

ПРОЧНОСТЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АРМАТУРНОГО КЛАССА А500С

Ольга Карташова, Сергей Хропко, Эльмар Меннанов

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

В данной статье предоставляются к рассмотрению результаты исследований арматурного проката на предмет разупрочнения сварных соединений в следствии применения ручной дуговой сварки. Даются рекомендации по выполнению сварных стыков из термоупрочненной стали. Предложены формулы для учета величины деформаций, для дальнейшего расчета конструкций с привлечением численных значений.

Арматура, соединение, сварка, напряжения.

ВВЕДЕНИЕ

До 2006 года на территории Украины, действовали два ГОСТа, согласно которых выпускалась арматура для железобетонных конструкций – ГОСТ 5781 «Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций» [6], в зависимости от механических свойств арматурная сталь подразделялась на классы АI, А-II, А-III, А-IV, А-V, А-VI. По способу производства классифицируется как горячекатаная без термического упрочнения. Для предварительно напряженных конструкций применяли прокат с индексом «т», что говорит о термомеханическом упрочнении. Этому прокату соответствовал ГОСТ 10884 «Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций» [7].

В связи с евроинтеграцией Украины в мировое сообщество, появилась острая необходимость перехода на европейские нормы. В 2006 году был введен в действие ДСТУ 3760-2006 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций» [5], который целиком и полностью соответствует международным требованиям к арматурному прокату, установленных в зарубежных нормативных документах: ISO 6934, ISO 6935, DIN 488, ENV 10080, BS 4449, в отношении геометрических размеров, химического состава, механических свойств и методов испытаний. Классифицируется арматурный прокат (А) в зависимости от показателя механических и служебных свойств: свариваемый (с индексом С), стойкий против коррозионного растрескивания (с индексом К), не свариваемый (без индекса С), не стойкий против коррозионного растрескивания (без индекса К).

Согласно ДСТУ 3760-2006 [5], выпускается прокат следующих классов:

– А240С – с гладким профилем
– А400С, А500С, А600, А600С, А600К, А800, А800К, А800СК И А1000 – с периодическим профилем.

Формулировка целей и постановка задачи

С введением ДСТУ 3760:2006, в предисловии стандарта указано, что ГОСТ 5781 и ГОСТ 10884 отменены на территории Украины. Проведя аналогию прокату А240С соответствует А-I, А300С – А-II, А400С – А-III, А500С – нет аналога, А600 – А-IV, А800 – А-V, А1000 – А-VI.

ДСТУ является интерпретацией евро норм (ISO 6935-2:1991, NEQ), согласно требований отдельных строительных норм на территории Европы запрещено использование арматуры ниже класса А500С для возведения сейсмостойких и высотных зданий и сооружений. В соответствии со старыми нормам ГОСТ 14098 «Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкции» есть возможность выполнить адаптацию проката за исключением арматуры класса А500С.

Необходимость исследований сварных соединений арматуры класса А500С связано в первую очередь с тем, что прокат класса А500С является новым, а потому аналога данному прокату нет (отсутствует). В связи с этим отсутствуют рекомендации и методика по его применению, а именно при изготовлении сварных стыков. Факт того, что прокат является

термомеханически упрочненным появилась острая необходимость исследовать процесс разупрочнения в следствии применения ручной дуговой сварки.

Задачей исследований было:

1. Получение экспериментальных данных влияния электросварки на работу арматурного стержня;

2. получение и анализ экспериментальных результатов, относительно работы арматурных стержней класса А500С, в технологическом процессе воздействия тепла сварочной дуги.

Основная часть

В Национальной академии природоохранного и курортного строительства нами была составлена программа, определена методика исследования и проведены испытание арматурных стержней класса А500С.

Для исследования работы арматурных стержней после воздействия тепла сварочной дуги было изготовлено ряд образцов, к количеству 5 штук (рис.1). При этом моделировались процессы разупрочнения при дуговой сварке.

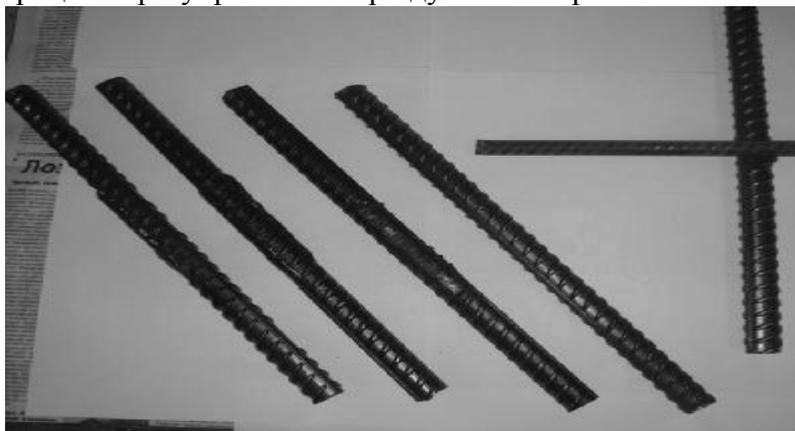


Рис.1. Экспериментальные образцы

Применялась арматура $\varnothing 16$ класса А500С по ДСТУ 3760:2006. Сварка выполнялась вручную, на постоянном токе обратной полярности, в разных случаях: с односторонними и двухсторонними протяженными швами (рис.2. а, б). Электроды для сварки применялись с основным покрытием типа Э55А, марки УОНИИ 13/55.



а) рабочее оборудование



б) работа сварочного оборудования

Рис. 2. Изготовление образцов

Было изготовлено одно крестовое соединение, выполненное при помощи дуговой прихватки с одной стороны. Один образец был испытан в стадии поставки, как эталон. Три образца, на боковые грани которых были наплавлены валики 150 мм с обеих сторон, один из образцов был выполнен с подогревом и контролируемой силой тока; другой без подогрева, но с контролируемым тепло вложением, последний осуществлялся с различными величинами силы тока и скорости сварки.

После этого, по ранее известной методике проведения тензометрических исследований были наклеены измерительные приборы по обе стороны сечения элемента симметрично, как показано на (рис.3). Тензодатчики устанавливаются в сечениях и точках, деформации в которых являются наиболее характерными (рис. 4).

Испытания проводились на разрывной машине типа Р-50 (рис. 5) ГОСТ 7855-74 предназначенной для лабораторных испытаний образцов металлов и элементов конструкций статическими нагрузками при растяжении.

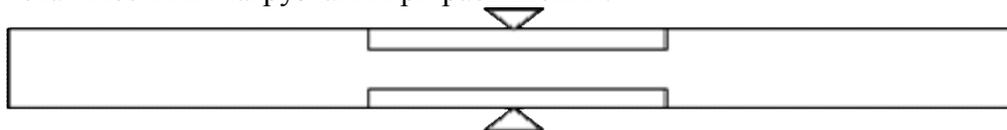


Рис. 3. Места установки тензодатчиков

Испытания загрузки конструкции происходит по ступенчатому режиму. Определение величины деформации производится для всех ступеней загрузки. До нагружения конструкции нагрузкой первой ступени берут отсчеты на приборах и принимают их за нулевое значение деформации [4].



Рис.4. Наклеивание тензорезисторных датчиков



Рис. 5. Испытания образца в разрывной машине

Величину деформации вычисляют через разность показаний двух отсчетов по тензомеру (1)

$$\varepsilon = c_1 - c_0 \quad (1)$$

(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 [3].

Гуком был сформулирован физический закон упругости (2). В котором зависимость между действующими на материал конструкции силами и его прочностью была представлена в форме, где значение напряжений определяют как произведение относительной деформации (ε) на модуль упругости материала (E):

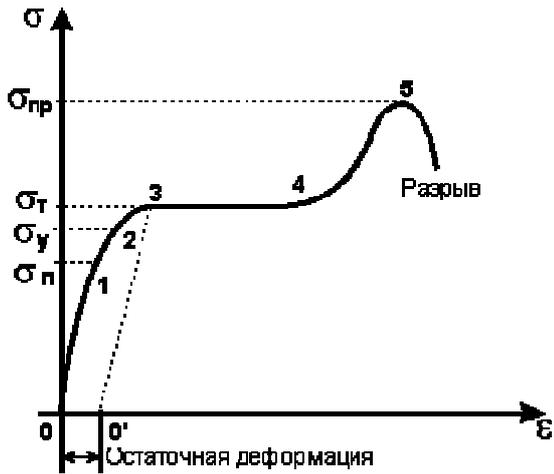
$$\sigma = \varepsilon \cdot E \quad (2)$$

Разрушение материала под действием нагрузки представляет собой чрезвычайно сложное явление, которое определяется структурой строения материалов и физическим их состоянием.

В основе теории упругости и пластичности лежит статистический метод.

При испытании конструкций различают прочность, устойчивость и жесткость. Исследование конструкций начинается с расчета на прочность.[1]

Согласно первой теории прочности, разрушение материала наступает, когда наибольшее нормальное напряжение достигает предельного для данного материала значения $\sigma_{пр}$ (рис. 6) [2].



$\sigma_{п}$ - предел пропорциональности
 $\sigma_{у}$ - предел упругости
 $\sigma_{т}$ - предел текучести
 $\sigma_{пр}$ - предел прочности

Рис. 6. Диаграмма растяжения

В процессе испытания все образцы были доведены до разрушения (рис. 7).



Рис. 7. Образцы после испытания

По результатам механических испытаний были построены графики растяжения арматурной стали (рис. 8).

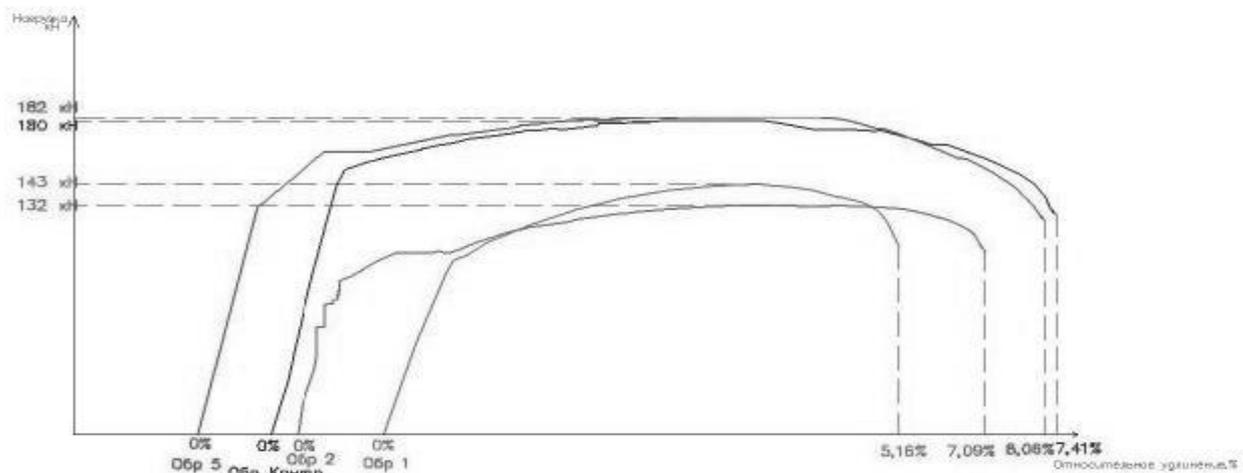


Рис. 8. График растяжения арматурной стали А500С

Испытания показали:

График №2 – является эталонным. Все остальные показания были приняты в соответствии с ним.

Образец крестового соединения в процессе испытания показал работу в пределах нормы – 182 кН. В образцах с валиками были зафиксированы пониженные показатели, а именно – если при испытании контрольного образца разрушение было зафиксировано на отметке 180 кН. То образцы с наплавленными валиками разрушились при средней величине разрушающей нагрузки 132 кН ... 143 кН. Место разрыва испытываемых арматурных стержней определялось зоной высокой концентрации напряжения в конце флангового шва и разупрочнением металла в результате термического влияния сварочной дуги.

ВЫВОДЫ

1. Данные испытания имитируют процесс разупрочнения арматурного проката класса А500С при воздействии тепла сварочной дуги при изготовлении несущих конструкций зданий и сооружений в монтажных условиях строительной площадки.

2. По результатам испытаний разупрочнение стержней арматуры составило в среднем 25 %, что составляет 4,5т (17,5 кг/мм²) дефицита несущей способности.

3. Для предотвращения процесса разупрочнения, сварные швы выполнять электродами малых диаметров, сварочное оборудование выставлять на малые токи.

4. При сварке мелкозернистых, улучшенных сталей, а также упрочненных термомеханическим способом, необходима соответствующая технология выполнения сварных соединений.

5. При изготовлении крестообразного соединения К1 – возможно применение ручной дуговой сварки. При этом необходимо жестко контролировать количество тепла вводимого в изделие (сварка на малых токах).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перри К., Лисснер Г. Основы тензометрии. Изд-во ИЛ, 1957.
2. Финк К., Рорбах Х. Измерение напряжений и деформаций. Маш-гиз, 1961.
3. Высокотемпературные тензодатчики. Сб. статей. Изд-во «Мир», 1963.
4. Полупроводниковые тензодатчики. Сб. Изд. ОНТИПрибор, 1967.
5. ДСТУ 3760-2006 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Общие технические условия.
6. ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций.
7. ГОСТ 10884-94 Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций.
8. ГОСТ 14098-91 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкции.
9. Сварные стыки продольной арматуры класса А500С в каркасах сейсмостойких зданий и сооружений. Г.А. Ажермачев, Э.М.Меннанов, А.З.Абдурахманов. Сб. докладов «Вісник». Випуск 2009-4(78).

УДК 929

Д.И. ЖУРАВСКИЙ – ИНЖЕНЕР, УЧЕНЫЙ, МОСТОСТРОИТЕЛЬ

Керимов А.Д., студент группы ПГС-203, Волосович О.В., профессор
Национальная академия природоохранного и курортного строительства
Показан вклад в строительную науку Д.И. Журавского.

Мостостроение, конструкции, расчеты, проектирование, изготовление, совершенствование.