

МАКРОСТРУКТУРА АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ, УПРОЧНЕННЫХ В ПОТОКЕ СТАНА, И ИХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Василевич Ю.В. д-р физ.-мат. наук, проф.,

Мойсейчик Е.А. канд. техн. наук, доц.,

Мойсейчик Е.К., канд. техн. наук, доц.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Введение

В производстве стержневой арматуры для железобетонных конструкций прослеживается устойчивая тенденция к снижению расхода дорогостоящих легирующих элементов при одновременном повышении прочности проката. Основные поставщики арматуры на белорусский рынок высоких прочностных характеристик арматурного проката из углеродистых и низколегированных сталей достигают за счет его термообработки. В основе этого процесса лежит формирование требуемой структуры проката и свойств его составляющих, дислокационных субструктур в процессе температурно-временных воздействий в линии прокатных станов [1 – 4]. Отличительной особенностью получаемого проката является структурное различие по поперечному сечению [5]. Кроме того, в поверхностных слоях такого проката появляются значительные остаточные напряжения сжатия, которые повышают работоспособность проката при низких температурах и переменных нагрузках [5]. Показано [6], что в прокате для стальных строительных конструкций возникающая в процессе производства такая конструктивная анизотропия прямо связана с неоднородностью микроструктуры в сечении проката. Для поверхностных слоев профилей, упрочненных в потоке стана, характерна микроструктура отпущенного мартенсита и частично игольчатого нижнего бейнита и твердость 220 – 260 HV. Центральные слои проката имеют твердость 150 – 180 HV. Между этими слоями располагается промежуточный слой с твердо-

стью 180 – 200 HV. В отдельных исследованиях [7, 8] установлено, что в результате термообработки арматуры по режиму прерывистой закалки в сечении стержней формируется градиентная структура в виде различных структурных слоев. Микроструктура слоев в направлении от поверхности к осевой зоне изменяется. Эти исследования [7], проведенные с использованием термически упрочненной на класс А500С арматуры из низкоуглеродистых сталей производства ОАО «ЗСМК», показали, что строение арматурных стержней зависит от диаметра стержня [7]. С увеличением диаметра от 12 до 22 мм растет и толщина упрочненных поверхностных слоев при сохранении структурных составов. Наличие в поперечном сечении арматурных стержней диаметром 16, 20, 22 мм (материал арматуры – СтЗпс) и 40 мм (сталь 18Г2С) структурной неоднородности подтверждают и исследования диаметрального распределения микротвердости. При этом максимальную твердость имеет приповерхностная часть арматурного стержня, а минимальную – центральный участок [7, 8]. Поставляемая металлургами арматура в процессе изготовления железобетонных конструкций подвергается ряду технологических воздействий (резка, правка, пластическое деформирование, сварка и т.д.). При работе железобетонного элемента под нагрузкой происходит изменение первоначального структурно-фазового состояния арматуры. Длительные сроки эксплуатации железобетонных конструкций вследствие этого приводят к ухудшению механических характеристик арматуры. Прочностные и деформационные характеристики отдельных слоев многослойных арматурных стержней определяют механические характеристики стержня в целом, существенно сказываются на работе арматуры как в процессе изготовления железобетонных конструкций, так и при их нагружении.

Цель настоящей работы заключалась в выявлении начальной макроструктуры арматурных стержней и взаимосвязи изменений геометрических параметров сечений и микротвердости наружных и внутренних участков арматурных стержней различных диаметров под влиянием технологических сварочных воз-

действий. Для ответа на указанные вопросы в настоящей работе выполнено металлографическое исследование арматуры РУП БМЗ и Челябинского МК.

Методика проведения исследований

Пробы для изготовления заготовок отбирались из арматурных стержней после сварочных воздействий и из сварных соединений, выполненных на ОАО «Завод сборного железобетона №1» г.Минска. Подготовка проб производилась фрезой при малых оборотах и интенсивной подаче охлаждающей жидкости в зону реза. Из проб, вырезанных из трех партий стержневой арматуры (табл.1), затем вырезали заготовки, темплеты и готовили шлифы. Структурную неоднородность выявляли по измерениям микротвердости прибором «Micromet-II» с нагрузкой на призму 100 г в соответствии с требованиями ГОСТ 9450 – 76. Изменения микротвердости арматурных стержней до технологических воздействий приведено в таблице 2. Полученные данные по изменению макроструктуры поперечных сечений со сварочными воздействиями и микротвердости сечений приведены в [9].

Результаты исследований

Исследования макроструктуры поперечных и продольных сечений сварных соединений арматурных стержней и распределения микротвердости по участкам сварных соединений показали [9], что в сечениях происходит существенное изменение первоначального слоистого структурного строения и прочностных характеристик слоев. При увеличении количества сварочного тепла изменяются размеры зоны термического влияния, объем металла стержня, в котором происходят изменения первоначальной слоистой структуры и превращения структурных составляющих стали, что соответствует исследованиям и на других видах проката [10 – 12]. Подтверждено, что приповерхностный слой арматуры состоит из продуктов отпуска мартенсита, промежуточные слои – из отпущенного бейнита и феррита; средний слой содержит вырожденный перлит и феррит с вкраплениями видманштеттового феррита при больших диаметрах стержней. Толщины приповерхностного и промежуточных слоев меньше изменяются с ростом диаметра стержня, чем осевого

слоя. Измерения микротвердости в поперечных и продольных сечениях подтверждают наличие слоистого строения у исследованных арматурных стержней. Эта закономерность выявляется и микроструктурой различных участков арматурных стержней. На шлифах из проката арматурного и термомеханически упрочненного по ТУ Республики Беларусь 04778771.001 – 97 производства РУП БМЗ можно выделить до пяти различных по механическим свойствам соосно расположенных слоев. На шлифах из стали.

2. Из приведенных экспериментальных данных следует, что первоначальная слоистость арматурного проката существенно изменяется в процессе сварочных технологических воздействий. При этом в сечениях происходит уменьшение площади более прочных наружных слоев стержней, изменение геометрии их расположения, существенное изменение прочностных характеристик слоев. При увеличении количества сварочного тепла изменяются размеры зоны термического влияния, объем металла стержня, в котором происходят изменения первоначальной слоистой структуры и превращения структурных составляющих стали.

3. При расчете и проектировании изделий с использованием растягиваемых и сжимаемых многослойных арматурных стержней, у которых более прочные слои располагаются в приповерхностной зоне, следует учитывать повышенную чувствительность таких стержней к надрезам различной природы, изменения механических характеристик слоев при технологических и эксплуатационных температурных воздействиях, изменения прочности и пластичности слоев в результате воздействия коррозионных сред.

Таблица 1. Характеристики арматурных стержней

№	Класс арматуры, марка стали	Ø, мм	Химический состав, %										Механические свойства			
			C *)	Si *)	Mn *)	P **)	S **)	Cr *)	Ni *)	Cu *)	As *)	N2 **)	σ_T , Н/мм ²	σ_B , Н/мм ²	A5, %	Угол изг.
1	Аг 500С,	12	19	18	60	23	16	8	9	20	1	8	585,0	675,0	25,5	90
2	Аг 500С,	25	18	19	58	9	16	13	10	21	1	9	550,0	660,0	20,5	90
3	А-III, 35ГС	32	34	51	112	27	16	4	4	4	-	-	430,0	690,0	27,0	90

Примечания. 1. *) – увеличенное в 100раз; **) - увеличенное в 100раз; 2. Позиции 1,2: прокат арматурный и термомеханически упрочненный по ТУ РБ 04778771.001-97 производства РУП БМЗ; позиция 3: сталь горячекатаная для армирования по ГОСТ 5781-82 производства ОАО Челябинский МК.

Таблица 2. Изменения микротвердости и временного сопротивления слоев арматуры стержней до технологических воздействий

Диаметр стержня, мм	Интервалы изменения микротвердости по Виккерсу и временного сопротивления слоев стержней (слои отсчитываются от поверхности к сердцевине)									
	1 слой		2 слой		3 слой		4 слой		5 слой	
	HV	σ_B , МПа	HV	σ_B , МПа	HV	σ_B , МПа	HV	σ_B , МПа	HV	σ_B , МПа
12	200-275	680-930	187-225	630-760	160-210	540-710	155-200	530-680	140-160	480-540
25	185-215	630-730	150-215	510-730	135-190	460-650	140-160	480-540	130-160	440-540
32	190-245	650-830	190-240	650-810	175-225	590-760	170-200	580-680	160-190	540-650

Литература

1. Бабич, В.И. Термическое и термомеханическое упрочнение сортового проката / В.И. Бабич, В.Т. Черненко // Бюллетень «Черная металлургия». – 1987. – № 5. – С. 34–43.
2. Натапов, А.С. Производство эффективных арматурных профилей для железобетона / А.С. Натапов, Л.Н. Левченко, С.Л. Баскин. – М.: Металлургия, 1992. – 208 с.
3. Айзатулов, Р.С. Освоение массового производства арматурной стали повышенной надежности класса А400С для железобетона / Р.С. Айзатулов, В.Т. Черненко, С.А. Мадатян [и др.] // Сталь. – 1998. – № 6. – С. 53–58.
4. Мадатян, С.А. Сталь класса А500С для нового поколения арматуры железобетонных конструкций / С.А. Мадатян // Национальная металлургия. – 2002. – № 4.
5. Одесский, П.Д. Структура и механические свойства низколегированных строительных сталей, упрочненных в потоке стана / П.Д. Одесский, Д.П. Хромов // МиТОМ. – 1992. – № 3. – С. 13–17.
6. Одесский, П.Д., Малоуглеродистые стали для металлических конструкций / П.Д. Одесский, И.И. Ведяков. – М.: СП «Интермет Инжиниринг», 1999. – 224 с.
7. Юрьев, А.Б. Структура термически упрочненной стержневой арматуры / А.Б. Юрьев [и др.] // Технология металлов. – 2005. – № 9. – С. 5–7.
8. Чинокалов, В.Я. Прочность структурных слоев в сечении термически упрочненной арматуры / В.Я. Чинокалов [и др.] // Технология металлов. – 2005. – № 10. – С. 15–18.
9. Мойсейчик, Е.А. Изменения макроструктуры арматурных стержней при технологических воздействиях / Е.А. Мойсейчик // Статья в настоящем сборнике.
10. Gupta, P.C., Ghosh, P.K., Nath, S.K., Ray S. // Z. Metallkunde. – 1990. – S. 502–508.

11. Sharma, P., Ghosh, P.K., Nath, S.K. // Z. Metallkunde. – 1993. – S. 513–517.

12. Ghosh, P.K., Gupta, R.P.C. Avtar and B.K. JHA: ISU International. – 1990. – No30. – P. 233–240.

УДК 624.21

СНИЖЕНИЕ КАЧЕСТВА РЕМОНТНЫХ РАБОТ В СВЯЗИ С СОКРАЩЕНИЕМ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ РЕМОНТОВ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Берестевич М.Л.

ГП «БелдорНИИ», Минск, Беларусь

Наверное, нет такого человека, который, проезжая по ремонтируемому сооружению или обходя его, не возмутился бы: «Сколько можно ремонтировать! Когда же они закончат ремонт!?»

Правы ли мы? Давайте порассуждаем.

Повышение качества ремонтных работ реконструируемых и капитально ремонтируемых объектов с целью продления срока их службы – одна из важнейших задач, стоящих перед мостовиками и работниками всей дорожной отрасли в целом. Но всегда ли капитальный ремонт или реконструкция сооружения приводит к требуемому результату?

К сожалению, практика обследования искусственных сооружений показывает, что эта важнейшая задача дорожной отрасли в полном объеме не выполняется. Специалистами мостового управления государственного предприятия «БелдорНИИ» в ходе обследований при вводе сооружений в эксплуатацию выявляется ряд дефектов, снижающих долговечность сооружений. Отмечается тенденция увеличения количества мостовых сооружений, на которых объем дефектов, выявляемых обследованиями, требует повторного капитального ремонта уже через 10 лет эксплуатации.

Почему так происходит? Почему строительные организации не могут выполнить капитальный ремонт моста, гарантируя его надежную эксплуатацию в течение последующих 25 – 35 лет?