных стержней (типа лесенка), соединяются посредством стержней, привариваемых контактной сваркой (рис. 7.10, а); плоские сетки типа лесенка располагают во взаимно перпендикулярных плоскостях, а их пересечения соединяют контактной сваркой или вязкой (рис. 7.10, б).

Пространственный каркас ребристых или плоских элементов собирают из сеток типа лесенка по одному из вышеперечисленных способов и дополняют одной или двумя плоскими сетками, соединяя пересечения сваркой или вязкой (рис. 7.10, в).

Каркасы должны быть достаточно жесткими и не должны деформироваться в процессе перевозки, складирования и укладки бетона.

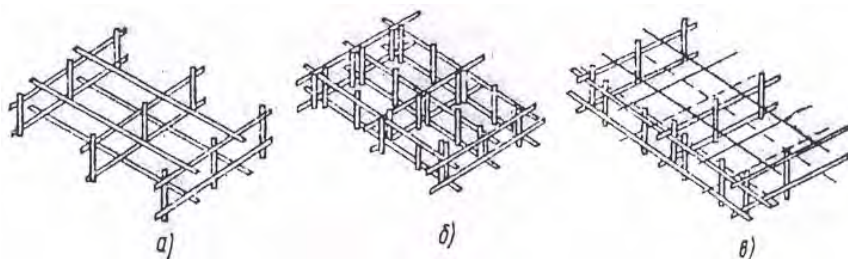


Рис. 7.10. Примеры конструкций пространственных каркасов для армирования плоских железобетонных элементов: а – из плоских сеток типа лесенка и соединительных стержней; б – из плоских сеток типа лесенка одного направления и таких же сеток другого направления, но меньшей высоты; в – то же, с добавлением одной или двух плоских сеток

Для соединения железобетонных конструкций между собой и крепления к ним элементов различного назначения (ограждений, элементов сетей, оборудования и т.п.) применяют *закладные детали*.

Они состоят из одного или нескольких стальных элементов и устанавливаются в опалубочные формы до бетонирования. Закладные детали закрепляют в бетоне с помощью анкерных стержней или приваривают к рабочей арматуре.

Применяют закладные детали двух типов: из листового, сортового или фасонного проката с приваренными анкерами (рис. 7.11) и состоящие только из листового, сортового или фасонного проката (в том числе и штампованные).

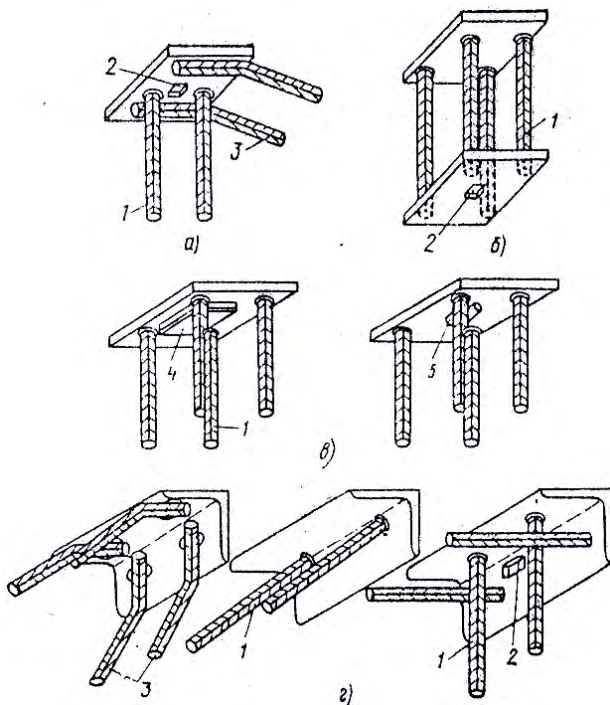


Рис. 7.11. Примеры конструкций закладных деталей:

а – деталь с касательными и нормальными анкерами; *б* – деталь типа двойной столик; *в* – деталь типа столик; *г* – детали с применением угловой стали; *1, 3* – нормальные и касательные анкера (приваренные в тавр и внахлестку); *2* – отверстие для фиксации; *4* – упор, работающий в двух направлениях; *5* – упор, работающий в одном направлении

Закладные детали могут иметь устройства для крепления к формам (например, отверстия в пластинах), упоры для работы на сдвиг, арматурные коротышки, служащие для фиксации положения рабочей арматуры или самой закладной детали, болты для соединения сборных элементов и т.п. Для закладных и накладных деталей применяют прокатанную углеродистую сталь марки С 38/23 по ГОСТ 380–71. Анкеры закладных деталей изготавливают преимущественно из арматуры классов S400 и S500. Анкеры из арматурной стали класса S240 должны иметь на концах крюки, шайбы или высаженные головки. Закладные детали должны иметь антикоррозионное защитное покрытие.

Строповочные устройства. Предназначены для захвата и подъема элементов сборных железобетонных конструкций грузозахватными приспособлениями при снятии их с форм, а также при погрузочно-разгрузочных и монтажных работах. Наиболее распространенные строповочные устройства – петли (рис. 7.12).

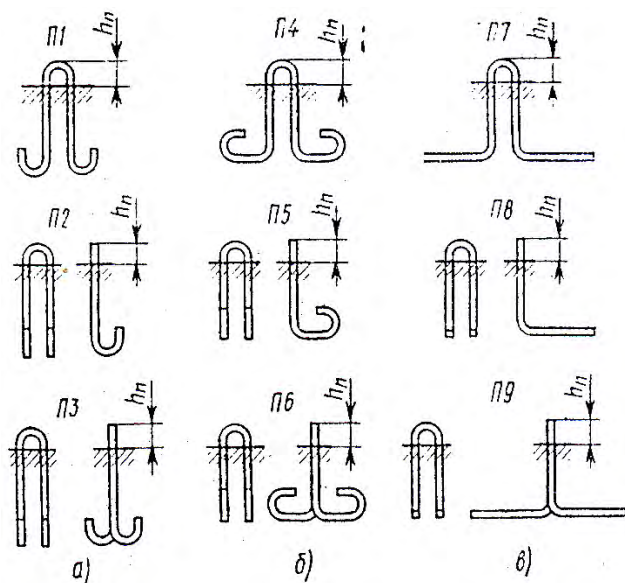


Рис. 7.12. Строповочные петли:

а – из арматурной стали класса S240, свободно размещаемые в изделии;
 б, в – из арматурной стали класса S240, размещаемые в стесненных условиях

Высоту проушины петли $h_{п}$, в зависимости от диаметра стержня d , принимают равной $h + d$, где h – 60, 80, 150 мм, а d – соответственно 6–18, 20–22, 25–32 мм.

Для изготовления строповочных петель применяют арматурную сталь класса S240 марок БСтЗсп2 и ВСтЗпс2.

Фиксаторы арматуры и закладных деталей применяют для фиксации проектного положения арматуры и закладных деталей. Это приспособления однократного использования, остающиеся в бетонных конструкциях, инвентарные приспособления, извлекающиеся из бетона до и после его твердения, а также специальные детали, прикрепляемые к поверхности формы или опалубки и не препятствующие извлечению железобетонного элемента из формы или снятия с него опалубки.

Применяют фиксаторы (рис. 7.13), обеспечивающие заданную толщину защитного слоя бетона для арматуры или заданные расстояния между арматурными изделиями и стержнями, а также обеспечивающие одновременно оба требования.

Толщину защитного слоя t , как правило, принимают кратной 5 мм. Запрещается применять в качестве фиксаторов обрезки арматурных стержней, стальные пластины, деревянные элементы и т.п.

В железобетонных конструкциях сохранность арматуры обеспечивается путем тщательной фиксации ее в формах так, чтобы отклонение фактической толщины защитного слоя от проектной не превышало предусмотренного ГОСТ 13015.0–83.

Для обеспечения правильного положения арматуры в форме применяют фиксаторы инвентарные многократного и однократного использования,

Для изготовления изделий, предназначенных для эксплуатации в агрессивных средах, рекомендуется использовать фиксаторы из плотного цементно-песчаного раствора состава 1 : 2 или пластмассовые с точечным касанием поверхности бетона.

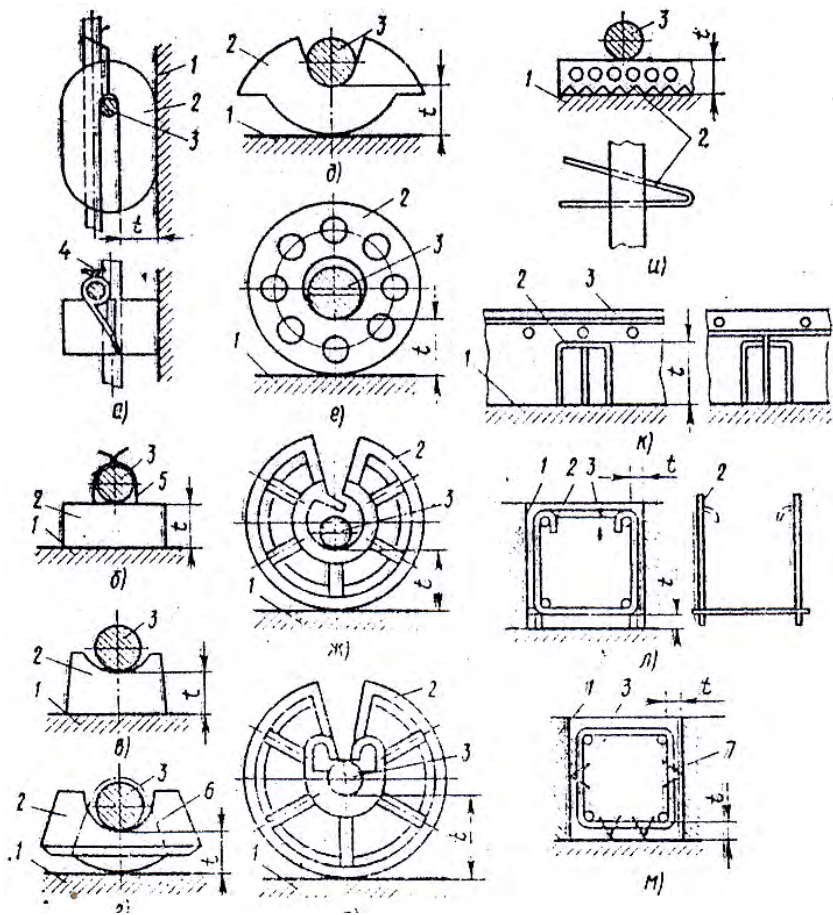


Рис. 7.13. Фиксирующие устройства однократного использования, обеспечивающие требуемую толщину защитного слоя бетона:

а, б, в – фиксаторы с большой поверхностью контакта с формой, изготовленные из цементно-песчаного раствора; *г* – фиксатор с минимальной поверхностью контакта с формой, изготовленный из цементно-песчаного раствора; *д* – то же, из асбестоцемента; *е, ж, з* – то же, из пластмасс (перфорированные); *и* – то же, из алюминиевой перфорированной полосы; *к, л, м* – то же, из арматурной стали; *1* – рабочая поверхность формы; *2* – фиксатор; *3* – фиксируемая арматура; *4* – скрутка из вязальной проволоки; *5* – вязальная проволока, заделанная в фиксатор; *б* – эластичное кольцо; *7* – упоры, привариваемые к арматуре

Проведение испытаний

1. Обмерить и зарисовать в лабораторном журнале каждый образец и проставить основные размеры изделий (см. рис. 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5).

2. Осмотреть образцы. На поверхности стержней арматурной стали не должно быть трещин, раковин, околов, выступов и ребер. Допускается ржавчина, шероховатость, мелкие вмятины и рябизна незначительных размеров.

3. Сравнить контролируемые размеры образцов с допускаемыми отклонениями в соответствующих ТНПА (ГОСТ, СТБ). Установить механические характеристики арматурной стали классов S240–S1200.

4. Образцы канатов осмотреть и проверить их нераскручиваемость. В нераскручивающихся канатах пряди и проволоки на расстоянии не более двух диаметров от конца каната не должны раскручиваться или могут раскручиваться таким образом, чтобы их можно было легко вернуть в прежнее положение.

5. Результаты измерений записывают в лабораторный журнал согласно табл. 7.6.

Таблица 7.6

Основные характеристики стержней арматурной стали

| Класс арматурной стали | Размеры элементов профиля и допускаемые отклонения, мм | | | | Механические свойства арматурной стали | | |
|------------------------|--|------------|----------------------|------------|--|--|--------------------------------------|
| | <i>d</i> | | <i>h</i> | | предел текучести σ_t , МПа | временное сопротивление разрыву σ_B , МПа | относительное удлинение δ , % |
| | фактически по замеру | отклонения | фактически по замеру | отклонения | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | | | | | | | |

6. Сделать заключение о соответствии представленных арматурных образцов требованиям ТНПА (ГОСТ, СТБ).

Контрольные вопросы

1. Назовите, какие классы арматурных сталей применяются при производстве сборного железобетона?

2. Как отличить различные виды арматурных сталей по их внешнему виду?

3. Что относится к арматурным изделиям?

4. Назначение фиксаторов, закладных деталей и арматуры в сборных железобетонных конструкциях.

5. Из каких сталей изготавливают строповочные устройства?

Литература

1. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры (к СНиП 2.03.01–84). – М.: Стройиздат, 1989. – 192 с.

2. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия: ГОСТ 5781–82.

3. Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия: ГОСТ 10884–94.

4. Проволока из углеродистой стали для армирования предварительно напряженных железобетонных конструкций. Технические условия: ГОСТ 7348–81.

5. Проволока из низкоуглеродистой стали холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций. Технические условия. ГОСТ 6727–80.

6. Канаты стальные арматурные К7. Технические условия: ГОСТ 13840–68.

7. Канаты стальные. Технические условия: ГОСТ 3241–91.

8. Сетки сварные для железобетонных конструкций. Технические условия: ГОСТ 8478–81.

9. Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций: ГОСТ 10922–90.

10. Прыкин, Б.В. Технологическое проектирование арматурного производства / Б.В. Прыкин, В.Е. Бойко, В.В. Дробот. – Киев.: Будівельник, 1977. – 196 с.

11. Руководство по производству арматурных работ. – М.: Стройиздат, 1977. – 255 с.

12. Технологическое обеспечение производства железобетонных конструкций: учебное пособие / Э.И. Батыновский [и др.]. – Минск: БГПА, 2001. – 161 с.

13. Бетонные и железобетонные конструкции: СНБ 5.03.01–02.

14. Изменение № 1 СНБ 5.03.01–02.

15. Производство сборных бетонных и железобетонных изделий: СНБ 5.03.02–03.

16. Изделия из тяжелого бетона предварительно напряженные. Правила изготовления: ТКП 45–5.03–12–2005.

17. Сталь арматурная горячекатаная, упрочненная вытяжкой: СТБ 1701–2006.

18. Арматура ненапрягаемая для железобетонных конструкций. Технические условия: СТБ 1704–2006.

19. Арматура напрягаемая для железобетонных конструкций. Технические условия: СТБ 1706–2006.

20. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры: ГОСТ 14.098–91.

21. Арматура холоднодеформированная гладкая из низкоуглеродистой стали для железобетонных изделий: СТБ 1341–2002.

22. Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Общие технические требования: ГОСТ 13015.0–83.

Лабораторная работа № 8

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ЭЛЕКТРОДАМИ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ АРМАТУРЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Цель работы: приобретение навыков по проверке качества электродов для дуговой сварки арматуры.

Приборы и материалы: электроды (одного или нескольких типов) Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А, Э55, Э60, металлическая измерительная линейка, штангенциркуль, микрометр, стальная плита с размерами 400 × 700 × 20 мм.

Содержание работы

Электроды для ручной дуговой сварки арматуры выпускают в виде стальных стержней со специальным защитным покрытием, а для полуавтоматической и автоматической – в виде бухт (мотков) из сварочной проволоки.

Электроды стержневые со специальным защитным покрытием для ручной дуговой сварки арматуры изготавливают согласно ГОСТ 9466–75 и ГОСТ 9467–75. В качестве материала стержней электродов используют сварочную низкоуглеродистую стальную проволоку Св-08, Св-08А и Св-08ГА согласно ГОСТ 2246–70 (табл. 8.1).

Согласно ГОСТ 9466–75 стержневые электроды выпускают диаметром 1,6–12 мм, длиной 200–450 мм. При сварке арматуры наиболее часто применяют электроды следующих размеров (рис. 8.1): $d = 2,5$ и 3 мм при $L = 350$ мм; $d = 4$ мм при $L = 350$ мм и 450 мм; $d = 5, 6, 8, 10$ и 12 мм при $L = 450$ мм.

Таблица 8.1

Химический состав сварочной проволоки по ГОСТ 2246–70

| Марка сварочной проволоки | Содержание элементов, % | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------|-----------|------------|------|------|-------|-----------|------------|----------|------------|-----------|
| | C | Mn | Si | Cr | Ni | S | P | Al | Ti | Ce | Zr |
| | | | | | | | | | | | |
| Св-08 | Менее 0,1 | 0,35–0,60 | Менее 0,03 | 0,15 | 0,3 | 0,04 | 0,04 | Менее 0,01 | – | – | – |
| Св-08А | То же | 0,35–0,60 | Менее 0,03 | 0,12 | 0,25 | 0,025 | 0,03 | Менее 0,01 | – | – | – |
| Св-08ГА | То же | 0,8–0,11 | Менее 0,06 | 0,1 | 0,25 | 0,03 | 0,03 | – | – | – | – |
| Св-10ГА | Менее 0,12 | 1,1–1,4 | Менее 0,06 | 0,2 | 0,3 | 0,025 | 0,03 | – | – | – | – |
| Св-20 ГСТЮА | 0,17–0,23 | 0,9–1,2 | 0,6–0,9 | 0,3 | 0,4 | 0,025 | 0,02–0,03 | 0,2–0,5 | 0,1–0,2 | 0,3–0,45 | – |
| Св-15 ГСТЮЦА | 0,12–0,18 | 0,6–1,0 | 0,45–0,85 | 0,3 | 0,4 | 0,025 | 0,02–0,03 | 0,2–0,5 | 0,05–0,2 | Более 0,04 | 0,05–0,15 |
| Св-10г2 | Менее 0,12 | 1,5–1,9 | Менее 0,06 | 0,2 | 0,3 | 0,03 | 0,03 | – | – | – | – |
| Св-08АА | Менее 0,1 | 0,35–0,6 | 0,03 | 0,1 | 0,25 | 0,02 | 0,02 | Менее 0,01 | – | – | – |
| Св-08Г2С | 0,05–0,11 | 1,8–2,1 | 0,7–0,95 | 0,2 | 0,25 | 0,025 | 0,03 | – | – | – | – |
| Св-08ГС | Менее 0,1 | 1,4–1,7 | 0,6–0,85 | 0,2 | 0,25 | 0,025 | 0,03 | – | – | – | – |

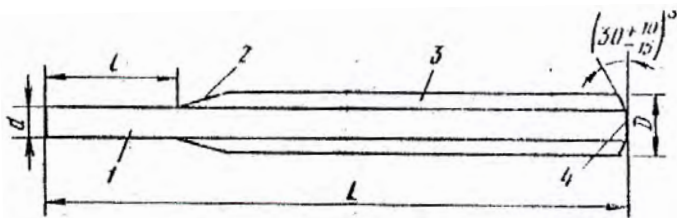


Рис. 8.1. Электрод для электросварки:
 1 – стержень; 2 – участок перехода; 3 – покрытие;
 4 – контактный торец без покрытия

В состав специального защитного покрытия входят вещества, стабилизирующие горение сварочной дуги, защищающие от воздействия атмосферных газов, раскисляющие и легирующие сталь сварной ванны, а также связующие.

К стабилизаторам относятся углекислый калий K_2CO_3 (поташ), мел $CaCO_3$, диоксид титана TiO_2 (рутил). При высоких температурах эти вещества разлагаются, а затем титан, калий, кальций отдают электроны в газовый столб сварочной дуги, т.е. ионизируют его.

Защитные вещества делятся на газообразующие (крахмал, древесная мука) и шлакообразующие (ортоклаз, флюорит, мрамор, гранит). При горении сварочной дуги первые образуют над поверхностью сварной ванны среду защитного газа CO , а вторые расплавляются и, обладая меньшей плотностью, чем расплавленная сталь, находятся на поверхности. Таким образом, расплавленная сталь в сварной ванне оказывается защищенной от воздействия атмосферных газов.

Раскисляющие вещества (алюминий, ферросилиций, ферромарганец) расплавляясь, переходят в сталь, улучшая тем самым механические свойства стали сварного шва.

Легирующие добавки (феррохром, ферромolibден, ферротитан) попадая в сталь сварной ванны, повышают ее прочность, пластичность, ударную вязкость.

Связующим наиболее часто служит жидкое стекло, которое является также и стабилизатором горения сварочной дуги.

При сварке арматуры применяют электроды с покрытием следующих видов: рутиловым, рутиловым с железным порошком, фтористо-кальциевым (основным), фтористо-кальциевым с железным порошком.

По толщине специального защитного покрытия выпускают следующие марки электродов: с тонким покрытием (условный индекс М), средним покрытием (С), толстым покрытием (Д) и особо толстым покрытием (Г). Характеристикой покрытия служит отношение D/d (см. рис. 8.1):

1. Электроды с тонким покрытием

$$D/d < 1,2.$$

2. Электроды со средним покрытием

$$1,2 < D/d < 1,45.$$

3. Электроды с толстым покрытием

$$1,45 < D/d < 1,8.$$

4. Электроды с особо толстым покрытием

$$D/d > 1,8.$$

В зависимости от механических характеристик стали, а также содержания в ней серы и фосфора, электроды делятся на типы, приведенные в табл. 8.2.

Специальное защитное покрытие электрода должно быть однородным, прочным, плотным, без трещин, вздутий и наплывов, включений не размешанных компонентов, отколов. От контактного торца электрод I группы может не иметь покрытия на длину не более половины диаметра, но не более 3 мм.

Таблица 8.2

**Характеристики электродов, применяемых
при арматурных работах в строительстве**

| Тип электродов | Механические характеристики металла шва или наплавленного металла при использовании электродов диаметром > 2,5 мм | | |
|----------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | Временное сопротивление разрыву σ_B , МПа | Относительное удлинение δ , % | Ударная вязкость, Дж/см ² |
| Э42 | 420 | 18 | 80 |
| Э42А | 420 | 22 | 150 |
| Э46 | 460 | 18 | 80 |
| Э46А | 460 | 22 | 140 |
| Э50 | 500 | 16 | 70 |
| Э50А | 500 | 20 | 130 |
| Э55 | 550 | 20 | 120 |
| Э60 | 600 | 18 | 60 |

Примечание. Цифра в индексе электрода обозначает прочность на разрыв наплавленного металла или шва в МПа, которой можно достичь, применяя данный электрод. Буква А означает, что электрод повышает пластичность и ударную вязкость металла шва.

На поверхности покрытия электродов I и II групп допускаются следующие дефекты:

– продольные волосные трещины и местные сетчатые растрескивания не более двух на электрод, при этом длина одной трещины или участка растрескивания должна быть не более 15 мм для электродов I группы и 10 мм для электродов II;

– поры диаметром не более 1,5 толщины покрытия, но не более 2 мм и глубиной до 50 % толщины покрытия: для электродов I группы – не более трех штук на 100 мм его длины, а для электродов II группы – не более двух штук на 100 мм его длины;

– продольные риски глубиной до $\frac{1}{4}$ толщины покрытия в количестве не более четырех штук, при общей протяженности не более 25 мм на одном электроде;

– местные вмятины глубиной до $\frac{1}{2}$ толщины покрытия в количестве не более четырех штук на одном электроде;

– разность толщины покрытия диаметрально противоположных участков не должна превышать для электродов диаметром 6 мм и более: для I группы – 0,3 мм, для II группы – 0,27 мм, для III группы – 0,24 мм.

Толщина специального защитного покрытия электрода определяется в трех местах на расстоянии 50–100 мм одно от другого по длине. Толщину покрытия измеряют с погрешностью не более 0,01 мм.

Прочность специального защитного покрытия определяют путем сбрасывания электрода диаметром более 4 мм с высоты 0,5 м и с высоты 1 м для электродов диаметром менее 4 мм на гладкую стальную плиту. При этом отколы покрытия могут иметь суммарную протяженность не более 5 % от длины открытой части электрода.

Проведение испытаний

1. Определить тип электрода.
2. Определить марку и вид покрытия.
3. Измерить длину электрода.
4. Определить прочность покрытия.
5. Зарисовать схему электрода.

Полученные результаты испытаний записывают в журнал согласно табл. 8.3 и делают заключение о соответствии электродов требованиям ГОСТ 9466–75.

Таблица 8.3

Результаты испытаний электродов для дуговой сварки арматуры в строительстве

| Тип электрода | Марка и вид покрытия электрода | Диаметр электрода с покрытием D , мм | Диаметр сварочной проволоки d , мм | Длина электрода L , мм | Отклонение по длине, % | Отклонение по толщине покрытия, % | Испытание покрытия на прочность |
|---------------|--------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | | | | | | | |

Контрольные вопросы

1. Какую роль играют специальные защитные покрытия электродов при сварке арматуры?
2. Назовите основные типы специальных защитных покрытий электродов.
3. Назовите требования, которые предъявляются к электродам для дуговой сварки арматуры в строительстве.

Литература

1. Мисник, И.Б. Ручная дуговая сварка металлов / И.Б. Мисник. – М.: Высшая школа, 1981. – 207 с.
2. Костяев, П.С. Материаловедение для арматурщиков-бетонщиков и арматурщиков-электросварщиков / П.С. Костяев. – М.: Высшая школа, 1985. – 191 с.
3. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки стали и наплавки. Классификация и общие технические условия: ГОСТ 9466–75.
4. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы: ГОСТ 9467–75.
5. Проволока стальная сварочная. Технические условия: ГОСТ 2246–70.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение. | 3 |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 Ознакомление с микроструктурой стали. | 5 |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 Испытание арматурной стали на растяжение. | 10 |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 Определение способности арматурной стали к изгибу в холодном состоянии. | 18 |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 Испытание арматурной проволоки на перегиб. | 22 |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 Определение прочности контактно-стыкового сварного соединения. | 27 |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 Ознакомление с образцами типов сварных соединений арматуры железобетонных конструкций. | 31 |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 Ознакомление с арматурой железобетонных конструкций. | 34 |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 Ознакомление с электродами для дуговой сварки арматуры в строительстве. | 54 |

Учебное издание

АРМАТУРА И АРМАТУРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторные работы (практикум)

для студентов специальности

1-70 01 01 «Производство строительных изделий
и конструкций»

С о с т а в и т е л ь

ПОЛЕЙКО Николай Леонидович

Редактор И.Ю. Никитенко

Компьютерная верстка Н.А. Школьниковой

Подписано в печать 10.03.2010.

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 3,60. Уч.-изд. л. 2,82. Тираж 100. Заказ 619.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.