НИИЖБ ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ НОВЫХ ВИДОВ СТЕРЖНЕВОЙ АРМАТУРЫ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

МОСКВА–1981

gost.e-ecolog.ru

Госстрой СССР

Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона
НИИЖБ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ НОВЫХ ВИДОВ СТЕРЖНЕВОЙ АРМАТУРЫ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Утверждены
директором НИИЖБ
30 ноября 1981г.

МОСКВА 1981

УДК 691.87-16

Печатаются по решению секции бетонных и железобетонных конструкций НТС НИИЖБ от 28 октября 1980 г.

Рекомендации по применению новых видов стержневой арматуры в железобетонных конструкциях. М., НИИЖБ Госстроя СССР, с.25.

Приведены основные положения по проектированию и применению в железобетонных конструкциях новых видов стержневой горячекатаной, термомеханически и термически упрочненной стали.

Предназначены для инженеров-проектировщиков и ИТР предприятий строительной промышленности.

Табл.6.

© Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона, 1981

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие Рекомендации составлены на основании обобщения результатов исследований физико-механических свойств, свариваемости и условий применения в железобетонных конструкциях новых видов горячекатаной и термомеханически и термически упрочненной стержневой арматуры, проведенных НИИЖБ, ЦНИИЧермет им.И.П.Бардина, Институтом черной металлургии (г.Днепропетровск), УкрНИИмет (г.Харьков), Донецким политехническим институтом, предприятиями Главмоспромстройматериалов (г.Москва) и Министерства промышленного строительства СССР, Криворожским, Западно-Сибирским, Череповецким и Макеевским металлургическими заводами и другими организациями, а также на основании обобщения практики проектирования, производства и применения железобетонных конструкций со стержневой арматурой новых видов.

В Рекомендации включены основные данные по новым видам арматуры классов А-Ш марки 32Г2пс, Ат-ШС, Ат-IУК, Ат-IУС, Ат-УСК, Ат-УIК и А-УI, включающие арматурные стали, поставляемые по высшей категории качества.

При разработке новых видов арматурных сталей установлены критерии для оценки их свариваемости и стойкости против коррозионного растрескивания под напряжением.

Рекомендации отражают материалы по совершенствованию сортамента арматуры и повышению ее расчетных сопротивлений, утвержденных постановлением Госстроя СССР № 67 от II мая 1981 г. (изменения и дополнения главы СНиП П-21-75).

При проектировании конструкций, изготавливаемых и возводимых согласно ГОСТ 10884-81 учитывается возможность повышения с I.I.83 г. значений расчетных сопротивлений арматурных сталей классов Ат-У и Ат-УI диаметром 10-14 мм (производство Криворожского, Череповецкого и Западно-Сибирского металлургических заводов), класса Ат-УК (производство Макеевского металлургического завода) и класса А-Ш, поставляемых по высшей категории качества.

С введением настоящих Рекомендаций утрачивают силу " Рекомендации по применению арматурной стали стержневой термически упрочненной стойкой против коррозионного растрескивания классов Атп-У и Атп-УI в предварительно-напряженных железобетонных конструкциях" (М., НИИЖБ, 1978).

Рекомендации разработаны НИИЖБ Госстроя СССР под руководством д-ра техн.наук, проф. К.В.Михайлова лабораторией арматуры (кандидаты техн.наук Н.М.Мулин, Б.П.Горячев, С.А.Мадатян, А.М.Фридман, В.З.Меш-

ков, Т.И.Мамедов; инженеры Л.А.Зборовский, Б.Н.Фридлянов, А.А.Калашникова), Центральной лабораторией коррозии (д-р техн.наук, проф. С.Н.Алексеев, канд.техн.наук Г.М.Красовская), Центральной лабораторией теории железобетона (канд.техн.наук Л.К.Руллэ) и КТБ НИИЖБ (инж. О.И.Падин).

Дирекция НИИЖБ

I. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

I.I. Настоящими Рекомендациями надлежит руководствоваться при проектировании и применении в железобетонных конструкциях стержневой горячекатаной, термомеханически и термически упрочненной арматурной стали периодического профиля классов и марок перечисленных в табл.I.

Примечание. В обозначении классов термомеханически и термически упрочненных сталей с повышенной стойкостью против коррозионного растрескивания добавляется индекс "К" (Ат-IУК), свариваемой - индекс "С"(Ат-УСК), а свариваемой и стойкой против коррозионного растрескивания - индекс "СК" (Ат-УСК).

I.2. Основные механические свойства стержневой арматуры из стали классов и марок, приведенных в табл.I, должны отвечать данным табл.2, а область применения этой арматуры, в зависимости от условий эксплуатации железобетонных конструкций, устанавливается в соответствии с требованиями табл.3 и 4, а также п.п. I.3-I.II настоящих Рекомендаций.

I.3. В качестве напрягаемой арматуры предварительно напряженных железобетонных элементов следует применять:

а) сталь классов Ат-У, Ат-УI, А-IУ (марки 80С), Ат-IУК, Ат-УСК и Ат-УIК в конструкциях длиной до I2 м включительно (плиты покрытий производственных зданий, опоры линий электропередач, связи и освещения, плиты перекрытий жилых и общественных зданий и т.п.), в которых напрягаемая арматура используется в виде стержней мерной длины (без сварки). Допускается также применять горячекатаную сталь классов А-У, А-УI и А-Шв (арматуру класса А-Шв следует применять с двойным контролем при упрочнении: по удлинению и напряжению);

б) горячекатаную сталь классов А-У и А-УI в длиномерных конструкциях пролетом свыше I2 м. Если стержни арматуры соединяют по длине сваркой или приваривают к закладным деталям и анкерам, допускается применять сталь классов А-IУ марки 20ХГ2Ц, А-У марки 23Х2Г2Т, А-УI марок 22Х2Г2АЮ, 22Х2Г2Р. Кроме того, допускается также применять арматуру класса Ат-IУС марки 25Г2С и А-Шв.

I.4. В качестве ненапрягаемой арматуры железобетонных конструкций следует применять (помимо арматуры классов, указанных в п.2.20 главы СНиП П-2I-75) сталь класса А-Ш марки 35ГС с государственным Знаком качества и марки 32Г2пс, а также сталь класса Ат-ШС.

I.5. В качестве ненапрягаемой арматуры допускается также применять в сварных и вязаных сетках и каркасах арматуру класса А-Шв и Ат-IУС, а в условиях, оговоренных в п.2.20д главы СНиП П-2I-75, горячекатаную и термомеханически и термически упрочненную арматуру классов А-IУ, А-У, Ат-IУК и Ат-У.

Таблица I. Арматурные стали, на применение которых распространяются настоящие Рекомендации

Арматурная сталь			Диаметр стержней, мм	Документы, регламентирующие качество арматурной стали
вид	класс	марка		
Горячекатаная	А-Ш	35ГС	6-40	ГОСТ 5781-75
		25Г2С	6-22	ГОСТ 5.1459-72
		32Г2пс		ТУ 14-1-2435-78
	А-IУ	20ХГ2Ц	10-32	ГОСТ 5781-75
		80С	10-18	ГОСТ 5781-75
	А-У	23Х2Г2Т	10-32	ГОСТ 5781-75
	А-УI	22Х2Г2АЮ	10-22	ТУ 14-1-2351-78
		22Х2ГСР		
		20Х2Г2СР		
Термомеханически и термически упрочненная	Ат-ШС	БСт5пс	10-18	ТУ 14-2-194-76
		БСт5сп		ТУ 14-2-235-76
	Ат-IУК	10ГС2, 08Г2С	10-28	ТУ 14-1-3054-80
		20ХГС2		ТУ 14-1-2967-80
	Ат-IУС	25Г2С		ТУ 14-2-376-79
	Ат-У	20ГС (ОСТ-I)	10-28	ТУ 14-1-3054-80
		10ГС2		
		20ГС2 (ОСТ-2)		ТУ 14-1-2065-77
		08Г2С (ОСТ-3)		
	Ат-УСК	20ХГС2		ТУ 14-1-2967-80
	Ат-УI	20ГС	10-28	ТУ 14-1-2065-77
		20ГС2		ТУ 14-1-2967-80
	Ат-УIК	20ХГС2		ТУ 14-2-422-80

Примечания: I. Документы, регламентирующие качество арматурной стали, утрачивают силу, в связи с введением в действие ГОСТ 10884-81 (термомеханически и термически упроч - ненная арматура).
При этом заменена индексация Атп-У и Атс-У на Ат-УСК, и Атп-УI и Атс-УI на Ат-УIК.

2. В железобетонных конструкциях допускается применять упрочненную вытяжкой стержневую арматуру класса А-Шр диаметром 20-40 мм (см.п.I.7 настоящих Рекомендаций).

3. Арматура классов Ат-ШС и А-Ш марок 35ГС и 25Г2С выпускается по высшей категории качества.

Таблица 2. Основные механические свойства стержневой арматуры

Арматурная сталь: класс	Арматурная сталь: температура нагрева: рекомендуемая (над чертой) макс. допустимая (под чертой), °С	Арматурная сталь: диаметр, мм	Условный или физический предел текучести $\sigma_{0,2}$ ($\sigma_т$)	Временное сопротивление, $\sigma_в$	Относительное удлинение после разрыва: δ_5	Относительное удлинение после разрыва: $\delta_р$	Угол загиба в холодном состоянии, град (над чертой), диаметр оправки (под чертой)
			МПа		%		
			не менее				
А-Ш	-	10-40	390	580	14	-	90 / 3d
А-Шв	350 / 450	20-40	550	600	6	-	45 / 5d
Ат-ШС	-	10-14 16-40	440	590	15 14	-	90 / 3d
А-IУ	400* / 500	10-22	590	880	6	2	
	400** / 600	10-18	590	880			
Ат-IУС	400 / 450	10-14 16-28	590	785	10 9	2	45 / 5d
Ат-IУК							
А-У	400 / 500	10-22	785	1030	7	2	
Ат-У	400 / 450	10-14 16-28	785	980	8 7	2	
Ат-УСК							
Ат-УI	400 / 450	10-14 16-23	980	1180	7 6	2	
Ат-УIК							
А-УI	450 / 500	10-14	980	1230	7	2	

Примечание. Арматура класса А-Ш имеет физический предел текучести $\sigma_т$, а классов Ат-ШС, А-IУ÷Ат-УI - условный предел текучести $\sigma_{0,2}$, определяемый в соответствии с требованиями ГОСТ 12004-81.

* - для класса марки 20ХГ2Ц; ** - для класса марки 80С

Таблица 3. Область применения стержневой арматурной стали в железобетонных конструкциях в зависимости от характера нагрузки и температурных воздействий (знак "+" означает "допускается", знак "–" — "не допускается").

Арматурная сталь			Условия эксплуатации конструкций: статические нагрузки (до косой черты), динамические и многократно повторяющиеся (после косой черты)				
			в отапливаемых зданиях	На открытом воздухе и в неотапливаемых зданиях при расчетной температуре воздуха в °С			
вид	класс	марка		до –30	ниже –30 до –40	ниже –40 до –55	ниже –55 до –70
				включительно			
I	2	3	4	5	6	7	8
Горячекатаная	А-III	35ГС	+/+	+/+	+/+ [1]	+ [1] /–	–/–
		25Г2С	+/+	+/+	+/+	+ /+ [1]	+ [1] /–
		32Г2дс	+/+	+/+ [1]	+ [1] /–	– /–	– /–
	А-IIIв	25Г2С	+/+	+/+	+/ –	– /–	– /–
		35ГС	+/+	+/–	–/ –	– /–	– /–
	А-IУ	20ХГ2Ц	+/+	+/+	+/ +	+ [2] /+ [2]	+ [2] /–
		80С	+/+	+/–	–/ –	– /–	– /–
	А-У	23Х2Г2Т	+/+	+/+	+/ +	+ /+	+ [2] /+ [2]
	А-УI	22Х2Г2АЮ 22Х2Г2Р 20Х2Г2СР	+/+	+/+ [3]	+/+ [3]	+ /+ [2] [3]	+ [2] /+ [2] [3]

Продолжение табл.3

1	2	3	4	5	6	7	8
Термомеханически и термически упрочненная	Ат-ШС	БСт5сп БСт5пс	+/+	+/+	+/+[1]	+[1]/-	-/-
	Ат-IУК	I0ГС2,0872С	+/-	+/2	-/-	-/-	-/-
	Ат-IУС	20ХГС2 25Г2С	+/+	+/+	+/+[1]	+[1]/-	-/-
	Ат-У	20ГС,20ГС2 I0ГС2 08Г2С	+/+[3]	+/+[3]	+/+[3]	+[3]/+[3]	-/-
	Ат-УСК	20ХГС2					
	Ат-УI	20ГС 20ГС2	+/+[3]	+/+[3]	+/+[3]	+[3]/+[3]	-/-
	Ат-УIК	20ХГС2					

I) Допускается применять только в вязаных каркасах и сетках.

2) Следует применять только в виде целых стержней мерной длины.

3) Применение термомеханически и термически упрочненной арматуры допускается при гарантируемой величине равномерного удлинения δ_p не менее 2 %. Термомеханически и термически упрочененную, а также горячекатаную класса А-УI, арматурные стали не допускается применять в случаях, когда требуется расчет конструкции на выносливость.

Примечания: I. Расчетная температура принимается согласно общим указаниям п.I.3 главы СНиП П-2I-75;

2. В табл.3 к динамическим следует относить нагрузки, если доля этих нагрузок при расчете конструкций по прочности превышает 0,I статической нагрузки; к много - кратно повторяющимся следует относить нагрузки, при которых коэффициент условия работы арматуры m_{a1} по табл.25 главы СНиП П-2I-75 меньше 0,I.

Таблица 4. Требования к железобетонным конструкциям, эксплуатируемым в агрессивной газовой среде[5].

Степень агрессивного воздействия газовой среды на железобетон по табл.I СНиП П-28-73*	Категория требований к трещиностойкости (над чертой) и предельно допускаемая ширина раскрытия трещин (под чертой) в мм[1]				
	для ненапрягаемой арматуры классов А-Ш, Ат-ШС	для напрягаемой арматуры классов			
		А-Шв, Ат-IУК, А-IУ, Ат-УСК	Ат-IУС, Ат-УIК	А-У, Ат-У	А-УI, Ат-УI
Слабоагрессивная	– / 0,20(0,25)	3 / 0,20(0,25)	3 / 0,I0(0,I5)	2[4] / (0,I0)	2[4] / (0,05)
Среднеагрессивная	– / 0,I5(0,20)	3 / 0,I0(0,I5)	2 / -(0,I0)	I / -	I / -
Сильноагрессивная	– / 0,I0(0,I5)	2 / (0,I0)	I / -	Не допускается к применению	

Продолжение табл. 4

Степень агрессивного воздействия газовой среды на железобетон по табл.I СНиП II-28-73*	Толщина защитного слоя тяжелого бетона (в мм) для сборных конструкций и их элементов			Плотность бетона конструкций, армированных сталью классов[3]	
	плоских плит, полок ребристых плит, стеновых балок, стеновых панелей не менее	прямоугольных балок, ферм, колонн, ребер плит и др., армированных сталью классов не менее			
		А-III, А-IIIв, Ат-IIIС, А-IУ, Ат-IУК, Ат-IУС, Ат-УСК, Ат-УIК	Ат-У, Ат-УI, А-У, А-УI	А-III, А-IIIв, Ат-IIIС, А-IУ, Ат-IУК Ат-УСК Ат-УIК	Ат-IУС Ат-У Ат-УI А-У А-УI
Слабоагрессивная	I5	~~20~~	25[2]	Н	П
Среднеагрессивная	I5	20	25	П	0
Сильноагрессивная	20	25	25	0	Не допускается к применению

Примечания: I) Под чертой приведена ширина длительного, в скобках - кратковременного раскрытия трещин.

2) Допускается снижение толщины защитного слоя до 20 мм при применении особоплотного бетона.

3) Показатели плотности бетона соответствуют табл.5 СНиП II-28-73* (Н - нормальный, П - повышенной плотности, О - особоплотный).

4) Конструкции должны быть отнесены к I категории требований по трещиностойкости при наличии газовых сред, содержащих хлор, пыль хлористых, азотнокислых и роданистых солей, хлористый водород, сероводород с концентрациями, указанными в табл. 23 СНиП II-28-73*.

5) В неагрессивных условиях категория требований к трещиностойкости и предельно допустимая ширина раскрытия трещин принимаются в соответствии со СНиП II-2I-75 табл.Ia и дополнениями "Бюллетеня строительной техники" № 9 I980 г. При этом требования принимаются для класса Ат-IIIС как для Ат-III, Ат-IУК как для стали класса Ат-IУ, Ат-УСК и Ат-УIК как для стали класса Ат-У.

При изготовлении предварительно-напряженных железобетонных конструкций (например, стойки опор ЛЭП) с прочностью бетона 60 МПа и выше, может быть применена в качестве ненапрягаемой арматуры сталь классов А-УI и Ат-УI.

I.6. Напрягаемую арматуру элементов железобетонных конструкций и связи между элементами конструкций при расчете на сейсмические воздействия следует выполнять из горячекатаной стали класса А-IУ марок 20ХГ2Ц и 20ХГСР и класса А-У марки 23Х2Г2Т.

В случаях, когда стержни арматуры на монтаже или при заготовке арматуры не соединяются сваркой, в конструкциях, предназначенных для строительства зданий и сооружений с расчетной сейсмичностью до 9 баллов (включительно) допускается применять: для напрягаемой арматуры - стержни мерной длины из термомеханически и термически упрочненной стали классов Ат-IУС, Ат-У и Ат-УI, если относительное равномерное удлинение арматуры после разрыва $\delta_p \geq 2$ %.

I.7. Применение стержневой арматурной стали, упрочненной вытяжкой класса А-Шв марок 35ГС и 25Г2С и класса Ат-ШС допускается в исключительных случаях: при отсутствии арматуры более высоких классов прочности.

Метод упрочнения стали класса А-Ш и Ат-ШС, а также значения расчетных и нормативного сопротивлений стали класса А-Шв должны соответствовать указаниям "Руководства по технологии изготовления предварительно-напряженных железобетонных конструкций" (М., Стройиздат, I975).

Упрочнение вытяжкой арматуры класса Ат-ШС должно выполняться с обязательным двойным контролем: по удлинениям и напряжению.

Примечание. Необходимо учитывать, что арматурная сталь класса Ат-ШС, упрочненная вытяжкой, утрачивает стойкость против коррозионного растрескивания.

I.8. В качестве напрягаемой арматуры предварительно-напряженных железобетонных конструкций:

предназначенных для эксплуатации в агрессивных средах,

изготовленных из шлакопемзобетона,

изготовленных с применением шлакопортландцемента,

следует применять стойкую против коррозионного растрескивания арматурную сталь классов Ат-IУК, Ат-УСК и Ат-УIК.

I.9. Антикоррозионную защиту железобетонных конструкций, эксплуатируемых в агрессивных условиях, следует осуществлять в соответствии с требованиями главы СНиП П-28-73* "Защита строительных конструкций от коррозии".

Арматурные стали, стойкие против коррозионного разрушения, должны отвечать следующему требованию: при испытании образца арматуры, находящегося под напряжением $0{,}9\sigma_{0,2}$ при t = 98 - 100°С в нитратном растворе (600 масс.ч. азотнокислого кальция, 50 масс.ч. азотнокислого аммония и 350 масс.ч. воды), время до коррозионного растрескивания должно составлять не менее 100 ч.

1.10. Для железобетонных конструкций, эксплуатируемых в агрессивных газовых средах, требования по трещиностойкости, допускаемой ширине раскрытия трещин в конструкциях, толщине защитного слоя и плотности бетона должны отвечать данным табл.4.

1.11. В конструкциях, рассчитанных на выносливость, а также в длинномерных конструкциях, не рассчитываемых на выносливость, где стержни должны соединяться по длине сваркой, следует применять арматуру классов Ат-УСК и А-У.

2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Напрягаемая арматура

2.1. Расчет и конструирование элементов предварительно-напряженных железобетонных конструкций со стержневой арматурой, перечисленной в табл.1 и п.1.3 следует выполнять в соответствии с требованиями главы СНиП П-21-75 и с соблюдением дополнительных требований, изложенных в п.п. 2.2-2.16 настоящих Рекомендаций.

2.2. За нормативное сопротивление горячекатаной арматуры классов А-Ш, А-IУ, А-У и А-УI и термомеханически и термически упрочненной классов Ат-ШС, Ат-IУК, Ат-IУС, Ат-У, Ат-УСК, Ат-УI и Ат-УIК принимается браковочный минимум предела текучести $\sigma_т$ или $\sigma_{0,2}$ (см.табл.2).

2.3. Расчетные сопротивления арматуры, приведенные в табл.5 определены (с округлением) как частное от деления нормативных сопротивлений на соответствующие коэффициенты надежности K_a. Значения коэффициентов K_a и расчетных сопротивлений вводятся в действие с I января 1983 г. постановлением Госстроя СССР № 67 от 11.05.81 г.: графа "I категория" - с I июля 1981 г.; графа "высшая" - допускается в опытном проектировании с обязательным согласованием в установленном порядке.

2.4. При расчете по прочности железобетонных элементов с высокопрочной арматурой классов А-IУ, Ат-IУК, Ат-IУС, А-У, Ат-У, Ат-УСК, А-УI, Ат-УI и Ат-УIК расчетное сопротивление R_a должно быть умножено на коэффициент условия работы m_{a4}, приведенные в табл.5.

Таблица 5. Расчетные сопротивления, коэффициенты надежности и условий работы и модули упругости стержневой арматуры

I. Расчетные сопротивления в МПа

Класс арматуры	растянутой продольной, а также отогнутой при расчете на изгиб по наклонному сечению R_a		растянутой отогнутой при расчете на поперечную силу R_{ax}		сжатой R_{ac}	
	поставка по категории качества					
	I-ая	высшая	I-ая	высшая	I-ая	высшая
A-III Ø 6-8 мм	350	350	285	285	350	350
A-III Ø 10-40 мм	365	365	285	285	365	365
A-IIIв*	-	490 / 450	-	390 / 360	-	390 / 390
Ат-IIIС	365	365	295	295	365	365
A-IУ, Ат-IУК, Ат-IУС	490	5I0	390	4I0	390	390
A-У	630	680	500	545	390	390
Ат-У, Ат-УСК	630	680	500	545	390	390
A-УI, Ат-УI, Ат-УIК	785	8I5	630	650	390	390

* Расчетные сопротивления арматуры класса A-IIIв: над чертой - при контроле по удлинению и напряжению, под чертой - только по удлинению

II. Коэффициент надежности по арматуре K_a при расчете конструкций по предельным состояниям

Класс арматуры	первой группы		второй группы	
	поставка по категории качества			
	I-ая	высшая	I-ая	высшая
A-III Ø 6-8 мм	I,I0	I,I0	I,0	I,0
A-III Ø I0-40 мм	I,07	I,07	-	I,0
Ат-IIIС	I,07	I,07	-	I,0
A-IУ, Ат-IУК, Ат-IУС	I,20	I,I5	I,0	I,0
A-У, Ат-У, Ат-УСК	I,25	I,I5	I,0	I,0
A-УI, Ат-УI, Ат-УIК	I,25	I,20	I,0	I,0

Продолжение табл.5

Ш. Максимальные значения коэффициента условия работы арматуры

Класс арматуры	m_{a4}
А-IУ, Ат-IУК, Ат-IУС	I,2
А-У, Ат-У, Ат-УСК	I,I5
А-УI, Ат-УI, Ат-УIК	I,I

Примечание. Коэффициент условия работы арматуры определяется в соответствии с указаниями п.3.I3 СНиП П-2I-75.

IУ. Модули упругости (нормативные)

Класс арматуры	E_a, МПа
А-Ш, А-Шв, Ат-ШС, А-IУ, Ат-IУС, Ат-IУК	200000
А-У, Ат-У, Ат-УСК, А-УI, Ат-УI, Ат-УIК	I90000

2.5. В случаях, указанных в табл.5, расчетное сопротивление следует умножать на коэффициент условия работы арматуры m_{a4} с учетом примечания к табл.5.

2.6. Рекомендуемая предельная величина предварительного напряжения арматуры (без учета потерь), принимаемая в расчетах, должна отвечать условию:

при механическом способе натяжения $0,3R_{aП} \leq \sigma_0 \leq 0,95R_{aП}$;

при электротермическом способе натяжения $0,3R_{aП}+R \leq \sigma_0 \leq R_{aП}-R$,

где P - допустимые отклонения предварительного напряжения, при электротермическом способе натяжения равные

$$P = 300 + \frac{3600}{l},$$

l - длина натягиваемого стержня (расстояние между наружными гранями упоров) в м.

Предельные отклонения предварительного напряжения от заданного допускается принимать в соответствии с табл.I3 и п.5.I8 "Руководства по технологии изготовления предварительно-напряженных железобетонных конструкций" (М., Стройиздат, I975).

2.7. В предварительно-напряженных элементах I-й и 2-й категории трещиностойкости (в которых предельное состояние по прочности определяется достижением расчетного сопротивления арматуры растяжению),

усилие, определяющее несущую способность элемента, должно быть более усилия, вызывающего образование трещин, но не менее чем на 10 %.

2.8. Напрягаемая горячекатаная арматура классов А-У и А-УI, а также термомеханически и термически упрочненная арматура классов Ат-IУК, Ат-IУС, Ат-У, Ат-УСК, Ат-УI и Ат-УIК должна применяться в железобетонных конструкциях, как правило, в виде продольных стержней, натягиваемых на упоры.

Применение термомеханически и термически упрочненной и горячекатаной арматуры классов Ат-IУК, Ат-IУС, Ат-У, Ат-УСК, Ат-УI, Ат-УIК, А-IУ, А-У и А-УI в качестве поперечной арматуры не допускается.

Разрешается производить отгиб (оттяжку) продольной напрягаемой арматуры классов Ат-IУС, Ат-IУК, А-IУ, Ат-У, Ат-УСК, А-У, Ат-УI, Ат-УIК и А-УI при условии, что он осуществляется по дуге окружности диаметром от d до $30d$, с углом отгиба не более 45°. При этом следует учитывать снижение прочности арматуры в зоне перегиба в соответствии с п.2.29 СНиП П-21-75. При натяжении арматуры на бетон угол наклона к продольной оси элемента не должен превышать 30° при радиусе закругления для стержневой арматуры диаметром до 25 мм - не менее 15 м, диаметром от 28 до 40 мм - не менее 20 м.

2.9. Коэффициент точности предварительного натяжения стержневой горячекатаной, термомеханически и термически упрочненной арматуры классов А-IV...А-УI, Ат-IУС, Ат-У, Ат-УСК, Ат-УI и Ат-УIК следует принимать в соответствии с п.I.28 главы СНиП П-21-75 и действующими нормативными документами по технологии предварительного натяжения стержневой арматуры железобетонных конструкций электротермическим и механическим способами.

2.10. В расчетах железобетонных конструкций потери предварительного напряжения от релаксации горячекатаной, термомеханически и термически упрочненной арматуры классов А-IV...А-УI, Ат-IУС, Ат-У, Ат-УСК, Ат-УI и Ат-УIК при $\sigma_0 > R_a^н$ и механическим способе натяжения арматуры следует определять по формуле:

$$\sigma_п = 0{,}1\,\sigma_0 - 20 \qquad \text{(МПа)}$$

Примечание. В случаях, когда значения $\sigma_п$ получаются отрицательными, их следует принимать равными нулю.

При электротермическом способе натяжения стержневой арматуры потери предварительного напряжения арматуры от релаксации можно не учитывать при начальных напряжениях $\sigma_0 < 0{,}7R_a^н$, а при $\sigma_0 > 0{,}7R_a^н$ потери напряжения следует принимать равными $0{,}03\,\sigma_0$.

2.11. Длина зоны передачи напряжения $l_{пн}$ для напрягаемой арматуры без анкеров определяется в соответствии с п.2.30 и табл.28 главы I6 СНиП П-21-75, но не менее I5 d.

2.I2. Для продольной напрягаемой, натягиваемой на упоры и ненапрягаемой арматуры толщина защитного слоя должна составлять не менее диаметра стержня и не менее I0 мм в плитах и стенках толщиной до I00 мм; I5 мм - в плитах и стенках толщиной более I00 мм, а также в балках и ребрах высотой менее 250 мм; 20 мм - в балках и ребрах высотой 250 мм и более, а также в колоннах.

Для сборных элементов из бетона проектной марки М200 и выше толщину защитного слоя для продольной арматуры допускается принимать на 5 мм меньше диаметра стержня, но не менее величин, указанных выше.

Для железобетонных плит из бетона марки М250 и выше, изготовляемых в металлических формах и защищаемых от коррозии бетонной стяжкой или другими материалами, толщину защитного слоя для верхней арматуры допускается принимать на 5 мм меньше диаметра стержня, но не менее 5 мм.

2.I3. Толщина защитного слоя бетона у концов предварительно-напряженных элементов на участке зоны передачи усилий от арматуры на бетон должна составлять не менее:

для стержневой арматуры классов А-Шв,А-IУ,Ат-IУС,Ат-IУК.....2d

" " " " А-У,Ат-У,Ат-УСК,А-УI,Ат-УIК, Ат-УI 3d

При этом толщина защитного слоя должны быть не менее 40 мм.

Допускается отклонение от указанных требований в следующих случаях:

а) для предварительно-напряженных элементов с сосредоточенной передачей опорных усилий при наличии стальной опорной детали и косвенной арматуры;

б) в плитах, панелях, настилах и опорах ЛЭП при условии поставки у концов дополнительной поперечной арматуры (корытообразных сварных сеток или замкнутых хомутов); при этом диаметр поперечной арматуры должен быть не менее 0,25 диаметра продольной напрягаемой арматуры.

2.I4. Для конструкций, работающих в агрессивных средах, толщина защитного слоя бетона должна назначаться с учетом требований глав СНиП П-28-73*, СНиП П-2-80 и СНиП П-2I-75.

2.I5. В ребристых плитах и панелях с незамкнутыми по торцам продольными ребрами, в которых располагается напрягаемая стержневая арматура классов А-У, А-УI, Ат-У и Ат-УI, на опорах необходимо предусматривать установку стальных опорных деталей в виде коробок, применяемых в типовых конструкциях плит.

2.16. В чертежах железобетонных конструкций, в спецификациях и заказах металла стержни термомеханически и термически упрочненной арматуры классов Ат-У и Ат-УI должны предусматриваться мерной длины (на всю длину элемента без сварных стыков).

Ненапрягаемая арматура

2.18. Расчет и конструирование элементов ненапряженных железобетонных конструкций со стержневой арматурой, перечисленной в табл.I и п.I.4 настоящих Рекомендаций, следует выполнять в соответствии с общими требованиями главы СНиП П-21-75 к применению стали класса А-Ш марки 35ГС при соблюдении дополнительных требований, изложенных в настоящих Рекомендациях.

2.19. Расчетные сопротивления, коэффициенты надежности и модули упругости арматурной стали классов А-Ш высшей категории качества и Ат-ШС приведены в табл.5.

2.20. Нормативные сопротивления, временные сопротивления разрыву и относительные удлинения арматурной стали классов А-Ш и Ат-ШС приведены в табл.2.

3. ПРИЕМКА, ЗАГОТОВКА И НАТЯЖЕНИЕ НОВЫХ ВИДОВ АРМАТУРЫ

3.I. Поступающую арматуру при приемке следует подвергать внешнему осмотру и испытаниям для установления соответствия ее характеристик требованиям государственных стандартов и технических условий, приведенных в табл.I и 2. Каждую партию арматуры следует подвергать обязательному контрольному испытанию: на растяжение (по ГОСТ I2004-81) и загиб в холодном состоянии (по ГОСТ I4019-80).

3.2. Для арматурной стали высшей категории качества (с государственным Знаком качества) контрольные испытания поступивших к потребителю партий при наличии сертификатов могут не производиться. При особой необходимости и в арбитражных случаях контрольные испытания следует производить в соответствии с п.3.I настоящих Рекомендаций.

3.3. Для испытаний арматурной стали классов А-У, Ат-У, А-УI и Ат-УI на растяжение и загиб в холодном состоянии для каждого вида испытаний отбирают по три случайных образца от различных стержней из одной партии, принятой для испытаний по результатам внешнего осмотра и обмера.

3.4. В случае несоответствия результатов какого-либо испытания арматуры требованиям государственных стандартов и технических усло-

вий, надлежит производить повторное испытание на двойном количестве образцов, взятых от других стержней этой партии арматуры. При неудовлетворительном результате повторного испытания хотя бы одного образца вся партия арматурной стали бракуется.

3.5. Арматуру надлежит хранить на стеллажах в закрытом сухом помещении, раздельно каждую партию.

3.6. Резку стержней арматуры классов А-Ш, Ат-ШС, А-IУ, Ат-IУС, Ат-IУК, А-У, Ат-У, Ат-УСК, А-УI, Ат-УI и Ат-УIК следует производить в холодном состоянии на серийных станках с помощью ножниц, на станках резки трением и газокислородной резкой. Резка стержней электрической дугой не допускается.

3.7. При заготовке стержней горячекатаной арматуры классов А-IУ, А-У и А-УI, а также стержней термически упрочненной арматуры классов Ат-IУС, Ат-IУК, Ат-У, Ат-УСК, Ат-УI и Ат-УIК следует принимать меры по предохранению их от механических повреждений, поджогов в электродах сварочных машин и контактных устройств по электротермическому натяжению, а также от попадания брызг расплавленного металла.

3.8. Для закрепления стержней напрягаемой арматуры на упоры при их натяжении рекомендуется применять один из следующих видов временных концевых анкеров:

а) обжатые стальные шайбы, опрессованные в холодном состоянии на концах стержней арматуры всех классов диаметром до 22 мм включительно;

б) высаженные головки, образуемые на концах стержней высадкой в горячем состоянии для арматуры классов А-IУ, Ат-IУС, Ат-IУК, А-У, Ат-У, Ат-УСК, А-УI, Ат-УI и Ат-УIК диаметром до 32 мм;

в) обжатые спирали (из горячекатаной арматуры класса А-I) для арматуры классов А-У,Ат-У, Ат-УСК,А-УI,Ат-УI и Ат-УIК диаметром 8-I4мм;

г) резьбовые наконечники, приваренные контактной стыковой сваркой или сваркой трением к концам стержней арматуры классов А-IУ, Ат-IУС, А-У, Ат-УСК и А-УI диаметром от I8 до 32 мм включительно;

д) приваренные коротыши или петли - для арматуры классов А-IУ, Ат-IУС, А-У и А-УI диаметром до 32 мм, приваренные коротыши допускаются для арматуры классов Ат-У, Ат-УСК, Ат-УI и Ат-УIК;

е) анкерные втулки на резьбе для арматуры всех классов;

ж) инвентарные клиновые или цанговые зажимы для арматуры всех классов диаметром до 32 мм включительно.

3.9.Для закрепления стержней горячекатаной арматуры классов А-IУ, А-У и А-УI следует применять при диаметре стержней:

до I8 мм - анкеры типа "высаженные головки";

более 18 мм - анкеры в виде приваренных дуговой сваркой коротышей, либо в виде резьбовых наконечников, приваренных встык контактной стыковой сваркой.

Для закрепления стержней термомеханически и термически упрочненной арматуры классов Ат-IУС, Ат-У и Ат-УI следует применять при диаметре стержней:

до 18 мм - анкеры типа "обжатые стальные шайбы";

более 18 мм - анкеры в виде инвентарных зажимов, либо приваренных коротышей, либо резьбовых наконечников, приваренных встык сваркой трением.

3.10. Высадку головок на концах стержней следует производить на специальных машинах и станках. При высадке головок необходимо обеспечивать соосность головки со стержнем и соблюдать другие требования, предъявляемые "Руководством по технологии изготовления предварительно-напряженных железобетонных конструкций".

3.11. Временные концевые анкеры в виде резьбовых наконечников следует применять предпочтительно при механическом способе натяжения арматуры. Наконечники рекомендуется изготовлять из исходной стали - для стержней арматуры класса А-IУ и Ат-IУС; для стержней Ат-У и Ат-УI; из стали классов А-IУ и А-Ш из стали Ст45 (по ГОСТ 1050-74). Диаметр наконечников должен быть не менее 1,2 диаметра основного стержня.

Присоединение резьбовых наконечников временных анкеров к концам стержней горячекатаной арматуры классов А-IУ, А-У и А-УI производят встык контактной сваркой либо сваркой трением, а к концам стержней термомеханически и термически упрочненной арматуры классов Ат-IУС, Ат-У и Ат-УI - только встык сваркой трением.

3.12. При приварке коротышей временных анкеров к концам стержней термически и термомеханически упрочненной арматуры необходимо предусматривать мероприятия, предотвращающие перегрев основного металла стержней, для чего дуговую сварку следует производить с перерывами (т.е. наложение каждого шва осуществлять после охлаждения предыдущего до температуры, не превышающей 100°С); при этом приварку каждого коротыша к стержням диаметрами 18 и 20 мм следует производить в два слоя при односторонней сварке, а к стержням диаметром 22, 25 и 28мм - в два слоя при двусторонней сварке. Кроме того, в процессе сварки участок стержня, примыкающий к коротышам, следует охлаждать водой.

3.13. Внутренние опорные поверхности временных анкеров, образованных на концах стержней, (опрессованных шайб, приваренных короты -

шей, гаек резьбовых наконечников и др.) должны быть плоскими и перпендикулярными к оси стержней. Допустимые предельные отклонения не должны превышать:

при	диаметре	стержня	I2 мм	перекос	2 мм
"	"	"	I4-I6 мм	"	3 "
"	"	"	I8-22 "	"	4 "
"	"	"	25-28 "	"	5 "

3.I4. Испытание временных концевых анкеров производится по методике ГОСТ I0922-75. Прочность временных концевых анкеров контролируется испытанием на растяжение: инвентарные зажимы и опрессованные шайбы и спирали - на выдергивание стержней; высаженные головки, приваренные коротыши и петли, резьбовые наконечники - на отрыв, анкерные втулки - на смятие резьбы. Величина разрушающей нагрузки должна быть не менее $0,95\sigma_{0,2}$ для временных концевых анкеров всех видов на стержнях термомеханически и термически упрочненной и горячекатаной арматуры.

3.I5. Натяжение горячекатаной арматуры классов А-IУ, А-У и А-УI и термомеханически и термически упрочненной арматуры классов Ат-IУС, Ат-IУК, Ат-У, Ат-УСК, Ат-УI и Ат-VIК осуществляют как механическим, так и электротермическим способами. Натяжение термомеханически и термически упрочненной арматуры электротермическим способом допускается при условии ограничения температуры нагрева, при котором не происходит разупрочнение стали (см.табл.2).

3.I6. При натяжении термомеханически и термически упрочненной арматуры электротермическим способом контрольные испытания образцов стержней производят после электронагрева по два образца от одного стержня два раза в течение рабочей смены с каждого поста электронагрева. Образцы испытывают на растяжение с определением основных характеристик механических свойств. Механические свйства стали после электронагрева должны быть не ниже браковочных значений соответствующих классов термомеханически и термически упрочненной стали до ее электронагрева (см.табл.2).

3.I7. Резку, образование анкерных устройств типа "высаженная головка" и натяжение на упоры форм и поддонов прутков высокопрочной стержневой арматуры всех классов диаметром I0-I4 мм при производстве пустотных панелей рекомендуется производить на автоматизированных линиях ДМ-2.

3.I8. Усилия предварительного напряжения арматуры с упоров на бетон следует передвать плавно, с помощью специальных устройств.

Мгновенная передача усилий предварительного напряжения арматуры с упоров на бетон не допускается.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СВАРКЕ НОВЫХ ВИДОВ АРМАТУРЫ

4.1. Под свариваемой высокопрочной горячекатаной, термомеханически и термически упрочненной сталью следует понимать стали, сварные соединения которой выполняются контактно-стыковой, контактно-точечной и шовно-стыковой сваркой; при этом временные сопротивления соединений не должны снижаться более чем на 50 МПа по сравнению с нормами, указанными в табл.2.

4.2. При производстве сварочных работ со стержневой арматурной сталью классов А-Ш, Ат-ШС, А-IУ, А-У и Ат-УСК следует руководствоваться "Инструкцией по сварке соединений арматуры и закладных деталей железобетонных конструкций" СН 393-78. Сварочные работы со стержневой арматурной сталью класса Ат-IУС следует производить согласно требованиям настоящих Рекомендаций.

Примечание. Арматуру класса Ат-УСК сваривать контактной точечной сваркой не рекомендуется.

Сварка арматуры класса Ат-IУС марки 25Г2С
Заводская сварка

4.3. В арматурных изделиях, выполняемых контактной точечной сваркой, арматуру класса Ат-IУС следует применять в качестве рабочей продольной арматуры.

4.4. Крестообразные соединения (табл.I, тип I СН 393-78) в арматурных изделиях с рабочими стержнями из стали класса Ат-IУС должны выполняться контактной точечной сваркой на оборудовании, типы и технические возможности которых приведены в приложении 2, табл.I-3, СН 393-78.

4.5. Параметры режимов контактной точечной сварки необходимо выбирать в зависимости от класса и диаметра поперечной арматуры меньшего диаметра (табл.6, п.п. 3.2-3.II СН 393-78). Соединения стержней близких диаметров ($0{,}5<d'_н\leq I$) следует выполнять при значениях сварочного тока ($J_{св}$) на 20 % выше указанных в табл.6 СН 393-78.

4.6. В дополнение к требованиям, изложенным в СН 393-78 при подборе режимов сварки, необходимо испытывать по 3 образца на растяжение (ослабление) рабочего стержня. Сварные соединения должны иметь предел прочности не менее 850 МПа.

4.7. При сварке соединений с нормируемой прочностью, величины относительных осадок ($h/d'_н$) принимаются в зависимости от класса по-

перечных стержней меньшего диаметра, используя данные табл. 7 СН 393-78. Минимальные значения $h/d_н'$ должны соответствовать приведенным в табл.7, а максимальные - не должны превышать 0,5.

4.8. Для контактной стыковой сварки стержней из стали Ат-IУС используется такая же технология и оборудование, как для стали класса А-У в соответствии с требованиями СН 393-78.

4.9. При отсутствии оборудования для контактной стыковой сварки допускается ручная дуговая сварка с накладками длиной $10d_н$. Для ручной дуговой сварки с накладками, а также для приварки анкерных коротышей применяются технология и оборудование такие же, как и для стали класса А-У (СН 393-78).

4.10. Отходы арматурной стали класса Ат-IУС (стержни длиной менее 2 м) допускается использовать при изготовлении сварных закладных деталей. При этом в закладных деталях с тавровыми соединениями (СН 393-78 табл.I, тип I7-2I) арматуру класса Ат-IУС следует применять как арматуру А-Ш, а в закладных деталях с нахлесточными соединениями, выполненными ручной дуговой сваркой (СН 393-78, табл.I, тип I4), арматуру класса Ат-IУС следует применять без пересчета сечения.

4.11. Для автоматической сварки под флюсом, ванной одноэлектродной и многослойной в инвентарных формах, полуавтоматической, в среде CO_2 и ручной сварке валиковыми швами тавровых соединений закладных деталей необходимо применять такие же технологию и оборудование, как для сварки стали класса А-Ш согласно СН 393-78.

Для ручной дуговой сварки нахлесточных соединений в закладных деталях используется такая же технология и оборудование как для сварки стали класса А-У согласно СН 393-78.

Сварка в монтажных условиях

4.12. Соединения горизонтальных стержней рекомендуется выполнять ванно-шовной сваркой на стальной скобе-накладке (СН 393-78, табл.I, тип 9г). Фланговые швы необходимо накладывать от краев накладки к ее середине после сварки и полного остывания основного шва, соединяющего торцы стержней.

4.13. Соединения горизонтальных стержней допускается выполнять ручной дуговой сваркой с накладками длиной $10d_н$ в соответствии с требованиями СН 393-78, предъявляемыми к сварке арматуры класса А-У.

4.14. Соединения вертикальных стержней следует выполнять ручной дуговой сваркой многослойными швами на стальной скобе - накладке (СН 393-78, табл.I, тип I0Б) по технологии, приведенной в СН 393-78.

Фланговые швы необходимо накладывать после сварки и полного остывания основного шва в направлении "снизу-вверх" в шахматном порядке.

4.I5. Допускается выполнять соединения вертикальных стержней ручной дуговой сваркой с накладками длиной $I0d_н$. Швы следует накладывать в направлении "снизу-вверх" в шахматном порядке в один слой. Сварку следует выполнять электродами типа Э50А и Э55. Режим сварки следует назначать по паспортным данным электродами.

4.I6. При условии положительных температур при монтаже сооружений и последующей эксплуатации в отапливаемых зданиях допускается выполнять ручной дуговой сваркой крестообразные соединения с рабочими стержнями из стали класса Ат-IУС (СН 393-78, табл.I, тип 2 ; приложение I).

4.I7. Конструкция и размеры стальных скоб-накладок для п.п.3.2.I и 3.2.3 настоящих Рекомендаций приведены в табл.6.

Таблица 6

Размеры скоб-накладок мм	Диаметр стержней $d_н$, мм			
	20	22	25	28
Внутренний диаметр	23,5	25,5	28,5	32,5
Толщина стенки, δ	6	6	6	6
Высота, H	28	30	33	38
Длина, B	I00	II0	I25	I40

Контроль качества сварных соединений

4.I8. Технические требования, а также правила контроля и приемки сварных соединений арматуры принимаются по ГОСТ I0922-75.

4.I9. Величины C_I и C_2 (ГОСТ I0922-75) для сварных соединений из стали класса Ат-IУС необходимо принимать соответственно 800 и 800 МПа.

Приложение

Перечень авторских свидетельств на стержневую арматурную сталь, включенных в настоящие Рекомендации

Арматурная сталь			№ авторского свидетельства	№ бюллетеня, год
вид	класс	марка		
Горячекатаная	А-IУ	80С	I65I84	–
	А-УI	22Х2Г2АЮ	503932	7, I976
		20Х2Г2СР		
		22Х2ГСР	524853	30, I976
Термомеханически и термически упрочненная	Ат-IIIС	БСтбпс	652229	I0, I979
		БСтбсп		
	Ат-У	20ГС	6I6303	25, I978
	Ат-УСК	20ХГС2	524853	30, I976
	Ат-УI	20ГС	6I6303	25, I978
	Ат-УIК	20ХГС2	524853	30, I976

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
	Предисловие	3
I.	Область применения	5
2.	Основные положения по проектированию	I3
3.	Приемка, заготовка и натяжение новых видов арматуры	I8
4.	Требования к сварке новых видов арматуры	22
Приложение.	Перечень авторских свидетельств на арматурную стержневую сталь, включенных в настоящие Ре - комендации	25

НИИЖБ Госстроя СССР

Рекомендации по применению новых видов стержневой арматуры в железобетонных конструкциях

Отдел научно-технической информации
I09389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6

Редактор В.М.Рогинская

Л -II5039 Подпис.к печ. 3I.I2.8I Заказ № 31
Формат 60х84 I/I6 I,2 печ.л. Тираж 500 экз. Цена I8 коп.

ПЭМ ВНИИИС Госстроя СССР
I2I47I, Москва, Можайское шоссе, д.8I.

gost.e-ecolog.ru