

## ИЗМЕНЕНИЯ МАКРОСТРУКТУРЫ АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ ПРИ СВАРКЕ

*Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Беларусь*

### ВВЕДЕНИЕ

Прочностные и деформационные характеристики отдельных слоев многослойных арматурных стержней определяют механические свойства стержня в целом, существенно сказываются на работе арматуры как в процессе изготовления арматурных изделий для железобетонных конструкций, так и при работе конструкций под нагрузкой.

Целью настоящей работы являлось выявление изменений макроструктуры арматурных стержней при технологических сварочных воздействиях и распределения микротвердости наружных и внутренних участков сварных соединений арматурных стержней различных диаметров.

### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Характеристики арматурных стержней производства РУП БМЗ и Челябинского МК приведены в [1]. Пробы для изготовления заготовок отбирались из арматурных стержней после сварочных воздействий и из сварных соединений, выполненных на ОАО «Завод сборного железобетона № 1» г.Минска. Экспериментальные образцы (рис.1) и их исследования выполнялись по методике, изложенной в статье [1]. Полученные данные по изменениям макроструктуры поперечных сечений со сварочными воздействиями и микротвердости приведены в табл. 1-4 и на рис.2.

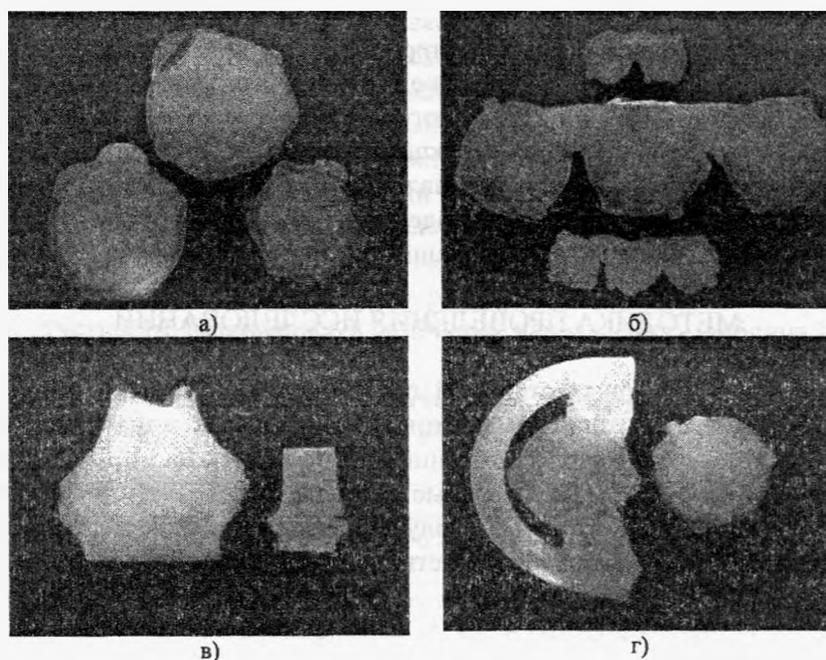
### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Выполненные исследования показали, что в сечениях стержней в процессе сварки происходит изменение первоначального слоистого структурного (градиентного) состава стержней (табл.1-4(х100), рис.2). 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. При этом сварка существенно изменяет как микроструктуру в зоне термического влияния и на примыкающих участках, так и геометрию, макроструктуру и микротвердость слоев арматуры со сварочными воздействиями.

### ВЫВОДЫ:

1. Из приведенных экспериментальных данных следует, что первоначальная слоистость арматурного проката существенно изменяется в процессе сварочных технологических воздействий. При этом менее значительные изменения происходят при кратковременном воздействии сварочного тепла или его отводе от стержня с помощью накладок и т.д.. При увеличении количества сварочного тепла, вводимого в зону сварки, изменяются размеры зоны термического влияния, объем металла стержня, в котором происходят изменения первоначальной слоистой структуры и превращения структурных составляющих стали. Первоначально более прочные наружные слои свариваемых стержней становятся после сварочных воздействий менее прочными. Соответственно, при растяжении-сжатии таких стержней на ослабленных участках возникает растяжение с изгибом и более сложные напряженные состояния.

2. В процессе сварки в заводских условиях в соединениях возникают и некоторые дефекты. Так, электродуговая сварка в среде углекислого газа по недостаточно очищенным поверхностям приводит к возникновению пор в швах. Степень очистки контактных поверхностей при контактной сварке вызывает непровары (на продольных шлифах видна линия раздела и т.д.), пережог и подгары (в выдавленном металле много трещин, имеется сильно окисленный металл и др.), пористость в околошовной зоне (на отдельных образцах видна цепочка пор), смещение свариваемых поверхностей, чрезмерно большое количество выдавленного металла (особенно на стержнях малых диаметров), что свидетельствует о необходимости более тщательной отладки сварочного процесса (необходимость корректировки времени протекания тока, отладки величины осадочного давления, установочной длины свариваемых элементов, отладки других параметров сварки в увязке с диаметрами свариваемых стержней и характеристиками сталей).



*Рис. 1. Образцы для исследований изменений макроструктуры арматуры после тепловых воздействий: а) при наплавке; б) при сварке фланговыми швами; в) при контактной сварке; г) при ванной сварке*

Таблица 1 – Образец № 13. Наплавка на поперечное ребро

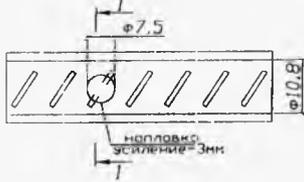
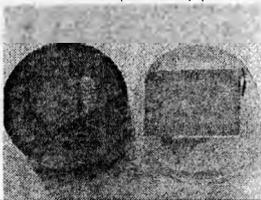
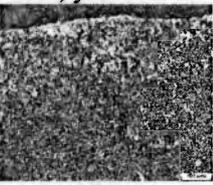
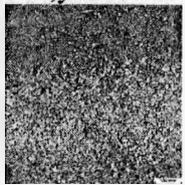
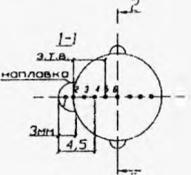
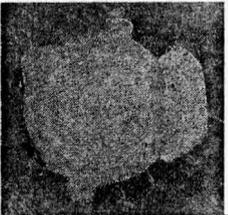
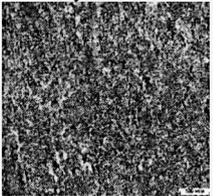
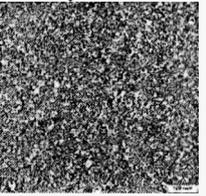
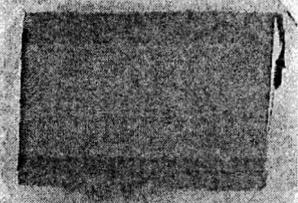
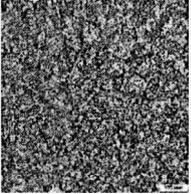
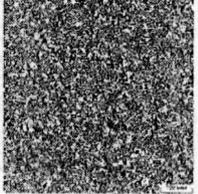
Схема заготовки, сечения	Макроструктура сечения	Микроструктура участка	Микроструктура участка
	<p>Общий вид</p> 	<p>1-1, участок 1</p> 	<p>1-1, участок 4</p> 
	<p>1-1</p> 	<p>1-1, участок 2</p> 	<p>1-1, участок 5</p> 
<p>2-2</p> 	<p>2-2</p> 	<p>1-1, участок 3</p> 	<p>1-1, участок 6</p> 

Таблица 2 – Образец № 57. Наплавка на продольное ребро

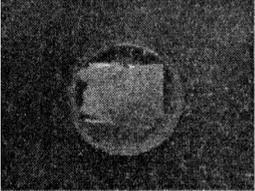
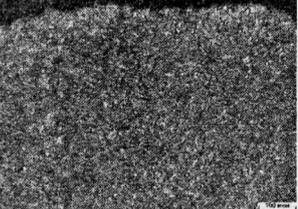
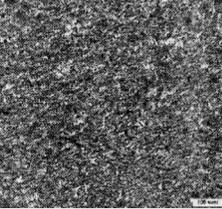
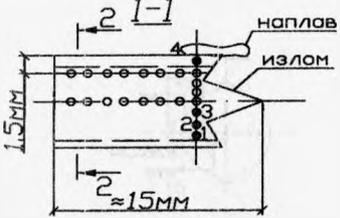
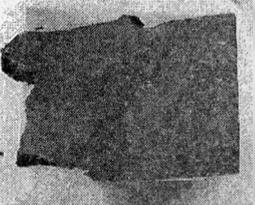
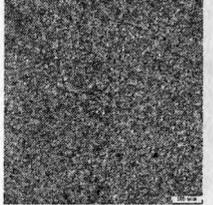
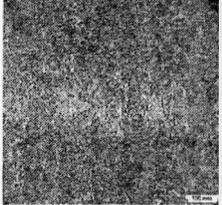
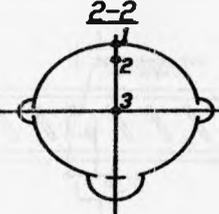
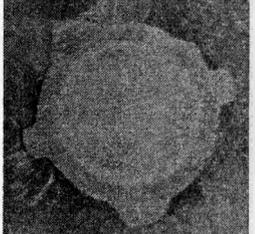
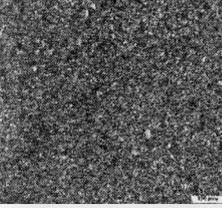
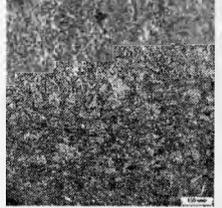
Схема заготовки, сечения	Макроструктура сечения	Микроструктура участка	Микроструктура участка
	<p>Общий вид</p> 	<p>1-1, край</p> 	<p>2-2, участок 3</p> 
	<p>1-1</p> 	<p>1-1, 0,5ρ</p> 	<p>2-2, участок 4</p> 
	<p>2-2</p> 	<p>1-1, 1,0 ρ</p> 	<p>2-2, участок 5</p> 

Таблица 3 – Образец № 41

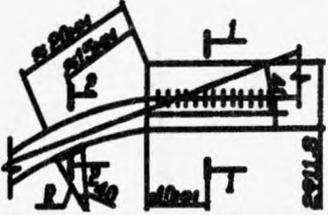
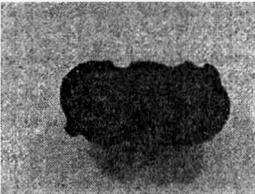
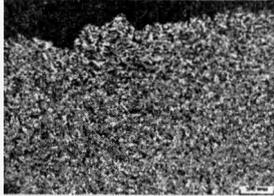
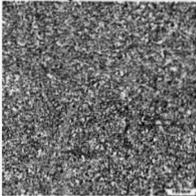
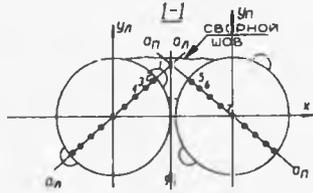
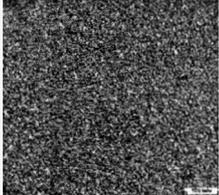
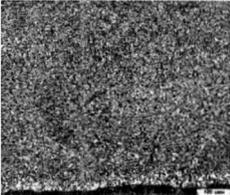
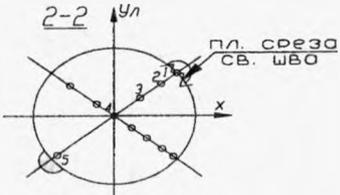
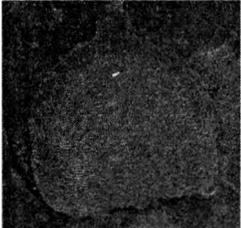
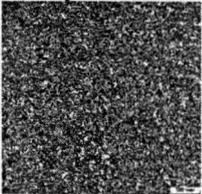
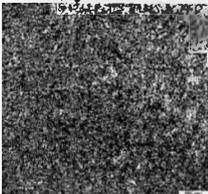
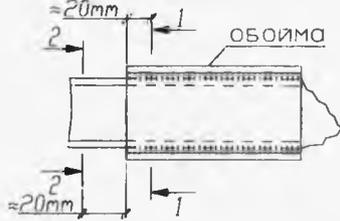
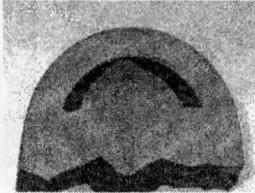
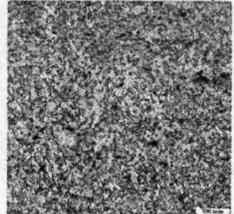
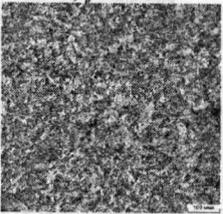
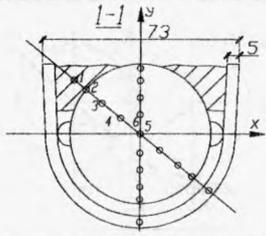
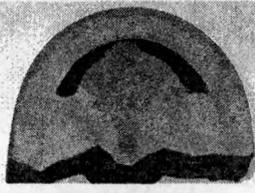
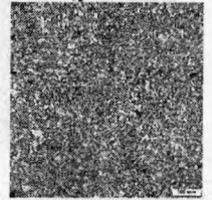
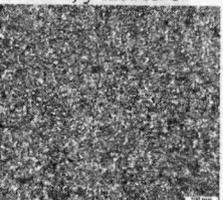
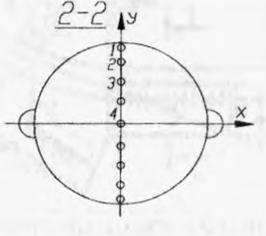
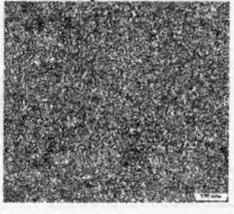
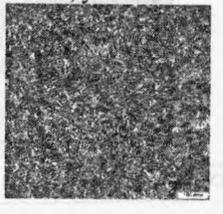
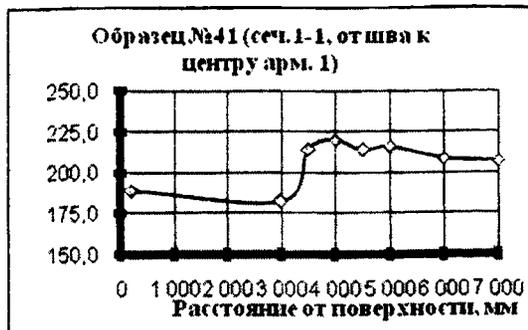
Схема заготовки, сечения	Макроструктура сечения	Микроструктура участка	Микроструктура участка
	<p>Общий вид</p> 	<p>2-2, край</p> 	<p>2-2, участок 4</p> 
	<p>1-1</p> 	<p>2-2, участок 2</p> 	<p>2-2, участок 5</p> 
	<p>2-2</p> 	<p>2-2, участок 3</p> 	<p>1-1, участок 2</p> 

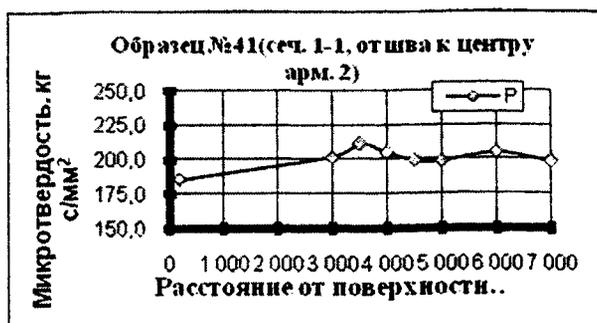
Таблица 4 – Образец № 111

Схема заготовки, сечения	Макроструктура сечения	Микроструктура участка	Микроструктура участка
	<p data-bbox="851 349 1000 378">Общий вид</p> 	<p data-bbox="1266 349 1478 378">1-1,уч.1 (напл.мет.)</p> 	<p data-bbox="1744 349 1904 378">1-1, участок 7</p> 
	<p data-bbox="904 614 946 642">1-1</p> 	<p data-bbox="1298 614 1457 642">1-1,участок 2</p> 	<p data-bbox="1744 621 1904 649">1-1, участок 6</p> 
	<p data-bbox="904 863 946 892">2-2</p> 	<p data-bbox="1298 863 1457 892">1-1, участок 3</p> 	<p data-bbox="1744 863 1904 892">1-1, участок 5</p> 

200	189.2
3 000	182.3
3 500	214.5
4 000	220.1
4 500	213.9
5 000	216.0
6 000	208.8
7 000	207.4



200	185.7
3 000	202.0
3 500	211.6
4 000	205.0
4 500	199.3
5 000	199.2
6 000	205.0
7 000	198.7



200	182.2
700	208.8
1 200	217.5
2 000	210.2
2 500	219.0
3 000	214.5
3 500	200.6
4 000	200.6
5 000	204.7
6 000	214.5

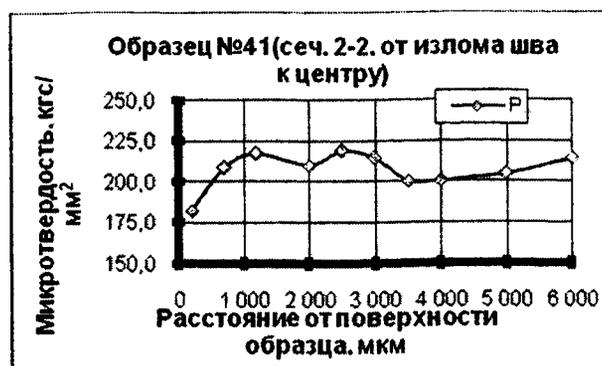


Рис. 2. Изменение микротвердости сечений 1-1 и 2-2 образца № 41 (смотреть совместно с табл. 3)

### ЛИТЕРАТУРА

1. Василевич, Ю.В, Мойсейчик, Е.А., Мойсейчик, Е.К. Макроструктура арматурных стержней, упрочненных в потоке стана и их сварных соединений // Инновационные технологии в строительстве автомобильных дорог, мостов и подготовке инженерных кадров в Республике Беларусь. Материалы 6-й Международной научно-технической конференции «Наука образованию, производству, экономике». - Мн.: БНТУ, 2008. - С. 326-332.