ГИБКА АРМАТУРЫ С НАГРЕВОМ

Статья от 20.06.2025.

Проблема

Гибка арматуры больших диаметров без средств механизации довольно затруднительна. Дорогостоящий гибочный станок для арматуры не всегда есть у строителей. Поэтому часто задается вопрос про гибку с нагревом.

Можно ли нагревать арматуру при гибке?

Да, можно, но учесть то, что прочностные свойства арматуры могут снизится.

Если прочностные свойства снизятся, то должен быть заложен дополнительный запас в конструкцию на этапе проектирования.

На сколько снижаются прочностные свойства арматуры?

Для ответа на этот вопрос нужно обратиться к опытным данным.

Опытные данные есть в таблице 5.6. СП 468.1325800.2019. Бетонные и железобетонные конструкции. правила обеспечения огнестойкости и огнесохранности.

Коэффициент γ_{st} над чертой показывает снижение прочности (расчетного сопротивления) в нагретом состоянии. Во сколько раз произойдет снижение прочности, во столько раз снизится и усилие для гибки арматуры.

Коэффициент γ_{st} под чертой показывает снижение прочности (расчетного сопротивления) после нагревания уже в холодном состоянии. Собственно, данный коэффициент и показывает на сколько снизилась прочность после всех операций с нагревом.

Фрагмент таблицы 5.6. СП 468.1325800.2019.

Класс арматуры	Значение коэффициентов γ_{st}, при нагреве арматуры до температуры, °С							
	20	200	300	400	500	600	700	800
А240, А300, А400, А500	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	0,85 1,0	0,60 1,0	0,37 1,0	0,22 0,92	0,10 0,85
А600, А800, А1000	1,0 1,0	1,0 1,0	0,96 1,0	0,80 1,0	0,55 0,86	0,30 0,66	0,12 0,56	0,08 0,46
Проволочная В500, Вр1200, Вр1300, Вр1400, Вр1500 и канатная К1400, К1500	1,0 1,0	1,0 1,0	0,90 1,0	0,65 0,9	0,35 0,8	0,15 0,6	0,05 0,5	0,02 0,4
А500С марки 25Г2С горячекатаная ГОСТ Р 52544-2006	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	0,92 1,0	0,87 1,0	0,76 1,0	0,39 0,96	0,18 0,80
А600С марки 18Г2СФ термомеханически упрочненная	1,0 1,0	0,92 0,96	0,84 0,93	0,76 0,97	0,82 1,00	0,69 0,92	0,42 0,84	0,13 0,63
А500С марки Ст3Гпс термомеханически упрочненная ГОСТ 34028-2016	1,0 1,0	0,97 1,0	0,94 1,0	0,87 1,0	0,85 0,98	0,72 0,97	0,43 0,90	0,17 0,61
В500С марки Ст3Гпс ГОСТ Р 52544-2006 холоднодеформированная, стержневая, диаметром не менее 12 мм	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	0,81 0,85	0,33 0,38	0,18 0,19

Пример для горячекатанной арматуры А500С.

Как можно видеть из таблицы, для горячекатанной арматуры А500С предельной (не влияющей на прочность после остывания) температурой нагрева является температура 600°С. При нагреве свыше 600°С происходит потеря прочности после остывания (коэффициент γ_{st} под чертой становится меньше 1). Но, как также можно видеть из таблицы при 600 °С снижение усилия для гибки происходит с коэффициентом 0,76 (коэффициент γ_{st} над чертой), что дает очень малый эффект.

При 700 °С прочность после нагрева снижается на 4%(γ_{st} под чертой 0,96). При этом усилие для гибки снижается практически в 3 раза(коэффициент γ_{st} **0, 39** над чертой).

Что рекомендуется взять в расчет и что прописать в проекте, если разрешен нагрев для горячекатанной арматуры А500С?

Рекомендуется брать в расчет нормальной эксплуатации коэффициент **снижения прочности арматуры 0,8** (как будто нагрели до 800°С). В проекте прописывать разрешение на прогрев не более 700 °С (в запас) и контроль нагрева.

Как контролировать нагрев при выполнении гибки?

Контроль ведется и визуально и инструментально.

Визуально контролируется по цвету и времени нагрева.

ЦВЕТ	НАИМЕНОВАНИЕ ЦВЕТА	t°C
	Ослепительно белый	1250-1300
	Светложелтый	1150-1250
	Темножелтый	1050-1150
	Оранжевый	900-1050
	Светлокрасный	830-900
	Светловишнево-красный	800-830
	Вишнево-красный	770-800
	Темновишнево-красный	730-770
	Темнокрасный	650-730
	Коричнево-красный	580-650
	Темнокоричневый	530-580

Инструментально для контроля используется Цифровой измеритель температуры IT-8 (или аналог).

На стройплощадке должны быть изготовлены пробные образцы для нагрева для сопоставления цвета, времени и фактической температуры нагрева по прибору. Сопоставив все данные, можно приступать к гибке деталей с выборочным операционным контролем.

Как будет вести себя арматура при повторном нагреве в случае пожара (или какой понижающий коэффициент будет)?

Для расчета огнестойкости рекомендовано воспользоваться данными таблицы 5.14 СП 27.13330.2017. Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур. В данной таблице представленные данные многократных нагревов. Для расчета огнестойкости нужно использовать кратковременный режим.

Фрагмент таблицы 5.14 СП 27.13330.2017.

Вид и класс арматуры, марки жаростойкой арматуры и проката	Расчет на нагрев	Коэффициенты условий работы арматуры γ_{st}, при температуре ее нагрева, °С							
		50–100	200	300	400	450	500	550	600
А240, ВСт3кп2, ВСт3Гпс5, ВСт3сп5, ВСт3пс6	Кратковременный	1,00	0,95	0,90	0,85	0,75	0,60	0,45	0,30
	Длительный	1,00	0,85	0,65	0,35	0,15	–	–	–
В500	Кратковременный	1,00	0,90	0,85	0,60	0,45	0,25	0,12	0,05
	Длительный	1,00	0,80	0,60	0,30	0,10	–	–	–
$В_р1200$–$В_р1500$, К1400, К1500	Кратковременный	1,00	0,85	0,70	0,50	0,35	0,25	0,15	0,10
	Длительный	1,00	0,75	0,55	0,25	0,05	–	–	–
А400, А500	Кратковременный	1,00	1,00	0,95	0,85	0,75	0,60	0,40	0,30
	Длительный	1,00	0,90	0,75	0,40	0,20	–	–	–
А600, А800, А1000	Кратковременный	1,00	0,85	0,75	0,65	0,55	0,45	0,30	0,20
	Длительный	1,00	0,80	0,65	0,30	0,10	–	–	–