

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СВАРНЫХ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ АРАМАТУРНОГО ПРОКАТА КЛАССА А500С С УМЕНЬШЕННЫМИ БОКОВЫМИ НАКЛАДКАМИ

Николай Шевченко, Эльмар Меннанов

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Аннотация. Рассматриваются теоретические и экспериментальные исследования сварных стыков арматуры с уменьшенными боковыми накладками типа С21-Рн, а также разработка технологии сварки термомеханически упрочненного проката А500С согласно ДСТУ 3760:2006.

Ключевые слова: арматура, сварной стык, А500С, боковые накладки

Все европейские страны уже полностью перешли на применение в обычном железобетоне свариваемой арматуры класса В500(А500С) с пределом текучести $\sigma_t > 500$ Н/мм². В странах Юго-Восточной Азии арматура классом ниже вообще запрещена к использованию в многоэтажном строительстве. Тем не менее устойчивого спроса на А500С в Украине по сей день не наблюдается.

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.

В Национальной академии природоохранного и курортного строительства на кафедре Металлических и деревянных конструкций ведутся работы по внедрению сварных сейсмостойких стыков унифицированной свариваемой арматуры класса А500С.

Путем анализа проектно-технических решений конкретных объектов монолитного строительства установлено, что значительное сокращение металлоемкости при замене арматурной стали класса А400 (А-III) на А500С может быть достигнуто не только за счет более высокого расчетного сопротивления этой стали, но и в значительной степени в результате одновременного применения современных эффективных технологических способов соединения при помощи ручной дуговой сварки.

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).

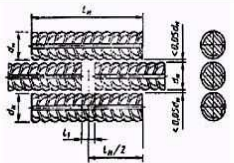
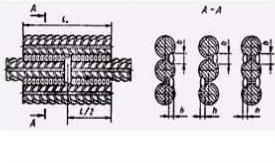
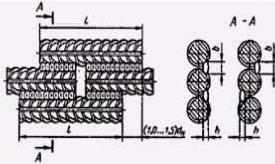
Согласно ДСТУ 3760:2006 арматурный прокат изготавливают следующих классов:

- 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.

Табл.1. Стыковое соединение

Table 1. Butt joint

Обозначение типа соединения, способа сварки	Соединение арматуры		Класс арматуры	d_n	$l_n = l$	l_1	b	h
	до сварки	После сварки						
С21 — Рн			А500С	10—40	$10d_n$			
			А500С	10—40	$10d_n$	$0,5d_n, \text{ но } \geq 10$	$0,5d_n, \text{ но } \geq 8$	$0,5d_n, \text{ но } \geq 4$

Согласно рекомендациям выполнять вертикальную 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.

В колоннах монолитного железобетонного рамного каркаса здания требуемый минимальный защитный слой должен составлять в 25мм. В итоге, при выполнении сварного стыка при помощи двух боковых накладок, защитный слой бетона уменьшается, что не допустимо в сейсмостойких каркасах (рис.1) Ранее предусматривался альтернативный сварной стык арматурного проката со смещением боковых накладок во внутрь колонны на величину 0,5 диаметра. При этом боковые накладки выполнялись из стержней того же диаметра и материала, что и стыкуемая арматура (рис.2)

В этом случае величина защитного слоя бетона почти близка к нормативной, но изменился режим работы соединения. Появился эксцентриситет равный 0,5

диаметра. Стык арматуры воспринимает нормальную силу и изгибающий момент (рис.3).

Для исключения изгибающего момента необходимо выполнить противоположный сварной шов, то есть боковые накладки должны быть проварены с обеих сторон, что противоречит требованиям ГОСТ 14098-91.

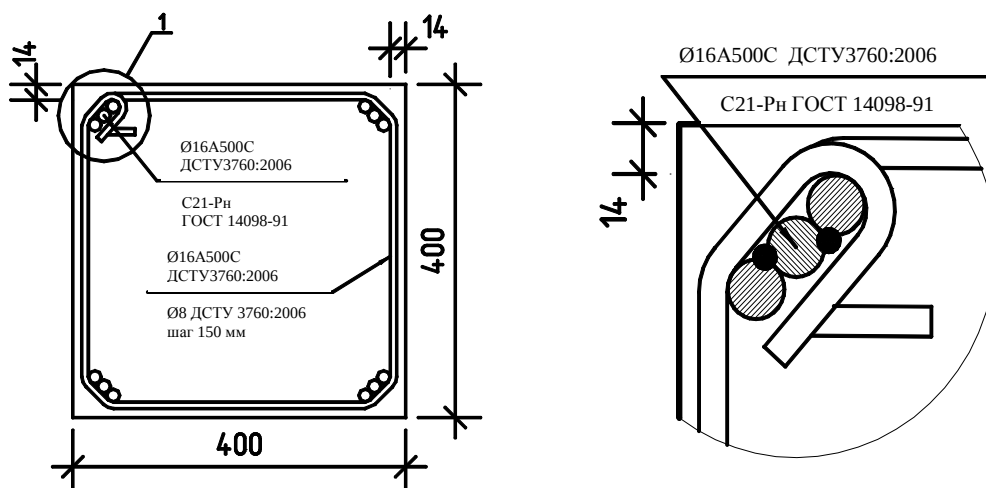


Рис. 1. Правильное расположение стыка арматуры
Fig.1. Correct location of fitting

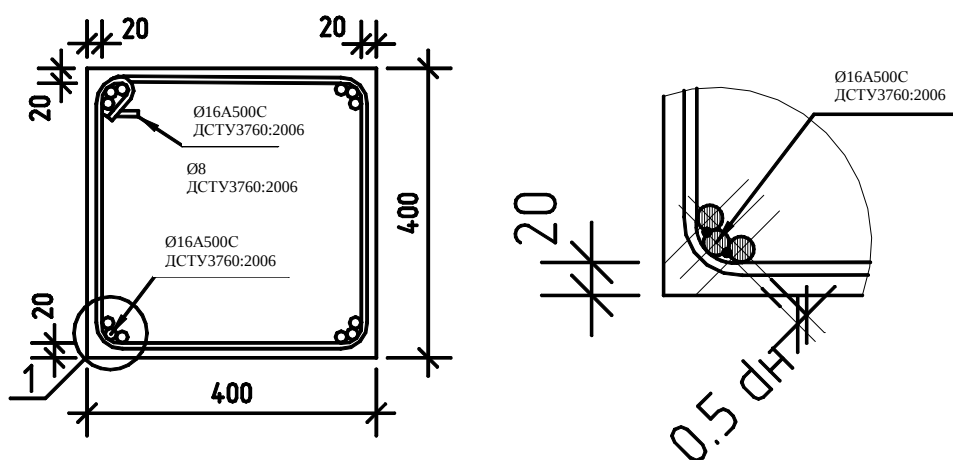


Рис. 2. Неправильное расположение стыка арматуры
Fig.1. Uncorrect location of fitting



Рис. 3. Сварные стыки арматуры со смещенными боковыми накладками во внутрь колонны до и после испытания

Fig.3. Welded joint of fitting with biased sidebar linings into the column before and after the test

Также возможен второй вариант решения проблемы уменьшения защитного слоя бетона. Это уменьшение боковых накладок в стыковом соединении. При использовании двух накладок того же диаметра мы имеем усиление в 2 раза, однако практика проектирования говорит нам, что достаточно усиления в 1,25 раза. Исходя из этого была выполнена партия образцов с уменьшенными боковыми накладками.

Ручная дуговая сварка соединений осуществлялась протяженными швами в вертикальном положении оси арматуры. Сварочные электроды выбирались по классу арматуры и пространственному положению сварочных швов.

Сборку элементов стыка выполняли с помощью двух прихваток, расположенных с противоположных сторон стержня на расстоянии ≥ 20 мм от конца стержня. Сварку, протяженными швами соединений стержней арматуры выполнили одиночными электродами на режимах, приведенных в технологической карте. Во время сварки постоянно контролировали провар корня шва, поддерживая предельно короткую дугу, на режиме: Диаметр арматуры -16 мм; Диаметр электрода - 3 мм; Сварочный ток 80...110 А.



Рис.4. Сборка и прихватка сварного соединения
Fig.4. Building and tacking weld



Рис.5. Указания по расположению монтажных стыков и технология их выполнения
Fig.5. Guidance on the location field joints and technology for their implementation



Рис.6. Заварка стыка в вертикальном положении
Fig.6. Welding joint in the upright



Рис.7. Медленное остывание сварного стыка
Fig.7. Slow cooling of the welded joint

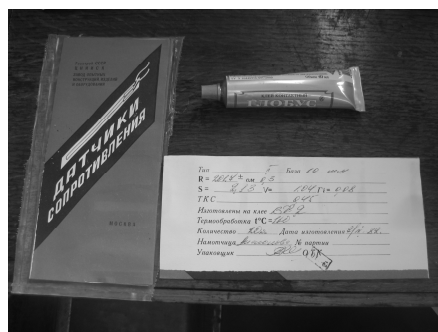


Рис.8. Используемые материалы
Fig.8. Materials used



Рис.9. Мост цифровой тензометрический ЦТМ-3
Fig.9. Bridge digital strain gauge CTM-3



Рис.10. Переключатель датчиков ПД-100М
Fig.10. Switch sensors PD-100M



Рис.10. Переключатель датчиков ПД-100М
Fig.10. Switch sensors PD-100M



Рис.12. Образец готовый испытаниям
Fig.12. Sample ready for tests

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

1. В стыковом соединении основной стержень работает только на нормальные усилия. Изгибающие моменты не были зафиксированы.
2. Несущая способность сварного стыкового соединения определялась прочностью накладок.
3. Разрушение накладок всех образцов происходили в местах окончания флангового сварного шва, соединяющего накладку с основным стержнем.
4. Места разрыва накладок определялись зоной высокой концентрации напряжения в конце флангового шва и разупрочнение металла накладки в результате термического влияния при сварке.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для сварки арматурной стали класса А500С (ДСТУ 3760:2006), применяемой в железобетонных сейсмостойких каркасах, лучше применять электроды с основным покрытием (В), т.к. наплавленный металл и металл околошовной зоны имеют сравнительно высокие физико-механические показатели.

2. Для уменьшения величины концентрации напряжений конец сварного шва выводить на конец соединяемого стержня, где усилия в этих стержнях минимально;
3. Начало сварного шва необходимо формировать на начале стыкуемой накладке;
4. Для исключения перегрева, сварные швы выполнять электродами диаметром не более 3 мм.
5. Для снижения остаточных внутренних напряжений, катет шва выполнить за несколько проходов;
6. При сварке мелкозернистых, улучшенных сталей, а также упрочненных термомеханическим способом, необходим предварительный подогрев. Каждый последующий шов при многослойном шве выполнять после того, как температура предыдущего составит не выше 100°C.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.1- 12:2006 «Строительство в сейсмических районах Украины».
2. ДСТУ 3760-98 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Общие технические условия».
3. ГОСТ 5781—82 «Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций».
4. ГОСТ 9466-79. Electrodes покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия. —М.: Издательство стандартов. 1977. 20 с.
5. ГОСТ 10884—94 «Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций».
6. Ажермачев Г.А., Меннанов Э.М. «Сварные стыки продольной арматуры класса А500С в колоннах сейсмостойких каркасов.», Будівельні конструкції. Зб. наук. праць. — К.:НДІБК, 2008. — Вип. 69.
7. Ажермачев Г.А., Меннанов Э.М. «Особенности применения арматурного проката класса А500С, согласно ДСТУ 3760:2006 при изготовлении сварных стыков рабочей арматуры, сейсмостойких каркасных зданий с использованием ручной дуговой сварки»: Строительство, материалы, машиностроение. Зб. наук. праць. — Днепропетровск.:ПГАСА, 2008. — Вип. 48
8. Меннанов Э.М., Сеттаров Р.Э. «О выборе электродов для сварки продольной арматуры в каркасах сейсмостойких зданий и сооружений.» Сб. науч. трудов НАПКС №24-25, Спб, 2008.

INVESTIGATION OF WELDING BUTT JOINTS NEW BRUT HIRE CLASS B500C WITH REDUSED SIDE LINING

Nikolay Shevchenko, El'mar Mennanov

Summary. The theoretical and experimental investigations of welded joints with reduced side-lining type S21-Rn, and the development of welding technology of thermo-mechanically rolled hardened B500C according to DSTU 3760:2006.

Key words: fitting, welded joints, B500C, side lining