

Классификация и свойства арматурной стали

Бетон является хрупким анизотропным материалом, обладающим высокой прочностью при сжатии и низкой при растяжении.

Для восприятия растягивающих напряжений в бетон вводят стальные стержни — арматуру. Так как сцепление гладких арматурных стержней с бетоном не очень велико, то для обеспечения надежной совместной работы бетона и стали в железобетонных конструкциях производят закрепление арматуры с помощью крючков, анкеров профилирования поверхности стержней и т. п. Вследствие высокой стоимости и дефицитности арматурной стали, ее расход при проектировании и изготовлении железобетонных конструкций стараются уменьшить. Это достигается главным образом путем применения высокоуглеродистых и легированных сталей с более высокой прочностью, а также за счет повышения степени использования прочностных свойств стали. С увеличением предела прочности арматурной стали ее сечение (диаметр стержней) при одних и тех же напряжениях в конструкции можно уменьшить.

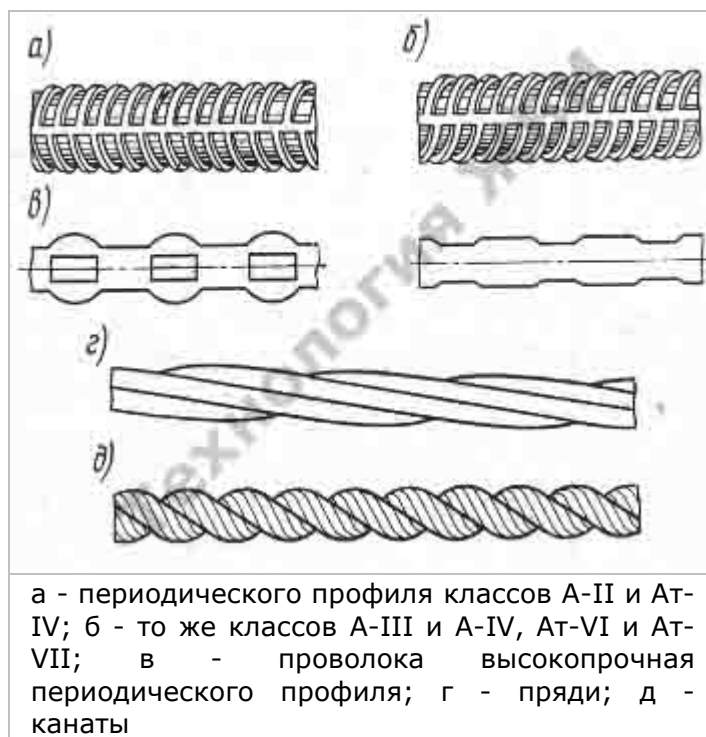
Получить большую наружную поверхность арматуры при той же суммарной площади поперечного сечения можно путем профилирования поверхности стержней, а также заменой стержневой арматуры большим количеством стержней малого диаметра — струнной арматурой. Дальнейшее улучшение сцепления струнной арматуры с бетоном и упрощение процесса армирования конструкций достигается использованием прядевой арматуры. Расход арматурной стали в железобетонных конструкциях в значительной мере зависит от полноты использования ее несущей способности. Вследствие малой прочности бетона на растяжение в обычных конструкциях происходит образование трещин в бетоне. Возникающие при этом напряжения в арматуре в несколько раз меньше ее предела прочности, поэтому несущая способность арматурной стали используется недостаточно. Применение в обычных железобетонных конструкциях высокопрочных сталей нецелесообразно.

Однако если до приложения эксплуатационных нагрузок в растянутых зонах железобетонных конструкций за счет натяжения арматуры предварительно сжать бетон, то опасность трещинообразования резко снизится. Такие конструкции получили название предварительно напряженных. Так как в предварительно напряженных конструкциях растяжение арматуры до момента исчезновения искусственно созданных сжимающих напряжений в бетоне не может вызвать образование трещин в нем, то использование несущей способности арматурной стали и бетона значительно возрастает.

Широко используемая в настоящее время арматура периодического профиля, а также высокопрочная и предварительно натянутая арматура, получившая название эффективной арматуры, позволяют на 30—60% снизить затраты металла, а отсюда и себестоимость сборных железобетонных конструкций.

В зависимости от технологии изготовления различают арматурную сталь горячекатаную стержневую (сокращенно: стержневая), обозначаемую индексом «А», холоднотянутую проволочную — «В», арматурные пряди — «П» и арматурные канаты — «К».

Виды арматурной стали



С учетом механических характеристик арматурную сталь делят на классы: А-I ÷ А-VII и В-I (низкоуглеродистую) — В-II (углеродистую). Термически упрочненную сталь дополнительно обозначают индексом «т», а упрочненную вытяжкой — «в» (например, А-IIIв, Ат-IV). Для обозначения арматурной проволоки периодического профиля к индексу «В» добавляют «р», что означает рифленая (например, Вр-II).

Количество проволок в арматурных прядях обозначают цифрой после индекса (например, П-7 — семипроволочная арматурная прядь). К индексу арматурных канатов «К» добавляют две цифры, первая из которых соответствует количеству прядей, а вторая — числу проволок в одной пряди (например, К2 x 7 — двухпрядевый канат, каждая прядь которого состоит из 7 проволок).

Стержни арматурной стали класса А-I изготавливают круглыми, гладкими, а других классов — периодического профиля. Сталь периодического профиля классов А-II и Ат-IV прокатывают с выступами: двумя продольными и поперечными, расположенными по винтовой линии, а сталь классов А-III, А-IV, А-V и Ат-VII — с поперечными выступами, размещенными «елочкой». Арматурные стали разных классов с одинаковым рисунком периодического профиля различают по проводу окрашенных концов: для классов А-IV и Ат-V — синий, Ат-VI — зеленый и Ат-VII — желтый.

В производстве сборных железобетонных конструкций и деталей используют арматурную сталь, характеристика которой приведена в таблице.

Класс стали	Марка стали	Диаметр, мм	Наименьшее допускаемое значение, МПа		Относительное удлинение, % не менее	Угол загиба в холодном состоянии, град
			предела текучести	временного сопротивления разрыву		
Горячекатанная стержневая						
А-I	Ст-3	6-40	240	380	25	180, c=0,5d
А-II	Ст-5	10-90	300	500	19	180, c=3d
	10ГТ	14-32	300	450	29	-
А-III	25Г2С	6-40	400	600	14	90, c=3d

	35ГС					
A-IV	30ХГ2С	10-32	600	900	6	45, c=5d
	60ГС, 80С					
	20ХГ2Ц					
	20ХГСТ					
A-V	23Х2Г2Ц	10-18	800	1050	6	45, c=5d
	23Х2Г2Т					
Стержневая, упрочненная вытяжкой						
A-IIв	Ст-5, 25Г2С, 35ГС	10-90	450	500	8	90, c=3d
A-IIIв	-		550	600	6	45, c=5d
Стержневая, термически упрочненная						
Ат-IV	30ХГ2С	10-32	600	900	8	-
Ат-V	65ГС	10-40	800	1050	7	-
Ат-VI	-	10-40	1000	1200	6	-
Ат-VII	-	10-40	1200	1400	5	-
АтК	-	6 и 7	1400	1600	5	180, c=5d
		9 и 9	1300	1500	4	-
Холоднотянутая проволочная						
B-I	Ст-3	3-3,5	-	550	22	180, c=3d (4 перегиба)
		6-8	-	455	25	
B-II	-	3-8	-	1200-1400		180, c=20- 30 мм
Bp-II	-	3-8	-	1800-1300		180, c=7,5- 15 мм
Арматурные пряди						
П-3	-	4-5	1520	1900	3,5	-
П-7	-	15	1200	1500	4	-
Арматурные канаты						
K1x7	-	-	-	1900	-	-
K2x19	-	-	-	1700	-	-
K3x3	-	-	1700- 1450	1860-1630	5-6	-
K7x3	-	-	1750- 1310	1950-1630	5-6	-
K7x7, 19 и 37	-	-	-	1900	-	-

При проектировании предприятий по выпуску сборных железобетонных изделий следует иметь в виду, что прочностные показатели некоторых видов арматурных сталей, поставляемых металлургическими заводами, можно улучшить дополнительной ее обработкой (волочением, вытяжкой и другими способами) на месте потребления.

Арматурная сталь для обычных железобетонных конструкций должна отвечать требованиям соответствующих стандартов. Поверхность стали не должна иметь раковин, выбоин, рисок, царапин, следов обработки, окалины и смазки. Арматура, покрытая незначительной ржавчиной, тонкой пленкой окиси после газовой резки, неотслаивающейся окалиной и чернотой, допускается к применению. Арматурную проволоку и стержни перед употреблением следует выправить. Каждая партия

арматурной стали должна иметь сертификат (паспорт), в котором приводятся все основные характеристики стали (состав, прочностные показатели и т. д.). При отсутствии сертификатов сталь подвергают испытаниям на прочность по стандартной методике.

Арматурная сталь для предварительно напряженных конструкций должна обладать следующими свойствами: высокой степенью однородности структуры и не обнаруживать заметных потерь предварительного напряжения вследствие ползучести и релаксации; незначительной чувствительностью к внутрикристаллической коррозии, возникающей при воздействии на арматуру агрессивной среды (влаги, газов и др.); не должна быть хрупкой, способной к местным перенапряжениям, а также к внезапному разрыву и излому; при повышенных напряжениях – обладать некоторой пластичностью и вязкостью.