

## ВЛИЯНИЕ НЕСИММЕТРИЧНОСТИ РАСПОЛОЖЕНИЯ НАКЛАДОК В СТЫКЕ С21Рн ИЗ АРМАТУРЫ КЛАССА А500С ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ МАЛОЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТИ.

Эльмар Меннанов, Николай Шевченко, Дмитрий Крамаренко

Национальная академия природоохранного и курортного строительства  
Адрес рабочего места: г.Симферополь, ул. Павленко 3, корпус 2, ауд. 301.  
E-mail: [shevchenko.niko@mail.ru](mailto:shevchenko.niko@mail.ru)

**Аннотация:** В данной статье представляются к рассмотрению результаты исследований арматурного проката А500С на предмет различий в работе сварных стыков типа С21Рн по ГОСТ 14098-91 выполненных параллельно и со смещением. Даются рекомендации по выполнению сварных стыков из термупрочненной стали.

**Ключевые слова:** А500С, С21Рн, парные боковые накладки со смещением.

### ВСТУПЛЕНИЕ

В 2006 году вступил в силу ДСТУ 3760:2006 “Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Общие технические условия” [1]. Отличительной особенностью данного стандарта является введение применения нового обозначения класса арматурного проката. Класс проката А500С введен впервые в ДСТУ 3760-98 и является промежуточным, не имеющим аналога [2]. По способу производства классифицируется как термомеханически упрочненный. Однако тип стыковки данного проката описывается более ранним нормативным актом, ГОСТом 14098-91 “Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры” [3].

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В 2006 году введен в действие ДСТУ 3760:2006 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Общие технические условия.» ( ISO 6935-2:1991,NEQ).

В основу данного стандарта положены требования к арматурному прокату, установленные в следующих зарубежных нормативных документах ISO 6934, ISO 6935, DIN 488, ENV 10080, BS4449, в части основных параметров и размеров, химического состава, механических свойств и методов испытаний. Стандарт распространяется на прокат арматурный гладкого и периодического профиля диаметром от 5,5 до 40 мм, предназначенный для армирования обычных и предварительно напряженных железобетонных конструкций.

С введением ДСТУ 3760-98 и ДСТУ 3760-2006 в Украине отменены ГОСТ 5781—82 и ГОСТ 10884—94 [4, 5].

Отличительной особенностью последнего стандарта является применение нового обозначения класса арматурного проката. Арматурный прокат (А) подразделяют на классы в зависимости от

показателя механических свойств и служебных свойств проката:

- свариваемый (с индексом С),
- стойкий против коррозионного растрескивания под напряжением (с индексом К),
- несвариваемый (без индекса С),
- нестойкий против коррозионного растрескивания (без индекса К).

Согласно ДСТУ 3760-2006 арматурный прокат изготавливают следующих классов:

- А240С - с гладким профилем;
- А400С, А500С, А600, А600С, А600К, А800, А800К, А800СК и А1000 - с периодическим профилем.

Класс проката А500С введен впервые. Класс проката А500С по способу производства классифицируется как термомеханически упрочненный, периодического профиля, Индекс «С» указывает, что прокат является свариваемым.

Согласно рекомендаций выполнять вертикальных стыковку стержней по вертикали следует по ГОСТу 14098-91 и по типу С21-Рн, который предполагает использование двух параллельных боковых накладок из стержней того же диаметра и материала.

С принятием ДБН 1.1-12.2006 “Строительство в сейсмических районах Украины” в Крыму сейсмика повсеместно выросла на 1 балл, что привело к увеличению бетонных работ и увеличению диаметров рабочих стержней [6].

Т.к. арматурные стержни имеют мерную длину, то возникает вопрос о их стыковке. Самой простой конструкцией могла бы быть стыковка в нахлестку, не требующая дополнительных затрат при монтаже арматурного каркаса. Однако это приводит к несоосности стыкуемых стержней и их деформированию при больших усилиях в элементе. Поэтому в колоннах и ригелях железобетонных каркасов зданий и сооружений допустимо использование только стыков с парными боковыми накладками, парными боковыми накладками со

смещением, а при стержнях Ø25 и более соединений выполненных ванно-шовным способом на стальной скобе-накладке. В силу более высоких физико-механических характеристик арматурного проката А500С перед А400С и трудоемкостью ванно-шовного соединения, основная масса стыков припадает на стык С21Рн по ГОСТу 14098-91 “Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры”. Данный нормативный акт в силу своего более раннего издания не имеет указаний по применению проката класса А500С.

Задачей данных исследований было:

1. Получение экспериментальных данных по работе сварных стыков со смещением боковых накладок согласно ГОСТ и без смещения (Рис.1. и Рис. 2.).
2. Влияние смещения боковых накладок на кратковременную малоцикловую усталость.

В Национальной академии природоохранного и курортного строительства нами была составлена программа, определена методика исследования и проведены испытания сварных стыков из арматуры класса А500С [7, 8, 9, 10, 11].

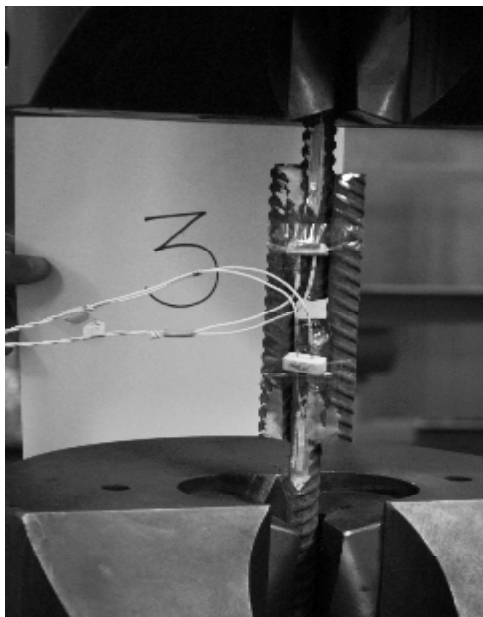


Рис. 1. Испытание образцов с боковыми накладками без смещения

Fig. 1. The test samples with side plates without bias

Для исследования работы сварных соединений было изготовлено 2 серии образцов по 16 стыков.

Применялась арматура Ø 16 класса А500С по ДСТУ 3760:2006. Сварка выполнялась вручную, на постоянном токе обратной полярности с односторонними протяженными швами в шахматном порядке. Электроды для сварки применялись с основным покрытием типа Э55А, марки УОНИ 13/55 Ø3 (Рис. 2, 3).

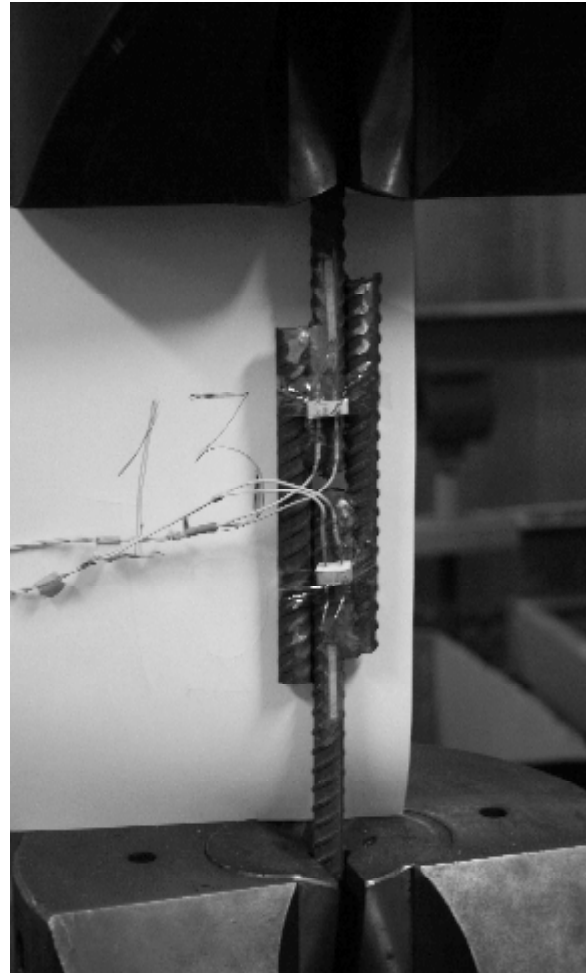


Рис. 2. Испытание образцов с боковыми накладками со смещением

Fig. 2. The test samples with side plates without bias



Рис. 3. Сварочные материалы

Fig. 3. Welding materials

## ВЛИЯНИЕ НЕСИММЕТРИЧНОСТИ РАСПОЛОЖЕНИЯ НАКЛАДОК В СТЫКЕ

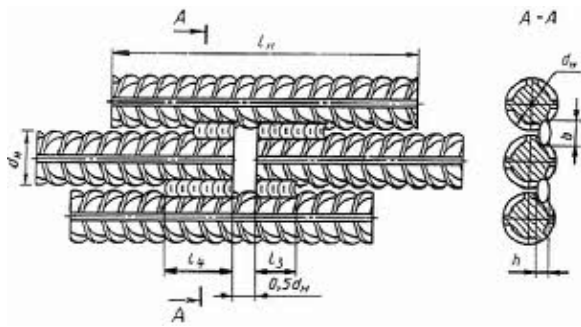


Рис. 4. Схема сборки под сварку

Fig. 4. Scheme of assembling for welding

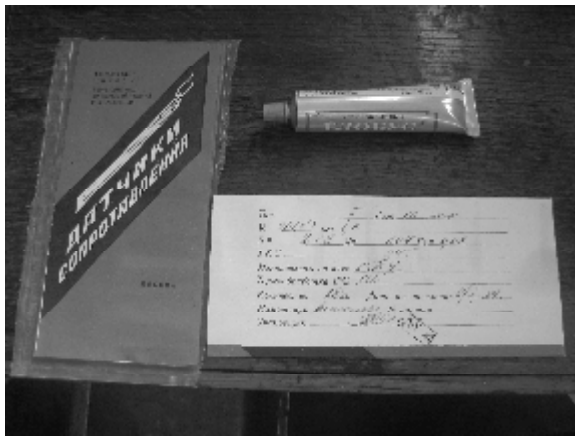


Рис. 5. Материалы для тензометрии

Fig. 5. Materials for tensometry

После этого, по ранее известной методике проведения тензометрических исследований были наклеены измерительные приборы (Рис. 5.). Тензодатчики устанавливают в точках возможных деформаций (Рис. 6.). Испытания проводились на разрывной машине МР-50 (Рис. 7.)

Величину деформации вычисляют через разность показаний двух отсчетов по цифровому тензометрическому мосту (1):

$$\epsilon = c_1 - c_0, \quad (1)$$

(где  $c$  – отсчет по прибору, измеряется в R (Ом)).

Оценка напряжений осуществляется путем измерения деформаций материала. Для перехода от измеренных деформаций к напряжениям в упругой стадии работы материала используют закон Гука, а в пластической - зависимостью между приведенными деформациями и приведенными напряжениями.

Испытания проходили следующим образом:

1. Из каждой серии из 16 сварных соединений один образец загружался ступенчато по 2,5 т. с доведением до разрушения. Остальные 15 стыков поделили на 5 партий по 3 шт., которые ступенчато загружались по 2,5 т. до 10 т. с последующей разгрузкой стыка (Рис. 8.). Различные партии подвергали 3, 5, 7, 10 и 15 циклов нагружений с последующим разрушением.

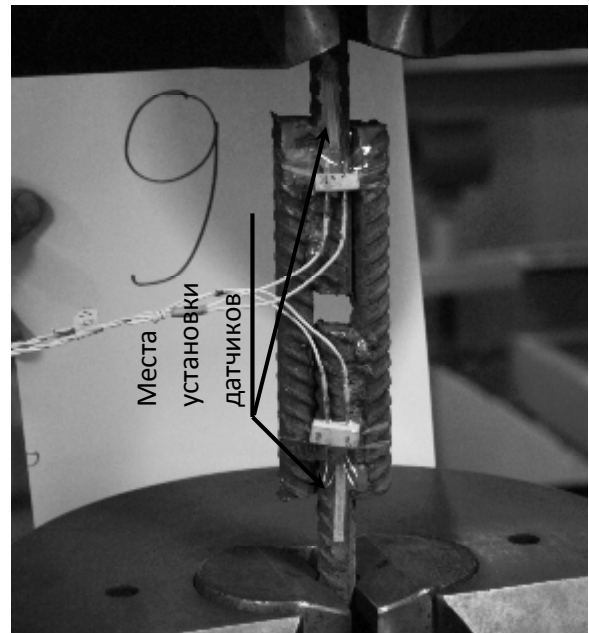


Рис. 6. Места установки тензодатчиков

Fig. 6. Installation locations strain gauges

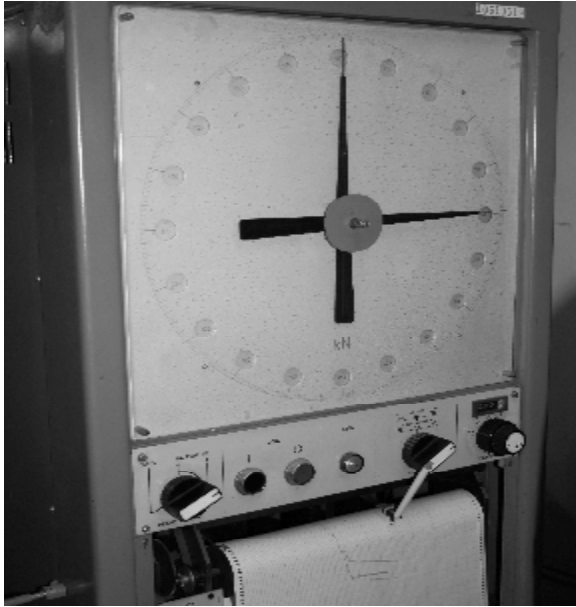


Рис. 7. Разрывная машина MR-50

Fig. 7. Breaking machine MR-50

2. Каждый этап контролировался показаниями тензодатчиков (Рис. 9).

3. Также в виде контрольного было испытан стержень в стадии поставки. (Рис. 10).

4. Проводились замеры длины образцов до и после испытаний.

Результаты испытаний сведены в таблицы (Табл.1. и Табл.2.) и графики.

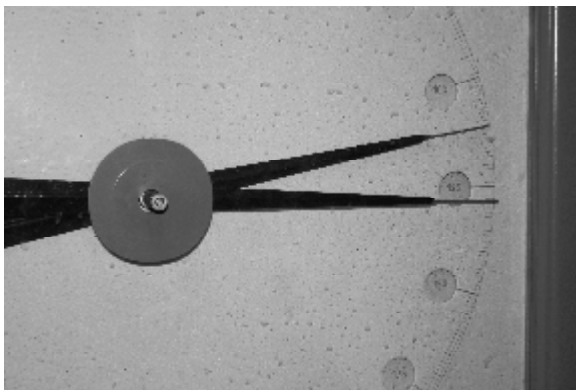


Рис. 8. Ступенчатое загрузеие образцов с последующим доведением до разрушения

Fig. 8. Step uploading samples, followed by adjustment to failure

Табл.1. Серия с боковыми накладками без смещения

Table 1. Series with side plates without bias

	№ образца	Удлинение, %	Усилие на разрыв, т.	Среднее усилие на разрыв, т.
1 цикл	1	≈ 8	12,5	12,5
3 цикла	2		12,7	
	3	≈ 8	12,5	12,5
	5		13,3	
5 циклов	6		12,5	
	7	≈ 8	12,8	12,7
	8		12,8	
7 циклов	9		12,6	
	10	≈ 8	12,4	12,64
	11		12,92	
10 циклов	12		12,6	
	14	≈ 8	12,5	12,5
	15		12,4	
15 циклов	16		12,5	
	17	≈ 8	12,5	12,46
	18		12,04	

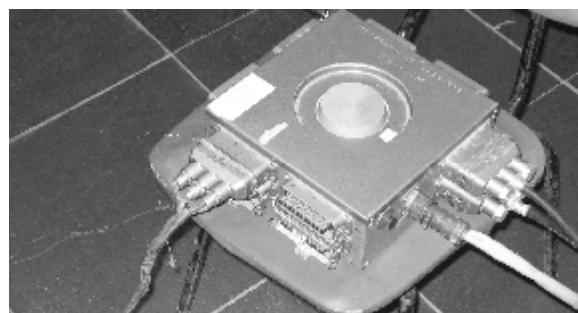
# ВЛИЯНИЕ НЕСИММЕТРИЧНОСТИ РАСПОЛОЖЕНИЯ НАКЛАДОК В СТЫКЕ

А)

Табл.2. Серия с боковыми накладками со смещением

Table 2. Series with side plates shifted

	№ образца	Удлинение, %	Усилие на разрыв, т.	Среднее усилие на разрыв, т.
эталон	4	≈ 8	12,8	12,8
1 цикл	34	≈ 8	12,6	12,6
3 цикла	20	≈ 8	12,6	12,6
	32		12,48	
5 циклов	33	≈ 8	12,72	12,6
	29		12,58	
	30		13,16	
7 циклов	31	≈ 8	12,8	12,85
	26		12,88	
	27		12,76	
10 циклов	28	≈ 8	12,6	12,75
	13		12,7	
	24		12,96	
15 циклов	25	≈ 8	12,24	12,63
	21		12,56	
	22		12,44	
	23		12,58	



Б)

Рис. 9. Снятие показаний тензометрии  
А) ЦТМ-3; Б) ПД-100М

Fig. 9. Reading of tensometry  
А) STM-3; Б) PD-100M



Рис. 10.. Испытания арматурного стержня в стадии  
поставки

Fig. 10. Tests a reinforcing bar being supply



Рис. 11.. V-образный долом стыков со смещенными накладками

Fig. 11. V-shaped fuller with staggered joints plates



Рис. 12.. Короновидный долом стыков без смещенных накладок

Fig. 12. Crownlike fuller offset joints without plates

Отличительной чертой разрушения образцов являются разные формы долома образцов. У сварных соединений со смещенными накладками он носил V-образный вид, а у образцов без смещения короновидный вид (Рис. 11, 12).

## ВЫВОДЫ

Разрушения всех образцов произошло по основному металлу рабочей арматуры. Смещение боковых накладок у образцов привело к увеличению усилия разрыва на 150...300 кг.

Выявлена зависимость формы долома образца от размещения накладок. Получены данные о том что после 15 циклов нагружений усилие на разрыв остается выше чем нормируемое усилие на разрыв для стержня в стадии поставки на 400...500 кг. Даже при больших тепловложениях временное сопротивление арматурных стержней остается высоким.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Общие технические условия. (ISO 6935-2:1991, NEQ): ДСТУ 3760:2006 – [действующий с 2007-10-01]. – К.: Держспоживстандарт Украины. – 28.
2. Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Общие технические условия. ДСТУ 3760-98 – [действующий с 1999-01-01]. – К.: Держспоживстандарт Украины. – 20.
3. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры: ГОСТ 14098-91. – [действ. с 1992-07-01]. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР. – 37.
4. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия: ГОСТ 5781—82. – [действ. с 1982-12-17]. – М.: Госстрой СССР. – 18.

5. Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия.: ГОСТ 10884—94. – [действ. с 1996-01-01]. – К.: Госстандарт Украины, 1996. – 18 с.

6. Строительство в сейсмических районах Украины, 2006. Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины.//ДБН В.1.1-12-2006. – К.: ИСС «ЗОДЧИЙ». – 50.

7. Меннанов Э., 2010. К вопросу надежности и долговечности сварных соединений строительных конструкций/ Э. Меннанов, Г. Ажермачев, А. Абдурахманов, Э. Меннанов // MOTROL. – №.12D, 162 – 167.

8. Ажермачев Г., Меннанов Э., Шевченко Н., 2013. Методы расчета рабочей арматуры колонн железобетонных конструкций, работающих в условиях циклического нагружения// MOTROL. – Vol.15, №5, 77 – 82.

9. Mennanov E., 2009. The application of energy absorbers in the dynamic systems/ G. Agermachev, A. Abdurakhmanov, E. Mennanov // MOTROL. – № 11A, 59 – 63.

10. Макаров Р.А., Ренский Л.Б. и др., 1975. Тензометрия в машиностроении. – М.: Машиностроение. - 288.

11. Моцохин С.Б., 1985. Контроль качества сварных соединений и конструкций. М.: Стройиздат. – 232.

12. Инструкция по сварке соединений арматуры и закладных деталей железобетонных конструкций.: СН 393-78. – [действ. с 1978-09-04] - М.: Стройиздат. - 135.

13. Шевченко Н., Меннанов Э., 2009. Исследование работы сварных стыковых соединений арматурного проката класса А500С с уменьшенными боковыми накладками.// MOTROL. - №11В, 133 – 139.

## INFLUENCE OF ASYMMETRY LOCATION LININGS IN JOINTS S21Rn FROM CLASS OF REINFORCEMENT A500S AT LOW-CYCLE FATIGUE RESERCH

**Summary.** In this paper are presented for the consideration of the results of research rebar A500S for differences in the types of welded joints in accordance with GOST 14098-91 S21Rn executed in parallel and offset. The recommendations on the implementation of welded joints of heat-strengthened steel.

**Key words:** A500S, S21Rn, pair.