

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ АРМАТУРЫ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ В КАЗАХСТАНЕ И В ЕВРОПЕ

Курмантаев Алдияр Алпысбаевич

alik_2000-12@mail.ru

студент ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – Г.Тлеуленова

В связи с предполагаемой унификацией казахстанских и европейских норм проектирования железобетонных конструкций возникает необходимость объективного сравнения действительных свойств и нормируемых характеристик стальной арматуры, выпускаемой и применяемой в Казахстане с аналогичными показателями арматуры, выпускаемой в странах Евросоюза, США и Японии.

Таблица 1 – Нормативные характеристики продукции

Нормативные характеристики продукции	Горячекатаная сталь по ГОСТ 5781 и ГОСТ Р 52544			Термомеханически упрочненная сталь по ГОСТ Р 52544, СТО АСЧМ 7-93 и ТУ			Холоднодеформированная сталь по ГОСТ 52544 и ТУ	Термомеханически упрочненная сталь по ТУ 14-01-5596
	A400C	A500C	A600C	A400C	A500C	A600C	B500C	Ан600C
Предел текучести s_T или $\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	405—392	500	590	400	500	600	500	650
Временное сопротивление σ_B , Н/мм ²	560—590	600	883	480	600	740	550	740
Относительное удлинение δ_5 , %	14,0	14,0	6,0	16,0	14,0	14,0	—	14,0
Относительное удлинение δ_{max}	—	—	2	—	—	4,0	2,5	4,0
Минимальное отношение σ_B/σ_T ($\sigma_B/\sigma_{0,2}$)	1,38	1,08	1,5	1,25	1,08	1,23	1,05	1,14
Способность к изгибу								
Диаметр оправки	3d	3d	5d	3d	3d	3d	3d	3d
Угол изгиба, град.	90	180	45	180	180	180	180	180

Отдельно рассмотрим арматурный прокат, применяемый в обычном железобетоне. Комплекс механических свойств такого проката в Казахстане регламентируется [1] для

горячекатаной стали класса А400, [2] для стали классов А500С и В500С, а также [3] и СТО АСЧМ 7-93 для стали А600С (Ат600С) и ТУ 14-1-5596—2010 для новой арматуры класса А600С (Ан600С) с повышенными эксплуатационными свойствами (табл. 1). Нормативные требования, установленные EN 10080—2005 и Еврокодом 2, несколько отличаются от принятых в Германии и Австрии, а также от норм США и Японии (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристики продукции

Характеристики продукции		Стержни и прутки из бухт после правки			Проволока из сеток (сварка в крест)			Квантиль качества, %						
		А	В	С	А	В	С							
Класс								—						
Нормативный предел текучести, Н/мм ²		от 400 до 600						5,0						
Минимальное значение отношения $\sigma_s/\sigma_t(\sigma_{0,2})$		≥1,05	≥1,08	≥1,15 <1,35	≥1,05	≥1,08	≥1,15 <1,35	10,0						
Полное относительное удлинение при максимальном напряжении A_{gt} , %		≥2,5	≥5,0	≥7,5	≥2,5	≥5,6	≥7,5	10,0						
Способность к изгибу		Испытание на загиб и разгиб			—			—						
Прочность на срез, Н/мм ²		—			0,3F _s σ _s (F _s — площадь сечения проволоки)			Минимум						
Максимальное отклонение от номинальной массы отдельного стержня или проволоки, %	Номинальный диаметр, мм							5,0						
	≤8								±6,0					
	>8	±4,5												
Выносливость арматурной стали, размах колебаний Δσ для 2·10 ⁶ циклов при максимальном напряжении $\sigma_{max} = \beta \sigma_t$		≥150			≥100			10						
Минимальное значение относительно площади смятия ребер f_{Rmin}	Номинальный диаметр, мм													
	5...6								0,035					
	6,5...12								0,040					
	>12								0,056					

Для унификации казахстанских и европейских норм наибольший практический интерес представляет взаимозаменяемость казахстанской и европейской арматуры классов А400, А500 и А600. Основные отличия стандарта EN 10080—2005 от ГОСТ Р 52544—2010, который был создан как аналог EN 10080—95, состоят в следующем: в нем объединены нормы для всей арматуры с пределом текучести от 400 до 600 Н/мм² включительно; классификация арматуры осуществляется по соотношению σ_v/σ_t и относительному удлинению перед разрывом A_{gt}. Эта классификация приведена в табл. 3 и предполагает, что классы А, В и С характеризуют различные способы производства: А — холоднодеформированная сталь; В — термомеханически упрочненная; С — горячекатаная.

Термомеханически упрочненная арматурная сталь класса А500С характеризуется отношением σ_b/σ_t существенно большим, чем регламентируется EN 10080 для класса В и ГОСТ Р 52544 для стали этого класса. В случае использования легированных базовых сталей типа 25Г2С или 18Г2С это отношение увеличивается до 1,21...1,26. Одновременно необходимо отметить, что A_{gt} или δ_r для этого вида проката ГОСТом не нормируется, но фактически для стали разных заводов-изготовителей изменяется в широком диапазоне от 4 до 10 % и так же, как σ_b/σ_t , тем больше, чем выше легирование стали. То есть термомеханически упрочненный арматурный прокат класса А500С как казахстанского, так и иностранного производства не укладывается в нормы класса В по EN 10080 по этим показателям, а скорее может быть отнесен к классу С по величинам σ_b/σ_t , но может не проходить по классу С по A_{gt} и δ_r . Что касается горячекатаной стали А500С, то она может быть отнесена к классу С. Однако горячекатаная сталь класса А400 имеет отношение σ_b/σ_t значительно выше — от 1,38 до 1,6. При этом необходимо отметить, что как для холоднодеформированного, так и для термомеханически упрочненного сортамент проката не сказывается существенно на величинах σ_b/σ_t .

Система классификации нормативных требований к арматуре, принятая в EN 10080 и Еврокоде, отличается от Казахстанских норм более широким кругом показателей. Отечественная арматурная сталь периодического профиля классифицируется по величинам предела текучести σ_t , временного сопротивления σ_b , относительного удлинения δ_5 и δ_r и способу производства. Примерно такая же система действует в Австрии, Германии и США.

Принципиальное различие современных общеевропейских и казахстанских стандартов состоит в том, что в EN 10080 и в Еврокоде не оговариваются отдельно требования к стали с нормативным пределом текучести 500 Н/мм². Это связано с тем, что общеевропейские документы принимаются и утверждаются европейским комитетом стандартов CEN единогласно всеми странами ЕС. Поэтому в EN 10080 и Еврокоде 2 учитывается возможность применения в железобетонных конструкциях арматурной стали различной прочности с нормативным пределом текучести от 400 до 600 Н/мм². По этой же причине не оговаривается способ производства. Оставлены только те обязательные нормативы, которые приняты всеми странами и гарантируют безопасность применения арматуры. К этим обязательным нормативам относятся: нормы геометрии периодического профиля, требующие выполнения условия того, что «Поперечные ребра должны иметь серповидную форму и плавно переходить в сердцевину изделия», т.е. не пересекаться с продольными (рис. 1). Минимальные значения относительной площади смятия f_R , равные 0,035 для арматуры диаметром 5...6 мм, 0,040 — для арматуры диаметром 6,5...12 мм и 0,056 — для стержней диаметром более 12 мм. Интересно, что Еврокодом допускается применение арматуры и с меньшими значениями f_R , но при условии расчетной и опытной проверки напряжения сцепления.

Закключение. Проведенный сравнительный анализ отечественных и европейских норм по применяемому для армирования железобетона стальному прокату периодического профиля показал, что физико-механические свойства казахстанской и «европейской» арматурной стали практически одинаковы с учетом следующих замечаний: нормативные требования, установленные [1-3] несколько выше, чем нормы EN 10080; производимая по казахстанским стандартам арматура классов А400, А500С, В500С и А600С может быть без пересчета применена взамен арматуры этих же классов прочности по EN 10080. В актуализированной редакции [4].

Основные положения» по аналогии с Еврокодом 2 для всех классов арматуры коэффициент надежности по арматуре δ_5 принят единым, равным 1,15 для предельных состояний первой группы и 1,0 — для предельных состояний второй группы. Таким образом, расчетные сопротивления стальной арматуры по СП и Еврокоду 2 унифицированы.

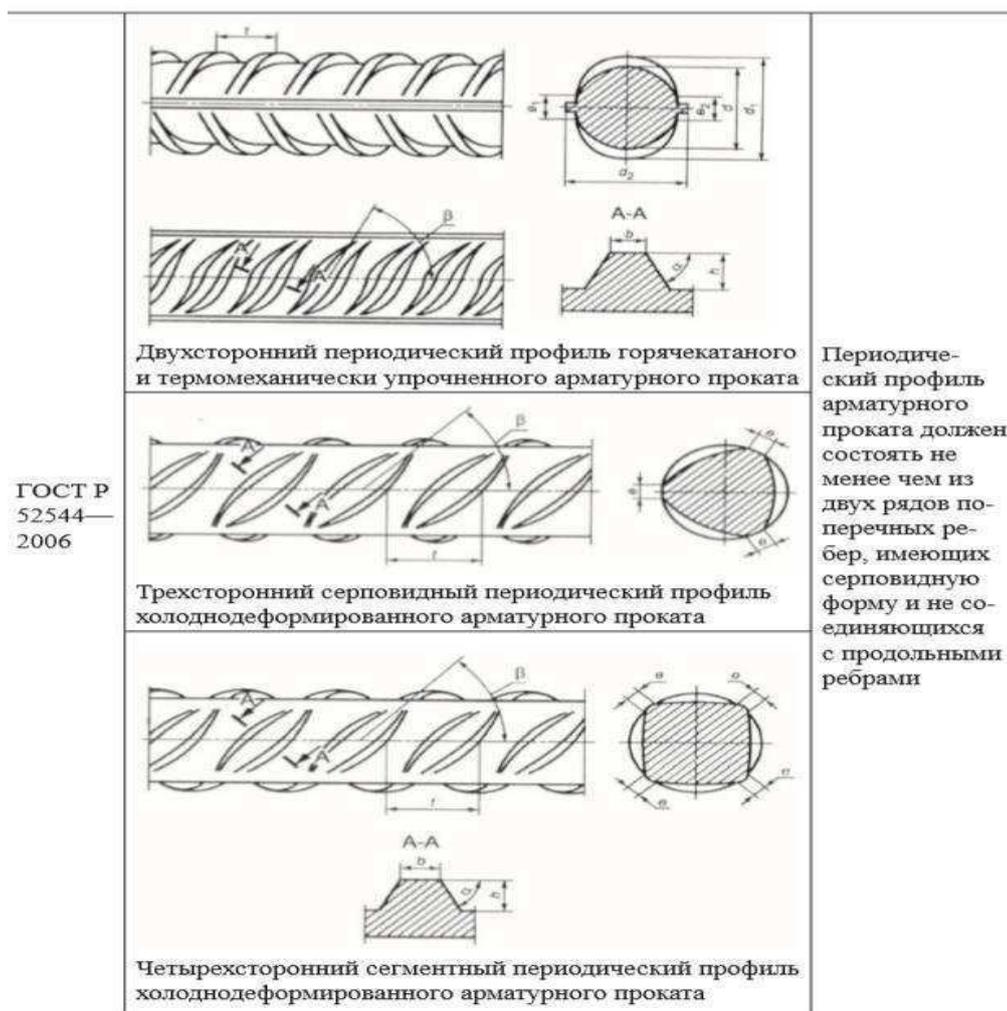


Рисунок 1 – Виды продольной арматуры

Список использованных источников

1. ГОСТ 5781—94 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Астана, Мин. индустрии и инфраструктурного развития РК от 8 мая 2019, С.12
2. ГОСТ Р 52544-2006. Москва. Национальный стандарт РФ. 01.01.2007 С.5
3. ГОСТ 10884-94 Сталь арматурная термическая для железобетонных конструкции. Межгосстандарт. 1994. С. 4
4. СНиП 52-01—2003 (СП 63.13330.2012) «Бетонные и железобетонные конструкции. Нацстандарт, 2003. Москва. С.6.