

2. Сочетанием опасных условий для конструкций из нержавеющей сталей является:

- контакт металла с электропроводной влажной агрессивной средой;
- нагрев сваркой околошовной зоны соединяемых заготовок;
- содержание в сталях повышенного количества углерода и малого количества хрома и титана.

3. Опасные условия для конструкций из углеродистых и легированных сталей состоят в совокупности следующих факторов:

- контакт металла с электропроводной влажной агрессивной средой;
- действие растягивающих напряжений;
- остаточные напряжения, вызванные пластической растягивающей деформацией, малая пластичность металла.

4. Использование приведенных рекомендаций при проектировании, изготовлении и эксплуатации стальных конструкций позволит предупредить возникновение в электропроводной среде разрушительной межкристаллитной коррозии и коррозионного растрескивания металлических элементов конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.П.Григорьев. Электрохимическая коррозия металлов. Ростовский госуниверситет. Образовательный журнал, том 6, №9, 2000г.

2. А.В.Казакевич. Коррозионная стойкость и долговечность металлоконструкций фасадных систем с вентилируемым зазором. «Эксперт-корр-МИСиС», 2002г.

3. В.Г.Корохов и др. Предпосылки непрогнозируемого внезапного разрушения конструкций. Выпуск 19-20. Симферополь, РИО. – НАПКС, 2007г. – 168с.

4. Материаловедение в схемах и конспектах. Учебное пособие. Ч.2./Под ред. И.Ю.Ульяниной; М., МГИУ, 2002г.

5. И.А.Попеско и др. Новый метод расчета несущей способности железобетонных конструкций, работающих в условиях газовой коррозии. 26 ЦНИИ Минобороны России, 2003г.

УДК 621.791.052:006.354; УДК 621.791.052.2

УСИЛЕНИЕ СВАРНЫХ УЗЛОВ АРМАТУРЫ ВЫПОЛНЕННЫХ ВАННО-ШОВНЫМ СПОСОБОМ

Удовиченко Т.М., Симоненко А.В., научные руководители: Ажермачев Г.А. к.т.н., профессор, Меннанов Эльмар Меджидович, ассистент

С введением в действие ДБН В1.1-12:2006 «Строительство в сейсмических районах Украины» [1] сейсмичность повсеместно возросла на 1 балл. Это заслуживает отдельного внимания на территории АР Крым, где сейсмическая активность, особенно на южном берегу Крыма, доходит до десяти. Для восприятия зданием сейсмической нагрузки применяют систему пространственных железобетонных каркасов. Которые в свою очередь армируются стержневой арматурой периодического профиля, выпускаемой согласно ДСТУ 3760-2006 ««Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Общие технические условия.» (ISO 6935-2:1991,NEQ) [5].

Согласно отдельных проектных решений высотных зданий, в уровнях нижних этажей, стержни достигают максимальных диаметров. Соединение этих стержней должно выполняться с использованием ванно-шовного способа на стальной скобе-накладке [1].

С появлением ДСТУ 3760-98 и ДСТУ 3760-2006 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Общие технические условия», созданным в соответствии с европейскими нормами EN 10080 в ISO/DIS 6935-2, появилась возможность экономить металл за счет улучшения физико-механических показателей.

Все европейские страны уже полностью перешли на применение в обычном железобетоне свариваемой арматуры класса B500 (A500C) с пределом текучести $\sigma_t > 500$

Н/мм². В странах Юго-Восточной Азии арматура классом ниже вообще запрещена к использованию в многоэтажном строительстве.

В Украине также на сегодняшний день наблюдается повышение спроса на арматурный прокат класс А500С.

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛИ И ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ конструктивных форм сварных узлов рабочей арматуры сейсмостойких каркасов, способов их проектирования и изготовления, выявил следующее:

1. Прослеживается устойчивая тенденция применения нового арматурного проката класса А500С при проектировании и возведении высотных зданий и сооружений в сейсмических районах и сложных инженерно-геологических районах;

2. Наиболее распространенные узлы соединения рабочей арматуры, выполненные ручной дуговой сваркой ванно-шовным способом на стальной скобе-накладке;

3. Не совершенна методика исправления дефектов сварных узлов рабочей арматуры класса А500С выполненные ручной дуговой сваркой ванно-шовным способом на стальной скобе-накладке.

Принимая во внимание вышеизложенные выводы, определяем цель диссертационной работы:

Целью данной научной работы является, разработка рекомендаций по оптимальному усилению сварных узлов рабочей арматуры класса А500С за счет применения дополнительных конструктивных элементов.

В связи с поставленной целью необходимо решить следующие **задачи**:

1. Определить механизм разрушения узла соединения арматуры класса А500С при наличии недопустимых дефектов, путем проведения экспериментальных исследований;

2. Разработать усиление сварного узла рабочей арматуры с применением боковой накладки;

3. Провести сравнительный анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований;

2. АРМАТУРНЫЙ ПРОКАТ СОГЛАСНО ДСТУ 3760:2006

В 2006 году введен в действие ДСТУ 3760:2006 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Общие технические условия.» (ISO 6935-2:1991,NEQ) [5].

В основу данного стандарта положены требования к арматурному прокату, установленные в следующих зарубежных нормативных документах ISO 6934, ISO 6935, DIN 488, ENV 10080, BS4449. С введением ДСТУ 3760-98 и ДСТУ 3760-2006 в Украине отменены ГОСТ 5781—82 и ГОСТ 10884—94.

Таблица 1.1.

Сравнительные характеристики арматурного проката

Класс арм. проката по ДСТУ 3760-98	Номинальный диаметр, мм	Марка стали при изготовлении проката по ДСТУ 3760-98	Значение в действующих нормативных документах и нормативных документах, действующих раньше		
			Вид арматуры, стандарт	Класс арматуры	Марка стали
1	2	3	4	5	6
А 500 С	6 - 40	Ст5сп	Стержневая термомеханически упрочненная периодическо го профиля	-	Ст5сп
		Ст5пс			Ст5пс
		Ст3пс			-
		Ст3Гпс			-
		25Г2С			-

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:

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 в ДСТУ 3760-98 и является промежуточным, не имеющим аналога. Класс проката А500С по способу производства классифицируется как термомеханически упрочненный, периодического профиля, Индекс «С» указывает, что прокат является свариваемым.

В таблице 1 приведена идентификация арматурного проката согласно ДСТУ 3760-98 по отношению к ГОСТ 5781—82 и ГОСТ 10884—94.

Как видно из табл.1 класс А500С не имеет аналога по ГОСТ 5781 и ГОСТ 10884-94.

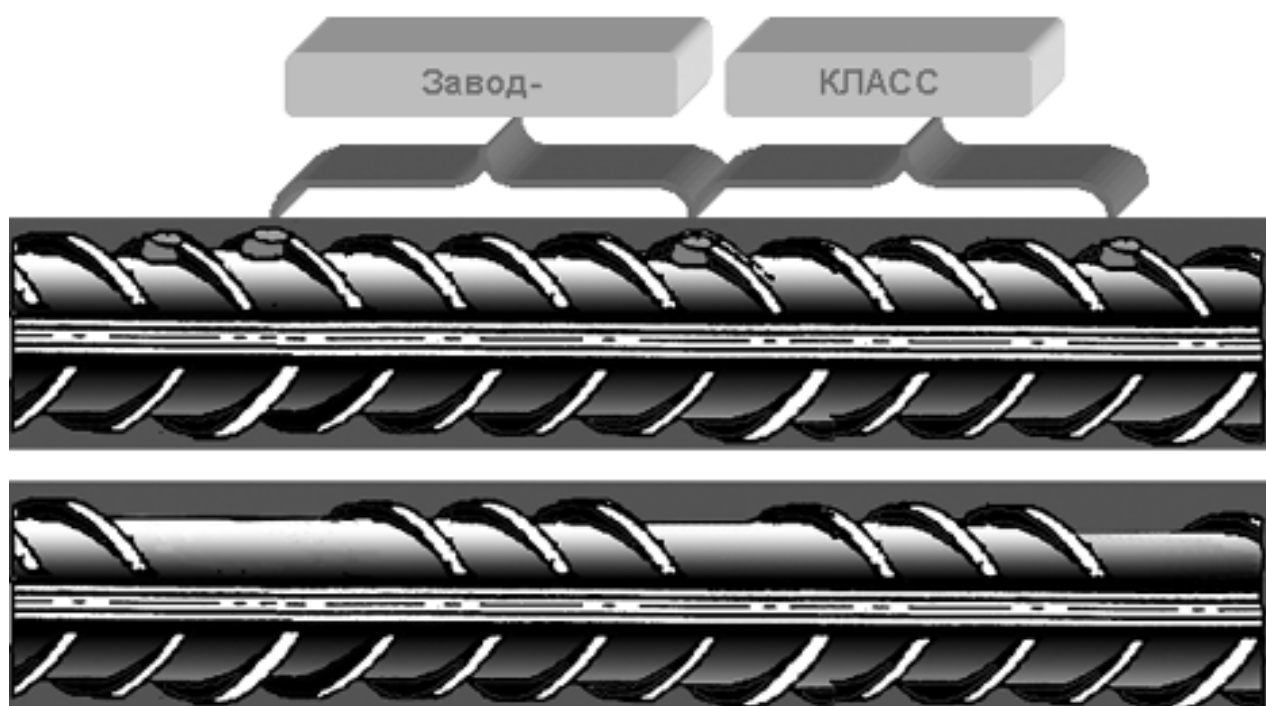


Рис 1.1. Схема маркировки прокатной продукции предприятий Украины
3. МАРКИ СТАЛЕЙ ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРНОГО ПРОКАТА.

Таблица 3.1.

(ДСТУ 3760-2006) Таблица А.1 Додаток А (довідковий)

Клас арматурного прокату	Марки сталі ДСТУ 2651:2005 (ГОСТ 380-2005, ГОСТ 5781-82, ГОСТ 10884-94)	Спосіб виготовлення прокату	Діаметри прокату
А240С	Ст3сп, Ст3пс, Ст3кп	гарячекатаний	5,5–40
А400С	Ст3сп, Ст3пс, Ст3Гпс, Ст5сп, Ст5пс, 25Г2С, 35ГС	термомеханічно зміцнений гарячекатаний	6-40
А500С	Ст3сп, Ст3пс, Ст3Гпс, Ст3Гпс 25Г2С	термомеханічно зміцнений	6–16 18–22 25–40

A600	20ГС	термомеханічно зміцнений	10–32
A600С	25Г2С, 35ГС		
A600К	10ГС2, 08Г2С		
A800	20ГС, 20ГС2, 08Г2С, 10ГС2		6–40
A800К	35ГС		
A800СК	20ХГС2		
A1000	25Г2С, 20ХГС2		6–40

Прокат вважають зварюваним, якщо сталь, з якої він виготовлений, відповідає вимогам табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Клас арматурного прокату	Масова частка елементів, %, не більше ніж						
	вуглець	кремній	марганець	фосфор	сірка	азот	миш'як
A240С	0,22	–	–	0,045	0,045	0,012	0,08
A400С, A500С	0,25	–	–	0,045	0,050	0,012	0,08
A600, A600С, A600К	0,37	1,0	1,6	0,045	0,045	0,012	0,08
A800, A800К, A800СК	0,37	2,40	2,3	0,040	0,040	0,012	0,08
A1000	0,32	2,40	2,3	0,040	0,040	0,012	0,08

4. ЭЛЕКТРОДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ СВАРКИ АРМАТУРНОГО ПРОКАТА

Для выполнения монтажных соединений арматурной стали различных классов сварочные материалы принимают согласно табл. 4.1 [2].

Таблица 4.1.

Класс арматуры	Рекомендуемые типы электродов для сварки		
	Ванной, ванно-шовной и дуговой многослойными швами стыковых соединений	Протяженными швами стыковых и нахлесточных соединений	Дуговой ручной прихватками
A-I (A240C)	Э42, Э46, Э42А, Э46 А		
A-II(A300C)	Э50А	Э42А, Э46А, Э50А	Э50А, Э55
A-III(A400C) АТ-III С	Э55, Э60		
АТ-IV (A600)			

На данный момент не существует рекомендаций по применению конкретных марок электродов, которые были бы предназначены для сварки арматурных сталей в конструкциях сейсмостойких зданий.

Все види электродов, предназначенные для сварки углеродистых и низколегированных сталей, с любым видом покрытия должны отвечать требованиям ГОСТ 9466-75 и ГОСТ 9467-75, а также требованиям технических условий на электроды.

В зависимости от назначения стальные электроды для ручной сварки подразделяются:

У — для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 600МПа; ГОСТ 9467-75 предусматривает 9 типов электродов (Э38, Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А, Э55, Э60);

К группе электродов для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей относятся электроды, предназначенные для сварки углеродистых сталей, содержащих до 0,25% углерода, и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 590 МПа. Основными характеристиками электродов являются

механические свойства металла шва и сварного соединения: временное сопротивление разрыву, относительное удлинение, ударная вязкость, угол изгиба. По этим показателям электроды, согласно ГОСТ 9466-79 [4], классифицируются на следующие типы (в условном обозначении типа электрода две стоящие за буквой "Э" (электрод) цифры соответствуют минимальному временному сопротивлению разрыву металла шва или сварного соединения в кгс/мм²: Э50 - для сварки сталей с временным сопротивлением до 490 МПа; Э50А - для сварки тех же сталей, когда к металлу шва предъявляются повышенные требования по относительному удлинению и ударной вязкости; Э55 и Э60 - для сварки сталей с временным сопротивлением разрыву от 490 МПа и до 590 МПа. Перечисленные характеристики, которые необходимо учитывать при выборе конкретной марки электрода, в значительной степени определяются видом покрытия.

Для сварки углеродистых и низколегированных сталей существует большое количество марок электродов, но самые распространенные из них по ГОСТу 9466-75, это: УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, УОНИ-13/65, АНО -2, АНО-3, АНО-4, АНО-21, МР -3, и ГОСТ 9467-75 предусматривает 9 типов электродов (Э38, Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А, Э55, Э60);

При сварке арматурных изделий и сборных железобетонных конструкций на монтаже в первую очередь должны применяться электроды с основным покрытием, обеспечивающие возможность сварки на постоянном токе.

Качество сварочных электродов должно подтверждаться сертификатом завода изготовителя.

5. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СВАРКИ

Для сварки стыка арматуры класса А500С применялось специализированное (общего назначения) сварочное оборудование, технические характеристики которого позволяют осуществлять технологию сварки в соответствии с требованиями СНиП 3.03.01.-87 и СН 393-78. В нашем случае технические характеристики сварочного оборудования были проверены в специализированной испытательной лаборатории ОАО «СЭЛМА» сертифицированной и аккредитованной согласно КНД 50-004-93 «Система сертификации УкрСЕПРО...» (см. рис. 5.1.)

Исследования показали, что для ручной дуговой сварки ванно-шовным способом рекомендуется применять сварочное оборудование с крутопадающей характеристикой с напряжением холостого хода более 50 вольт.

Источник питания дуги выбирался в зависимости от технологических особенностей применяемых сварочных электродов по роду тока (постоянный), напряжению холостого хода и пределам регулирования сварочного тока по диаметру электродов.



Рис. 5.1. Сварочные выпрямители ВДМ-6302 С УЗ и ВД-306м.

6. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

6.1. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СВАРНЫХ УЗЛОВ ВАННО-ШОВНЫМ СПОСОБОМ

Стальная скоба-накладка – это дополнительная конструктивно-технологическая деталь, воспринимающая часть осевой нагрузки, площадь сечения которой не менее 50% площади сечения стыкуемых стержней.

Конструкцию и размеры скоб-накладок приняли согласно ГОСТ 14098-91. Для предотвращения образования трещин в стадии изготовления скоб-накладок и в процессе сварки, изготовили скобы-накладки из низкоуглеродистой стали Ст-3сп, Ст-3пс. (рис. 6.1.1. и табл. 6.1.1)

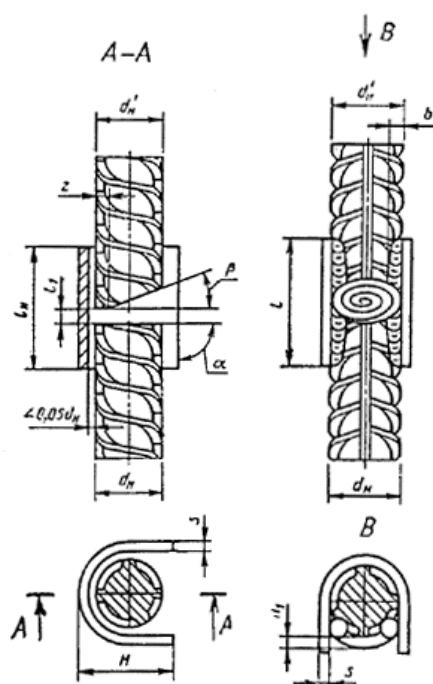


Рис. 6.1.1 Конструктивная схема узла

Таблица 6.1.1.

Номинальный диаметр арматуры	Толщина скобы-накладки	Длина скобы-накладки	Ширина заготовки для скобы	Размер зазора для сварки	Высота готовой скобы-накладки
20	6	60-70	60	12-20	30
22	6	70-80	60	12-20	33
25	6	80-90	66	12-20	36
28	8	80-95	76	12-20	42
32	8	85-100	85	12-20	47
36	8	96-110	94	12-20	52
40	8	100-120	104	12-20	56

Скобу-накладку установили симметрично под концы стержней с зазором не более 2 мм.

Прихватку выполнили протяженными швами высотой 2-3 мм с четырех сторон по длине фланговых швов от концов скоб к середине (рис. 6.1.2.). Это обеспечило в последующем легкое удаление шлака вытекшего в процессе сварки из ванночки между скобой и арматурой.

Ванно-шовную сварку на стальной скобе-накладке выполняли непрерывно, условно разбив на четыре этапа:

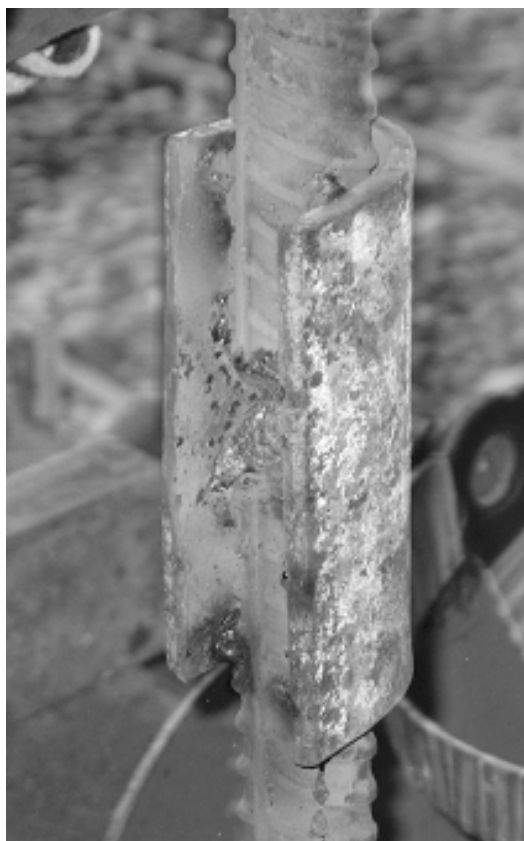


Рис. 6.1.2. Сборка под сварку и прихватка элементов узла



Рис. 6.1.3. Выполнение корневого шва

Опустив электрод в зазор между стержнями, возбуждали дугу и приварили торец нижней арматуры к стальной скобе-накладке, наклоняя при этом электрод по возможности в противоположную сторону.

После остывания шва необходимо очистить его от шлака (рис.6.1.4 и 6.1.5).



Рис. 6.1.4. Остывание корневого шва



Рис. 6.1.5. Зачистка корневого шва от шлака

Заполнение межторцевого зазора производится аналогично, послойно перекрывая предыдущий шов. При этом необходимо контролировать процесс очистки от шлака.



Рис. 6.1.6. Выполнение многослойных швов



Рис. 6.1.7. Остывание

После того как заполнили ванну до половины приступили к моделированию дефекта в виде несплавления кромок. Для этого в середину стыка внедрили пластинку меди, размером 10x10 мм и толщиной 2 мм (рис. 6.1.8.). После чего продолжили послойное заполнение ванны.

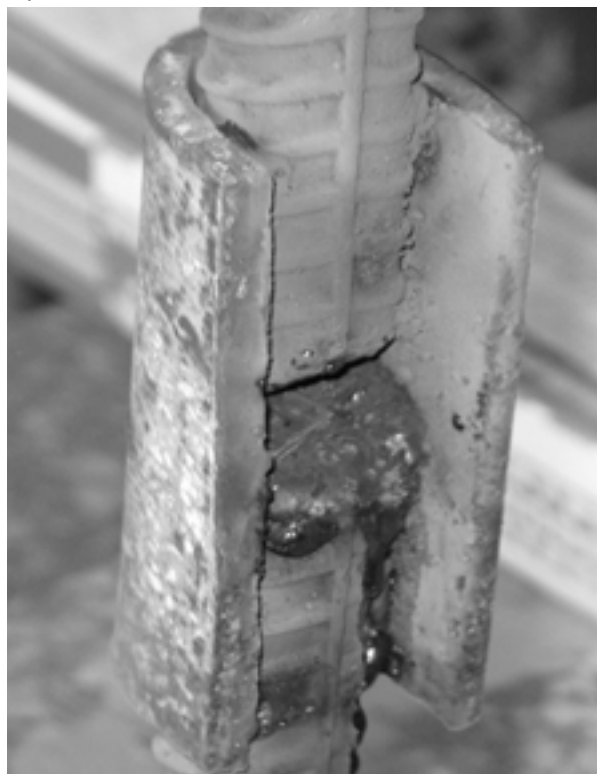


Рис. 6.1.8. Моделирование дефекта

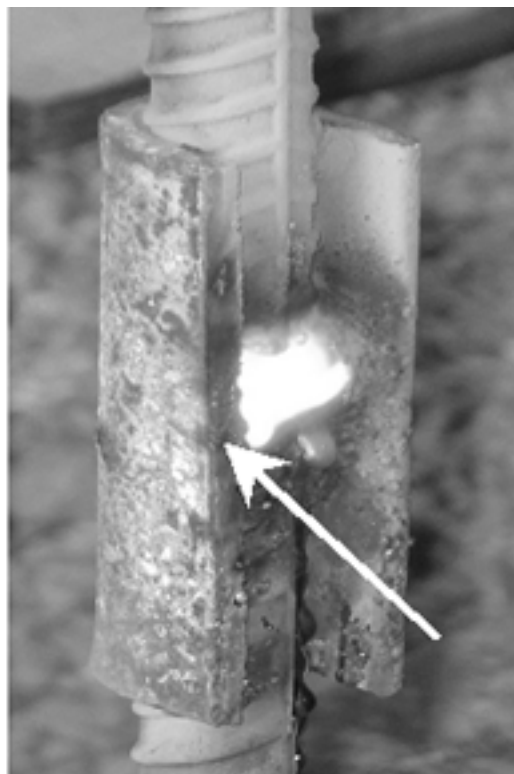


Рис. 6.1.9. Остывание

Смену электрода, сварщик должен выполнять за 2-5 секунд. Излишки шлака в ванночке гасят сварочную дугу и способствуют образованию шлаковых включений, поэтому сварщик должен научиться точно определять уровень безопасного количества шлака и предупреждать «захлебывание» дуги избавлением от излишков шлака.

Заканчивается сварка стыкового соединения наплавкой фланговых швов в направлении движения от концов скобы накладки к середине и наплавкой усиления в два и более слоев.



Рис. 6.1.10. Выполнение фланговых швов



Рис. 6.1.11. Остывание образцов с дефектом

Высота усиления ванночки должна быть 2 мм и не более 4 мм. Ширина фланговых швов должна быть от 0,35 до 0,4 d.

Стыковые соединения стержней, забракованные по результатам контроля, могут быть вырезаны или усилены. Вырезанное соединение следует заменить вставкой и заварить вновь (рис. 6.1.12).

При обнаружении дефекта подобного рода, его необходимо устранить по ранее разработанной и утвержденной методике

А именно:

- Вырезать по основному металлу рабочих стержней;
- Установить вкладыш из того же материала и того же диаметра, что и основной стержень;
- Выполнить сварное соединение и использованием двух ванночек.

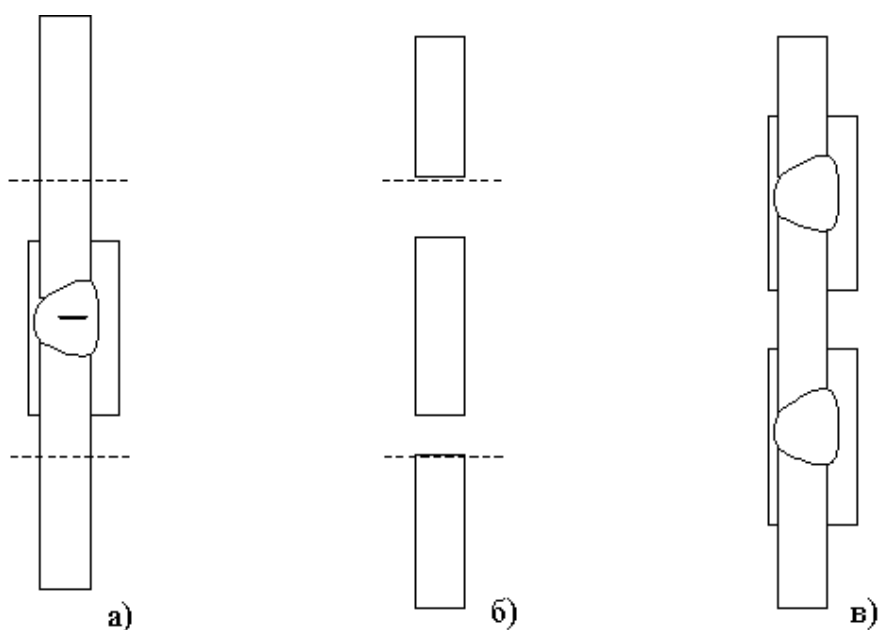


Рис. 6.1.12. Методика устранения дефектного сварного шва.

Допускается усиление некачественных сварных соединений согласно схеме, приведенной на рис. 6.1.13.

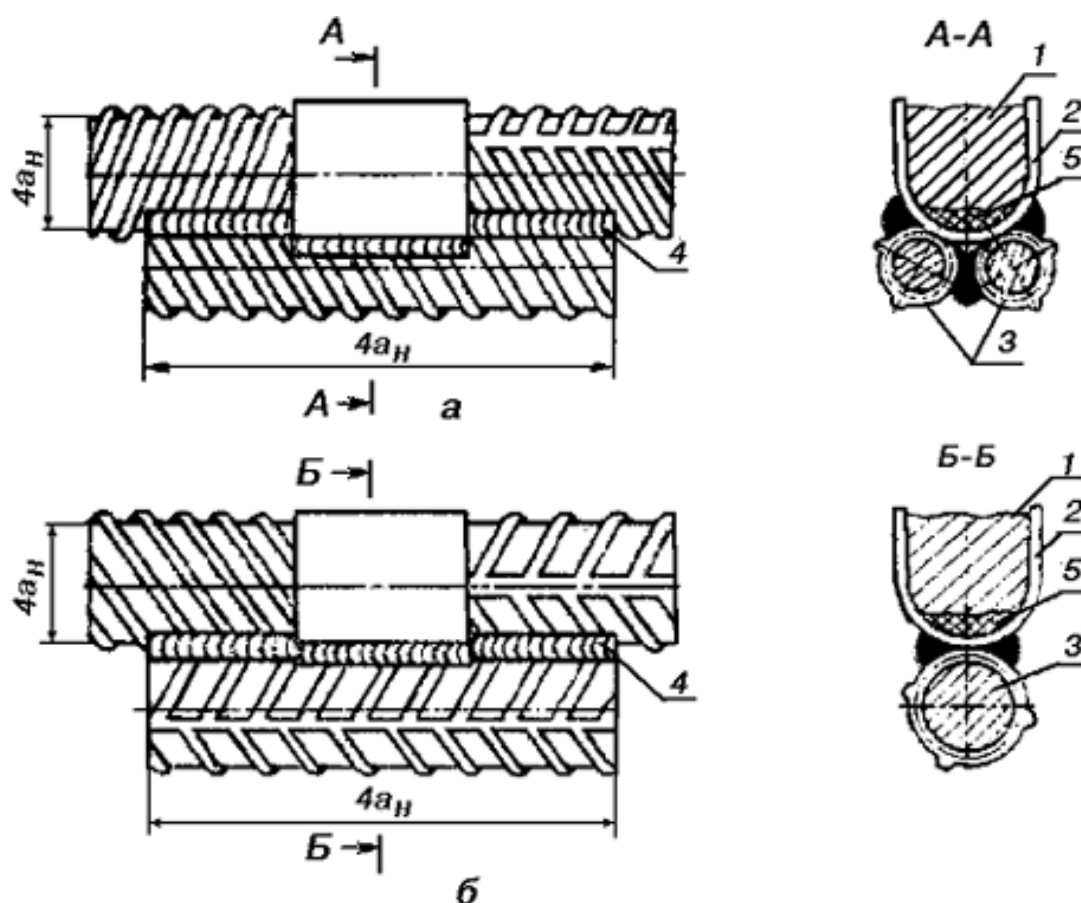


Рис. 6.1.13. Усиление дефектных сварных соединений по ГОСТ 23858-79:

1 - сварное соединение; 2 - стальная скоба; 3 - накладка; 4 - протяженные сварные швы; 5 - дефект.

Однако у этого способа усиления есть ряд существенных недостатков:

1. Трудоемкость в изготовлении, так как необходимо накладку усиления подрезать в месте соприкосновения с скобой, а это ослабляет расчетное сечение и необходимо принимать величину усиления с запасом;
2. Неудобство выполнения вертикальных боковых швов, так как накладка усиления находится внутри колонны;
3. При восприятии осевого растяжения, стык испытывает воздействие изгибающего момента, который выгибает узел в направлении к наружной грани колонны и создает риск нарушения защитного слоя бетона.

В связи с этим принято решение расположить накладку непосредственно на усиление сварного шва (рис.6.1.14).

Это позволит:

1. Снизить трудоемкость за счет упрощения мероприятий по подготовки и прихватки стержня усиления;
2. Накладка расположена со стороны наружной грани колонны и не создает препятствий для выполнения сварных швов;
3. Узел испытывает усилие растяжения с изгибом в направлении во внутрь колонны, что в свою очередь улучшает работу элемента.

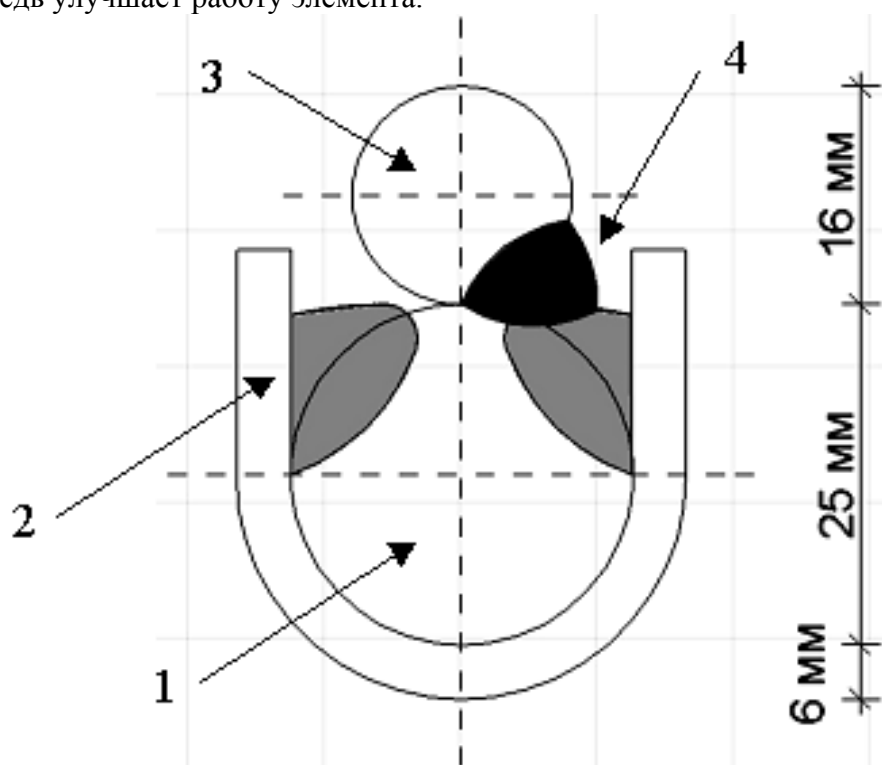


Рис. 6.1.14. Альтернативный вариант усиления:

1- сварное соединение; 2 - стальная скоба; 3 - накладка; 4 - протяженные сварные швы.

6.2. УСИЛЕНИЕ СВАРНЫХ УЗЛОВ АРМАТУРЫ С ДЕФЕКТОМ

После полного остывания, сварные узлы были усилены. В качестве усиления были приняты накладки из арматуры класса А500С, диаметром 16 мм. Величина нахлестки составляет по 8 номинальных диаметров с каждой стороны. Сварку выполняли на постоянном токе обратной полярности, с применением электродов марки УОНИ 13\55, тип Э55А. Протяженные швы расположены с одной стороны, в шахматном порядке.



Рис. 6.2.1. Усиление сварных узлов при помощи боковой накладки.



Рис. 6.2.2. Усиление дефектных сварных соединений



Рис. 6.2.3. Остывание сварных соединений

6.3. МАГНИТНЫЙ КОНТРОЛЬ НАЛИЧИЯ НЕСПЛОШНОСТЕЙ И ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ВЫПОЛНЕННЫХ СВАРНЫХ УЗЛОВ С ДЕФЕКТОМ

По данным межгосударственного стандарта ГОСТ 30415-96 [] известно, что разработана методика, магнитного контроля. Данный метод не применяется для определения остаточных напряжений, напряженно-деформированного состояния. Расчеты ведутся по коэффициенту корреляции, а не с учетом коэрцитивной силы.

Преимущества контроля с использованием коэрцитиметрии заключается в том, что осуществляется без зачистки металла и специального намагничивания и позволяет выполнить экспресс-контроль качества сварных соединений в ручном и автоматическом режиме и массовом производстве на различных изделиях из углеродистых марок стали.

Для того, чтобы определить напряженность электромагнитного поля, измеряем величину коэрцитивной силы сварного соединения с помощью коэрцитиметра K2M (рис.

6.3.1) в зоне термического влияния, основном металле и непосредственно на сварном шве. Величина коэрцитивной силы соответствует предельному состоянию металла.



Рис. 6.3.1 Структуроскоп КРМ Ц К2М. Общий вид.



Рис. 6.3.2. Исследования стальной скобы накладке перед заваркой контрольных стыков



Рис. 6.3.3. Исследования арматурных стержней перед заваркой контрольных стыков



а)



б)



в)

Рис. 6.3.6. Исследования при помощи коэрцитиметра. а) образец под нагрузкой; б) без нагрузки; в) фиксация показаний на КПК.

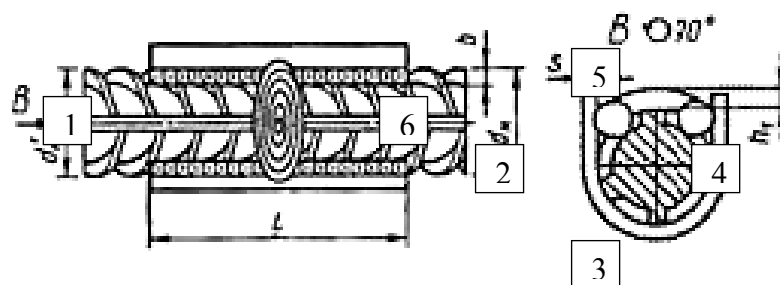


Рис. 6.3.7. Места снятия показаний.

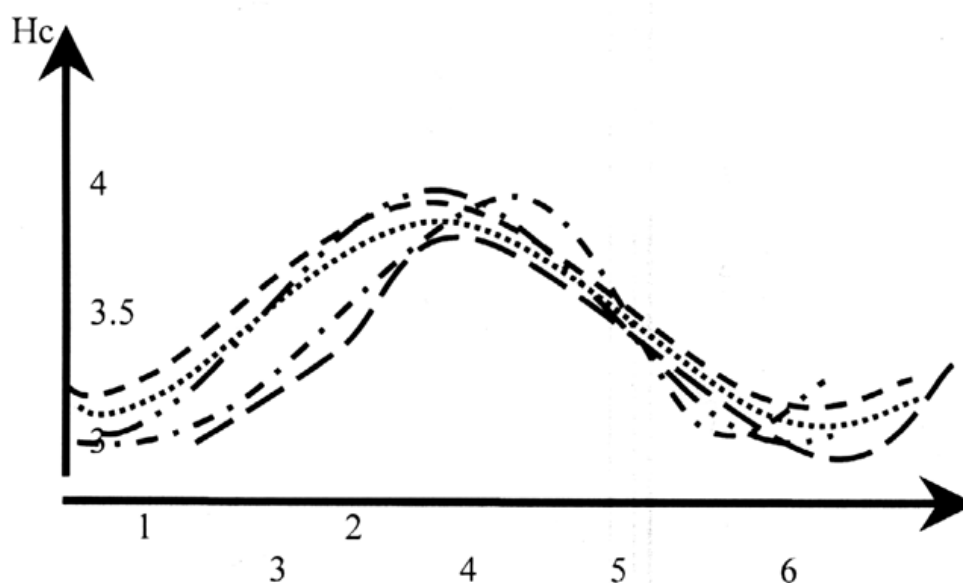


Рис. 6.3.8. Диаграмма распределения величины коэрцитивной силы в образцах с дефектом.

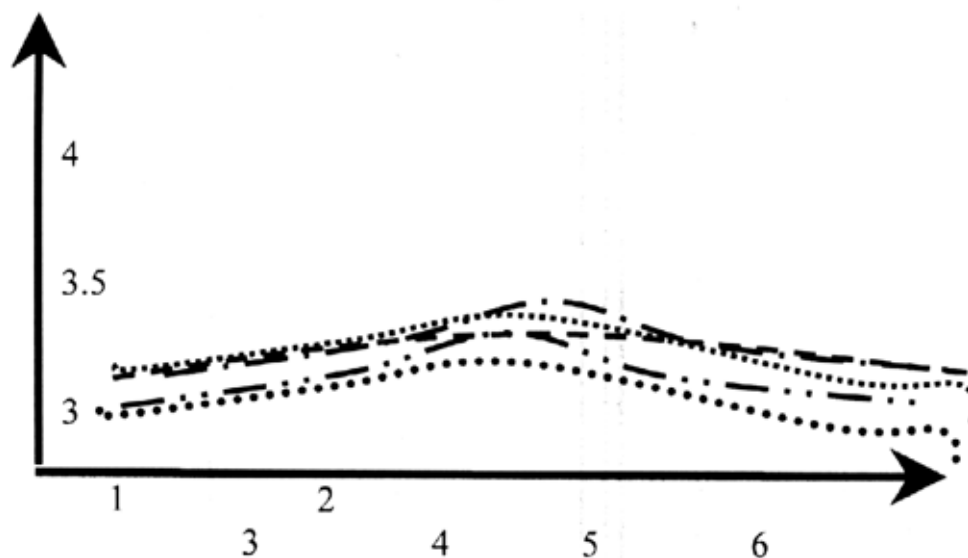


Рис. 6.3.9. Диаграмма распределения величины коэрцитивной силы в образцах без дефекта.

6.4. МЕХАНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

Проводили согласно требований нормативной документации. Длина контрольных образцов составляла не менее 600 мм, а стык – в середине образца. Испытания проводились на разрывной машине Р-50

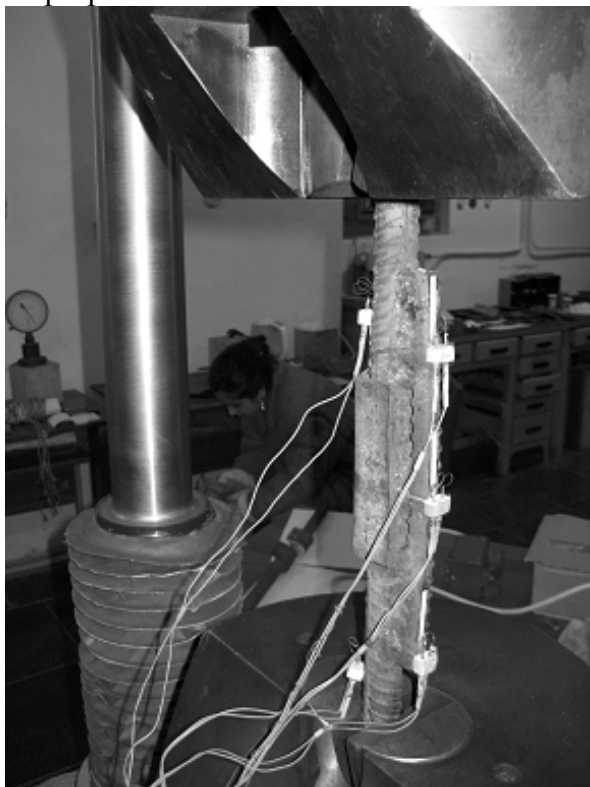


Рис. 9.2.1. Образец с усилением



Рис. 9.2.2. Образец без усиления

Перед проведением испытаний были установлены тензодатчики: по одному на рабочие стержни и три на элемент усиления, в общей сложности пять штук на каждый образец.

Для достоверности было испытано десять образцов с дефектом без усиления (рис. 9.2.2.) и десять дефектных образцов с усилением (рис 9.2.1.).

В процессе испытания, нагрузка нормировалась и прикладывалась ступенями. Каждая ступень составляла около 1/10 от разрушающей нагрузки, и была равна 7 кгс/мм.кв.

Снятие показаний выполняли при нагружении каждой ступенью и после 20-ти минутной выдержки под нагрузкой.

Показания тензодатчиков фиксировалось при помощи тензометрического моста ЦТМ-3 (рис 9.2.3.) и переключателя датчиков ПД-10 (рис 9.2.4.).



Рис. 9.2.3. ЦТМ-3

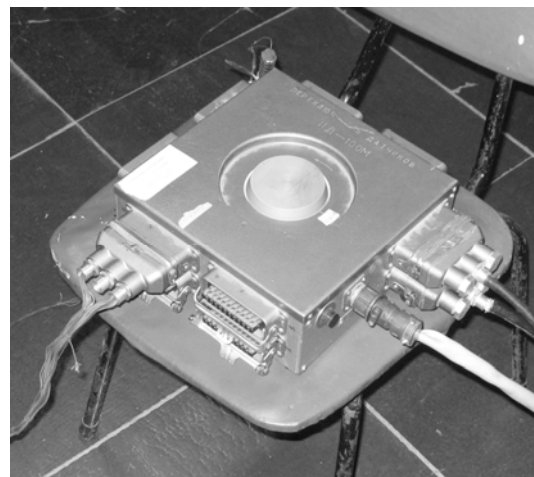


Рис. 9.2.4. ПД-10



Рис. 9.2.5. Механические испытания.

а) настройка оборудования;

б) снятие показаний

6.5. РЕЗУЛЬТАТЫ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ.

Разрушение всех десяти образцов с дефектами без усиления происходило по металлу скобы-накладки (рис.6.5.1.)

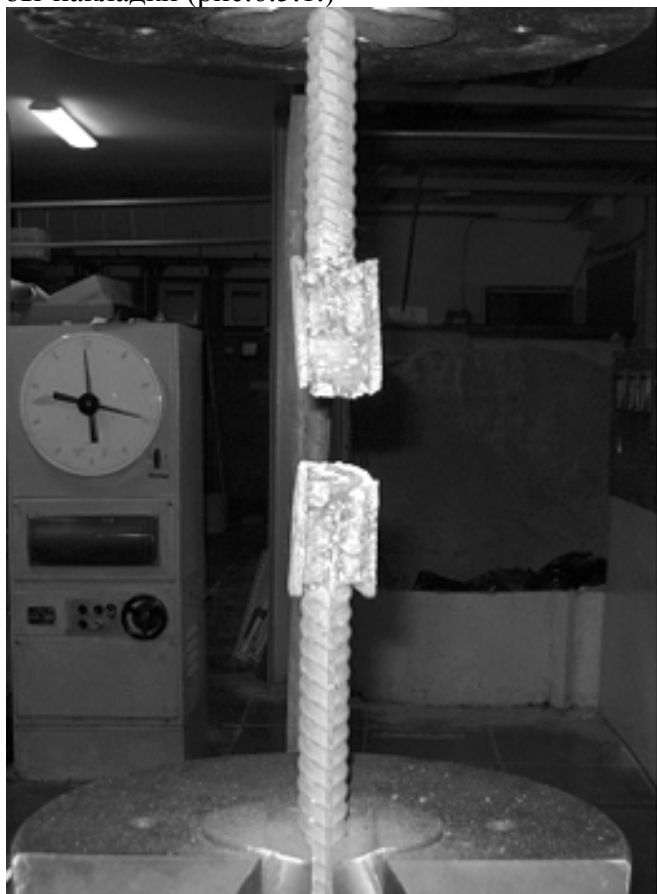


Рис. 6.5.1. Образец после испытания.

а) общий вид;

б) фрагмент.

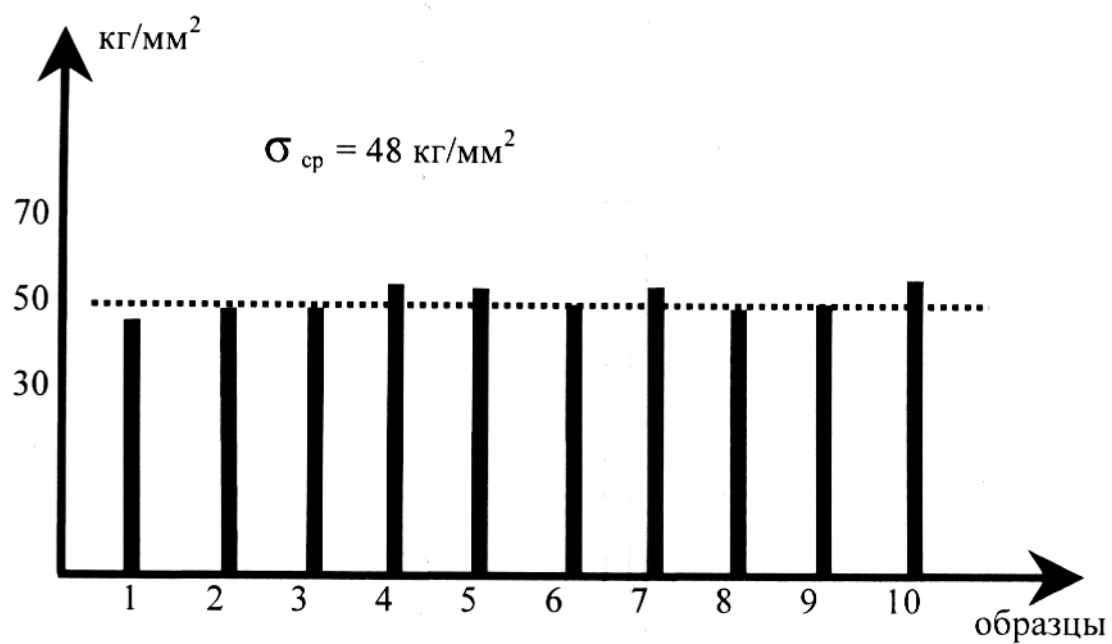


Рис. 6.5.2. Результаты механических испытаний образцов без усиления.

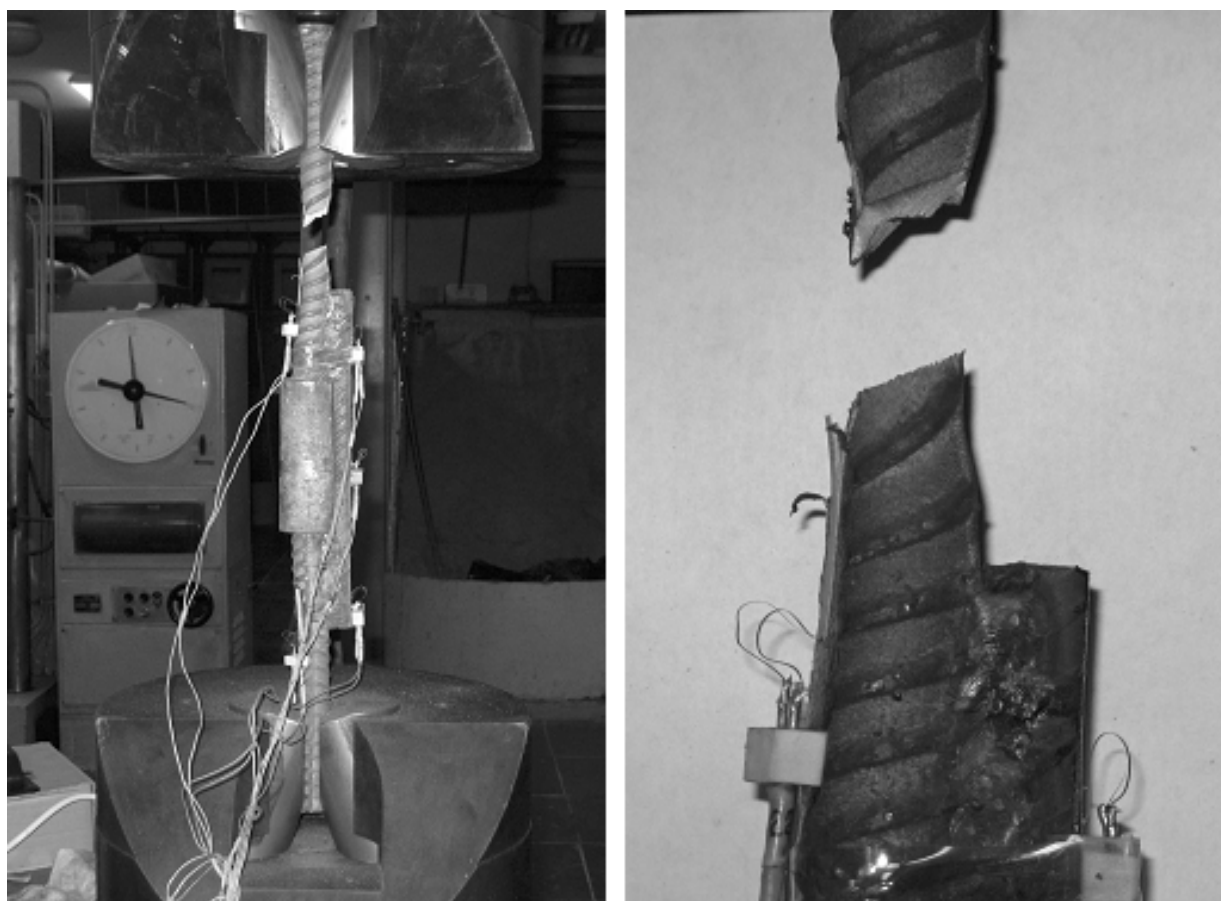


Рис. 6.5.3. Образец после испытания. а) общий вид; б) фрагмент.

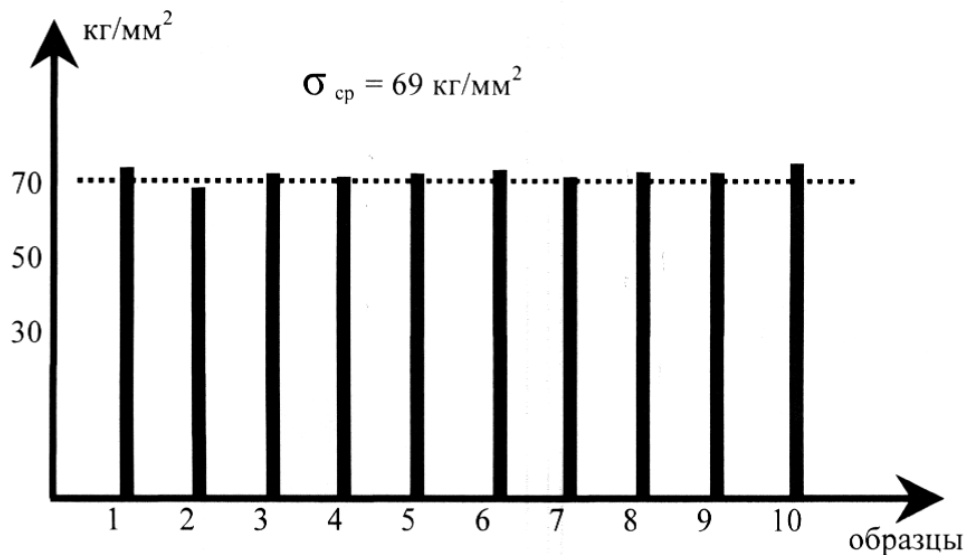


Рис. 6.5.4. Результаты механических испытаний образцов с усилением
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДБН В.1.1-12:2006 «Строительство в сейсмических районах» / Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины Киев 2006.
2. СНиП 2.03.01-84* Бетонные и железобетонные конструкции. / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СРСР, 1985, -79 с.
3. ГОСТ 5264-80. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия. –М.: Издательство стандартов. 1980. 31 с.
4. ГОСТ 14098-91. «Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры.». –М.: Издательство стандартов. 1981. 10 с.
5. ГОСТ 9466-79. Electroды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия. –М.: Издательство стандартов. 1977. 20 с.
6. ДСТУ 3760-2006. Прокат арматурный для железобетонных конструкций. –К.: 2007. 26 с.
7. Технологические рекомендации по ручной дуговой сварке соединений арматуры ванно-шовным способом и протяженными швами на монтаже производственного корпуса ЗАО «Крым АвтоГАЗ», КАПКС, ФПКП, Симферополь 2000, 41 с.
8. Ажермачев Г.А., Меннанов Э.М. «Особенности конструирования сейсмостойких стыков железобетонных каркасов при арматуре различных диаметров». Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства: Материалы 2-й Международной научно-технической интернет конференции.-Харьков : ХНАГХ, 2007.
9. 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.
10. 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
11. Меннанов Э.М., Сеттаров Р.Э., Карпова В.С. «О выборе электродов для сварки продольной арматуры в каркасах сейсмостойких зданий и сооружений.» Сб. науч. трудов НАПКС №24-25, СибТБ, 2008.
12. Меннанов Э.М., Шевченко Н.Н. «Альтернативный стык арматуры класса А500С». Сб. науч. трудов НАПКС №24-25, СибТБ, 2008.