УСТРАНЕНИЕ ДЕФЕКТОВ В ЛИТЫХ ДЕТАЛЯХ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВАРКИ БЕЗ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2013

gost.e-ecolog.ru

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО
ИССЛЕДОВАНИЮ И ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ им. И.И.ПОЛЗУНОВА»
(ОАО «НПО ЦКТИ»)

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СТО ЦКТИ
10.049-
2013

УСТРАНЕНИЕ ДЕФЕКТОВ В ЛИТЫХ ДЕТАЛЯХ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВАРКИ БЕЗ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2013

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

Объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организации установлены ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организации. Общие положения»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН открытым акционерным обществом «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И.Ползунова» (ОАО «НПО ЦКТИ»)

Рабочая группа:
А.А.Ланин, И.А.Трифонов, В.В.Слюсарев (ОАО «НПО ЦКТИ»)
М.В.Карасев (ЗАО НПФ «ИТС»)

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Генерального директора ОАО «НПО ЦКТИ» от 30 августа 2013 № 322

3 ВЗАМЕН РД 108.021.112-88

© ОАО «НПО ЦКТИ», 2013
Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ОАО «НПО ЦКТИ»

Содержание

1 Область применения. 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины и определения 3
4 Общие положения 4
5 Выбор технологического варианта устранения дефектов 7
6 Основные указания по устранению дефектов в литых деталях 9
7 Требования к контролю качества 20
8 Оформление технической документации на ремонтные работы 22
Приложение А (рекомендуемое). Требования по изготовлению и сварке допускного контрольного соединения 24
Лист регистрации изменений 26

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

УСТРАНЕНИЕ ДЕФЕКТОВ В ЛИТЫХ ДЕТАЛЯХ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВАРКИ БЕЗ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Дата введения – 2013-09-01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт (СТО) устанавливает технологические требования к устранению дефектов в литых деталях энергооборудования на стадиях изготовления монтажа и ремонта.

1.2 Стандарт распространяется на оборудование тепловых электрических станций (ТЭС), атомных электрических станций (АЭС) и гидравлических электрических станций (ГЭС). Восстановление работоспособности заваркой выборок подлежат литые корпусные детали паровых, газовых и гидравлических турбин, литые корпусы арматуры, литые детали обойм и диафрагм турбин, литые элементы паропроводов и котлов, рабочие колеса и литые детали гидротурбин.

1.3 Настоящий стандарт распространяется на предприятия с любой формой собственности, занимающимися проектированием, изготовлением, монтажом и ремонтом энергетического оборудования.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты, правила и другие нормативные документы:

ГОСТ 977-88 Отливки стальные. Общие технические условия

ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия

ГОСТ 5632-72 Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки

ГОСТ 9466-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия

ГОСТ 9467-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы

ГОСТ 10052-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами. Типы

ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования

ГОСТ 21105-87 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод.

ГОСТ 26271-84 Проволока порошковая для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей. Общие технические условия

РД 03-606-03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю

РД 34.10.122-94 Унифицированная методика стилоскопирования деталей и сварных швов энергетических установок

РД 153-34.1-003-01 Сварка, термообработка и контроль качества трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования (РТМ-1с)

ОСТ 108.961.03-79 Отливки из углеродистой и легированной стали для фасонных элементов паровых котлов и трубопроводов с гарантированными характеристиками прочности при высоких температурах. Технические условия

ТУ 108.11.158-86 Отливки стальные фасонные без механической обработки. Технические условия

ТУ 1274-027-11143754-2006 Проволока порошковая для дуговой сварки. Технические условия

ТУ 1274-051-11143754-2012 Проволока порошковая для дуговой сварки. Технические условия

ТУ 1274-054-11143754-2012 Проволока порошковая для дуговой сварки Технические условия

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 заварка выборки: Нанесение с помощью сварки слоев металла на поверхность выборки до ее заполнения

3.2 однородная заварка: Заварка выборки с применением сварочных материалов соответствующих по химическому составу и структуре основному металлу литых деталей

3.3 разнородная заварка: Заварка выборки с применением сварочных материалов отличающихся по химическому составу и структуре от основного металла литых деталей

3.4 блокирующая вставка: Вставка из выпуклой металлической пластины, устанавливаемая на дно выборки и перекрывающая зону с не удаленными дефектами

3.5 допускное контрольное соединение: Соединение, имитирующее заварку выборки на литой детали, выполняемое сварщиком перед допуском к производственной сварке

3.6 порошковая проволока: Сварочная проволока, состоящая из металлической оболочки, заполненной порошкообразными веществами

3.7 сварочная проволока: Проволока, используемая как присадочный металл при сварке плавлением

3.8 МПД: Магнитопорошковая дефектоскопия

3.9 ЦД: Цветная дефектоскопия (метод капиллярного контроля)

4 Общие положения

4.1 Требования настоящего стандарта распространяются на литые детали, находящиеся в эксплуатации, изготовленные из марок сталей приведенных в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Марки стали примененные при изготовлении литых деталей

Классификация материала литых деталей	Марка стали	Стандарт
Углеродистые конструкционные стали перлитного класса	20Л, 25Л, 30Л, 35Л	ГОСТ 977-88
Низколегированные конструкционные стали перлитного класса	20ГСЛ, 30ГСЛ	ГОСТ 977-88 ОСТ 108.961.03-79
	25ГСЛ	ТУ НКМЗ
Низколегированные теплоустойчивые хромомолибденовые и хромомолибденованадиевые стали перлитного класса	12МХЛ, 20ХМЛ, 20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ	ГОСТ 977-88 ОСТ 108.961.03-79 ТУ 273-69
Высоколегированные (высокохромистые) стали мартенситного и мартенситно-ферритного класса	15Х11МФБЛ, 0Х12НДЛ 06Х12Н3ДЛ, 08Х13Н4ДМЛ, 08Х15Н4ДМЛ	ТУ 108.11.158-86 ТУ 348-72 ТУ НЗЛ 2010-63 ТУ 49-2004-59
Высоколегированные стали аустенитного класса	10Х18Н9ТЛ	ГОСТ 977-88 ТУ 2114-75
Примечание–Допускается ремонт литых деталей изготовленных по другим стандартам		

4.2 Использование настоящего СТО для других марок сталей, в том числе иностранного производства, может быть допущено по согласованию с разработчиком стандарта.

4.3 Устранение дефектов в соответствии с настоящим стандартом производится с учетом эксплуатационных условий нагружения деталей (температуры, нагрузок, коррозионных и эрозионных воздействий).

4.4 В зависимости от соответствия применяемых сварочных материалов основному металлу литых деталей заварка выборок в соответствии с настоящим стандартом подразделяется:

- «однородная заварка» – гарантирующая работоспособность деталей после ремонта не ниже ресурса эксплуатации основного металла, за счет применения сварочных материалов, обеспечивающих структуру и химический состав, соответствующие основному металлу;
- «разнородная заварка» – гарантирующая работоспособность деталей после заварки не ниже ресурса основного металла в ограниченном диапазоне эксплуатации, за счет применения сварочных материалов, отличающихся по структуре и химическому составу от основного металла.

4.5 Настоящий стандарт учитывает возможности проведения ремонта при изготовлении, на монтаже и в процессе эксплуатации.

4.5.1 Ремонт при изготовлении детали позволяет:

- перед сваркой выполнить общий предварительный подогрев в печи;
- осуществить закрепление при сварке (повысить жесткость конструкции);
- выполнить сварку в удобном пространственном положении с возможностью кантовки;
- провести полную термическую обработку после сварки;
- выполнить станочную механическую обработку после ремонта.

4.5.2 Ремонт детали на монтаже может обеспечить:

- только местный предварительный и сопутствующий подогрев;
- ограниченную возможность сварки в удобном пространственном положении;
- только местную термическую обработку после сварки;
- ограниченную возможность механической обработки.

4.5.3 При ремонте детали в процессе эксплуатации:

- возможен только местный предварительный и сопутствующий подогрев;
- ограничена возможность сварки в удобном пространственном положении;
- имеется опасность охрупчивания металла после эксплуатации;
- имеется опасность выявления в зоне сварки аустенитных заварок от предыдущих ремонтов;
- ограничена доступность для удаления выявленных дефектов;
- имеется возможность проведения только местной термической обработки после сварки;
- ограничена возможность выполнения механической обработки.

4.6 Перед началом устранения дефектов необходимо определить ремонтопригодность металла литой детали. С этой целью провести исследование металла в зоне расположения дефекта:

- определить химический состав металла для уточнения марки стали;
- определить прочностные свойства металла по результатам измерения твердости;
- по результатам исследования макро- и микроструктуры оценить неоднородность структуры, наличие предыдущих заварок и микротрещин.

4.7 По результатам исследования необходимо составить заключение о ремонтопригодности детали. Без оценки ремонтопригодности детали определение гарантированного после ремонта ресурса не может быть выполнено.

4.8 Для деталей, бывших в эксплуатации, необходимо иметь информацию о параметрах и длительности наработки, количестве циклов нагружения, наличии предыдущих ремонтов. Эта информация позволит использовать имеющийся в специализированных организациях банк данных о степени поврежденности металла.

4.9 До начала ремонта с целью минимизации опасности образования при заварке вторичных технологических трещин (от воздействия сварки или подогрева при сварке), а также исключения недопустимого коробления (мест посадки, разъемов и др.) необходимо провести соответствующие расчеты по методикам, разработанным в ОАО «НПО ЦКТИ».

4.10 Учитывая результаты многолетних исследований технологий ремонта литых корпусных деталей, проведенных в ОАО «НПО ЦКТИ», а также результаты численного моделирования, можно сделать следующие выводы:

- основным технологическим вариантом заварки выборок в литых деталях из углеродистых и низколегированных конструкционных и теплоустойчивых сталей, обеспечивающим высокую работоспособность после ремонта - является сварка с подогревом сварочными материалами однородными основному металлу – «однородная заварка».
- при ограничении температуры эксплуатации литых деталей из низколегированных теплоустойчивых и высокохромистых сталей допускается заварка выборок без подогрева сварочными материалами на никелевой основе (неоднородными основному металлу) – «разнородная заварка».

5 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ВАРИАНТА УСТРАНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ

5.1 Для производства ремонтных работ по устранению дефектов должно использоваться сварочное и термическое оборудование, отвечающее современным требованиям и обеспечивающее высокое качество сварки и подогрева.

5.2 Основным технологическим вариантом заварки выборок в литых деталях из углеродистых и низколегированных конструкционных и теплоустойчивых сталей, обеспечивающим высокую работоспособность после ремонта - является сварка с подогревом сварочными материалами однородными основному металлу – «однородная заварка». С целью увеличения производительности и сокращения сроков ремонта допускается применение механизированной сварки плавящимся электродом в среде защитных газов порошковыми и сплошными сварочными проволоками.

5.3 Для литых деталей из низколегированных теплоустойчивых и высокохромистых сталей допускается заварка выборок без подогрева сварочными материалами на никелевой основе – «разнородная заварка». Данный вариант может быть применен при ограничении температуры эксплуатации деталей не выше 480°С.

5.4 При устранении дефектов на литых деталях с образованием выборок предусмотрены следующие варианты ремонта:

- Полное удаление дефектов без последующей заварки. Вариант применяется при глубине выборки до 15% толщины стенки. Выборка должна иметь сферическую или эллиптическую форму.
- Неполное удаление дефектов без последующей заварки. Вариант применяется при глубине выборки до 15% толщины стенки. Возможность дальнейшей эксплуатации детали с дефектами должна быть подтверждена расчетом на прочность. Выборка должна иметь сферическую или эллиптическую форму.
- Полное удаление дефектов с последующей частичной заваркой. Вариант применяется при глубине выборки до 70% толщины стенки. Возможность эксплуатации подтверждается расчетом на прочность. Заварка должна обеспечить плавный переход от наплавки к основному металлу.
- Неполное удаление дефектов с последующей заваркой. Вариант применяется при глубине выборки до 70% толщины стенки, с установкой на дне выборки блокирующей вставки, перекрывающей дефект и последующей заваркой. Возможность эксплуатации подтверждается расчетом на прочность.
- Полное удаление дефектов с последующей заваркой. Вариант применяется при глубине выборки до 70% толщины стенки.

5.5 Для обоснованного выбора варианта заварки в деталях из сталей, допускающих применение всех вариантов, важным является сопоставление остаточного напряженно-деформированного состояния после выполнения ремонтных заварок. Однако в каждом конкретном случае ремонта вопрос о варианте заварки выборок решается отдельно по согласованию с организацией-разработчиком настоящего стандарта.

5.6 Заварка выборок сварочными материалами однородными основному металлу «однородная заварка» производится на литых деталях из углеродистых и низколегированных конструкционных сталях марок 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 20ГСЛ, 25ГСЛ, 30ГСЛ, а также низколегированных теплоустойчивых сталей марок 12МХЛ, 20ХМЛ, 20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ.

5.7 Заварка выборок сварочными материалами неоднородными основному металлу «разнородная заварка» допускается на литых деталях, из низколегированных теплоустойчивых сталей марок 12МХЛ, 20ХМЛ, 20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ и высокохромистых сталей марок 15Х11МФБЛ, 06Х12Н3ДЛ, 0Х12НДЛ, 08Х13Н4ДМЛ, 08Х15Н4ДМЛ.

5.8 Заварка выборок механизированным способом производится после предварительной облицовки кромок выборок не менее чем двумя слоями, выполненными ручной дуговой сваркой покрытыми электродами.

5.9 При использовании любого технологического варианта заварки для каждой ремонтируемой детали составляется карта технологического процесса или технологическая инструкция на основе положений настоящего стандарта.

5.10 В случаях необходимости заварки на литых деталях:

- выборок глубиной 70% от толщины стенки детали и более;
- сквозных выборок;
- выборок глубиной 70% от толщины стенки и более с применением блокировки остающихся трещин;
- выборок с объемом 5000 $см^3$ и более,

после выполнения ремонта необходимо выполнить расчет на хрупкую прочность по критериям трещиностойкости.

5.11 После окончания работ по устранению дефектов на литой детали качество ремонта должно быть подтверждено результатами неразрушающего контроля, оформленными соответствующими актами, протоколами или заключениями.

6 ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ УСТРАНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В ЛИТЫХ ДЕТАЛЯХ

6.1 Требования к подготовке деталей под сварку

6.1.1 По результатам визуального контроля уточнение положения и величины дефектов (трещин) на литых деталях производится одним из следующих методов: капиллярной дефектоскопией (ЦД), магнитопорошковой дефектоскопией (МПД) или химическим травлением. Расположение и размеры дефектов заносятся в ремонтный формуляр детали.

6.1.2 Параметры шероховатости Ra поверхности, подлежащей проверке на наличие дефектов, должен быть:

- не более 5,0 мкм при применении капиллярной дефектоскопии;
- не более 2,0 мкм при применении магнитопорошковой дефектоскопии;
- не более 1,25 мкм при применении химического травления.

6.1.3 Капиллярный контроль должен производиться в соответствии с ГОСТ 18442, магнитопорошковый – с ГОСТ 21105 и унифицированными методиками контроля ПНАЭ Г-7-018-89 и ПНАЭ Г-7-015-89. Химическое травление производится 10% водным раствором азотной кислоты. После окончания контроля поверхностный слой зоны химического травления зачищается шлифовальной машинкой до металлического блеска.

6.1.4 Удаление дефектов должно осуществляться механическим способом. Для углеродистых и низколегированных конструкционных сталей допускается применение воздушно-дуговой и плазменной строжки, а также строжки специализированными электродами. Зачистка поверхности выборки после строжки, производится шлифовальной машинкой до удаления следов.

6.1.5 Выборка, образовавшаяся после удаления дефектов, должна иметь минимальный объем. Угол раскрытия кромок выборки должен обеспечить возможность выполнения сварки. Контроль полноты удаления дефектов производится методами, изложенными в пункте 6.1.1. Контроль на отсутствие аустенитных наплавок от предыдущих ремонтов производится химическим травлением. Контролю подлежит поверхность выборки и прилегающая к ней зона основного металла на ширине не менее 50 мм. Вид поперечного сечения подготовленной под заварку выборки приведен на рисунке 6.1.

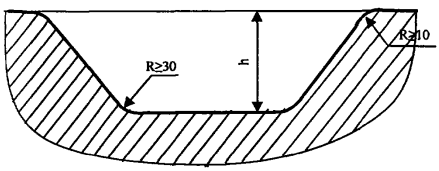

Рисунок 6.1- Вид поперечное сечение подготовленной под заварку выборки с радиусными переходами

6.1.6 На поверхности выборок подготовленных под сварку допускается оставлять незначительные литейные дефекты типа единичных пор, шлаковых и газовых раковин, если линейный размер каждого дефекта менее 4 мм, расстояние между ними составляет более 25 мм и общее количество дефектов на 100 мм протяженности выборки менее трех.

6.1.7 В случае невозможности (недоступности) полного удаления трещины по дну выборки (при достижении глубины выборки 70% от фактической толщины стенки) допускается применение блокирующей вставки, в виде сегмента трубы или изогнутой пластины толщиной 3-4 мм из марки стали, соответствующей марке стали ремонтируемой детали. Блокирующая вставка устанавливается на дно выборки и перекрывает дефекты (рисунок 6.2). Блокирующая вставка по контуру обваривается с полным проплавлением с использованием электродов, применяемых для ремонта детали из соответствующей марки стали. Дальнейшее заполнение выборки производится в соответствии с требованием разделов 6.2 или 6.3.

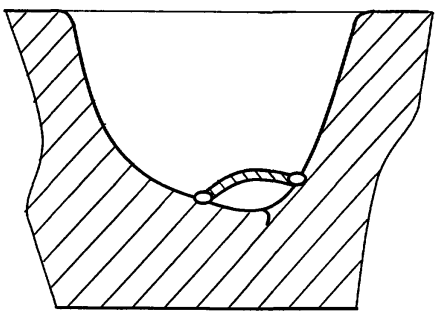

Рисунок 6.2-Поперечное сечение выборки при неполном удалении дефектов с установленной и сваренной по контуру блокирующей вставкой

6.1.8 Сведения о всех подготовленных к заварке выборках (расположения, порядкового номера, размеров и объема) должны быть занесены в ремонтный формуляр детали.

6.1.9 Применение одного из вариантов ремонта, указанного в разделе 5, производится с учетом места расположения, размера, объема выборки и полноты удаления дефектов. Выбранный вариант ремонта должен учитывать условия эксплуатации литой детали.

6.2 Вариант заварки выборки сварочными материалами, соответствующими по химическому составу и структуре основному металлу «однородная заварка»

6.2.1 Заварка выборок на литых деталях из углеродистых, низколегированных конструкционных и теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей перлитного класса производится при температуре окружающего воздуха выше плюс 10°С с предварительным и сопутствующим подогревом. Температура предварительного и сопутствующего подогрева, при заварке выборок на литых деталях в зависимости от марки стали, приведена в таблице 6.1.

Таблица 6.1-Температура предварительного и сопутствующего подогрева при заварке выборок на литых деталях в зависимости от марки стали

Классификация материала литых деталей	Марка стали	Температура подогрева, °С
Углеродистые конструкционные стали перлитного класса	20Л, 25Л	100-150
	30Л, 35Л	150-200
Низколегированные конструкционные стали перлитного класса	20ГСЛ, 25ГСЛ, 30ГСЛ	200-250
Низколегированные теплоустойчивые хромомолибденовые стали перлитного класса	12МХЛ, 20ХМЛ	200-250
Низколегированные теплоустойчивые хромомолибденованадиевые стали перлитного класса	20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ	250-300

6.2.2 Предварительный и сопутствующий подогрев зоны ремонта корпусов литых деталей и контроль температуры рекомендуется производить автоматической системой типа «Weldotherm», «Heatmasters». Допускается предварительный и сопутствующий подогрев детали при сварке выполнять индукционным способом (нагрев токами промышленной и повышенной частоты), а также использование электрических нагревателей сопротивления. Скорость нагрева металла не должна превышать 50°С в час.

6.2.3 Контроль температуры подогрева должен проводиться с помощью термопар, установленных на расстоянии не более 80 мм от края по контуру выборки. Для выборок объемом более 300 $см^3$ температура подогрева должна регистрироваться автоматически.

6.2.4 Для деталей из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей при выборках глубиной не более 30 мм и объемом не более 300 $см^3$ допускается ремонтная заварка без подогрева.

6.2.5 Для выполнения сварочных работ допускаются квалифицированные сварщики не ниже пятого разряда, имеющие опыт ремонта литых деталей из соответствующих марок сталей. Перед заваркой выборок на литых корпусах, сварщик должен выполнить сварку допускного контрольного соединения из соответствующей марки стали, сварочными материалами, предусмотренными технологией ремонта и в условиях аналогичным производственным. Контроль качества допускного контрольного соединения производится методами и в объеме предусмотренными для производственных деталей.

6.2.6 Для выполнения сварки должны применяться сварочные материалы, удовлетворяющие требованиям действующих стандартов. Сварочные материалы для заварки выборок следует выбирать в соответствии, с маркой стали литой детали. Для ручной дуговой сварки на деталях из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей применяются сварочные электроды, указанные в таблице 6.2.

Таблица 6.2-Электроды для заварки выборок на деталях из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей («однородная заварка»)

Назначение электродов	Тип электрода	Марка электрода	Область применения
Для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей	Э42А	УОНИИ-13/45	Для деталей из сталей группы 1, марок 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 20ГСЛ, 25ГСЛ, 30ГСЛ
	Э46	ОК 46.00	
	Э50А	ЦУ-5	
		УОНИИ-13/55	
		ОК 53.04	
		ТМУ-21У	

6.2.7 При ремонте детали сварочными материалами, однородными основному металлу - «однородная заварка», необходимо выполнить контроль зоны выборки на отсутствие аустенитного металла от предыдущих ремонтов. Выявленные «разнородные заварки» должны быть полностью удалены. Полнота удаления аустенитного металла должна контролироваться химическим травлением.

6.2.8 Не более чем за 4-6 ч до начала сварочных работ электроды должны быть прокалены по режимам указанным в паспорте на электроды. После прокалки необходимо проверить сварочно-технологические свойства электродов в соответствии с требованиями ГОСТ 9466-75.

6.2.9 Для заварки выборок в случае «однородная заварка» с применением механизированной сварки плавящимся электродом в среде защитных газов допускаются сплошные и порошковые сварочные проволоки. Некоторые марки сварочных проволок для заварки выборок из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3-Сварочные проволоки для заварки выборок на деталях из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей («однородная заварка»)

Назначение проволоки	Марка проволоки	Стандарт или производитель	Область применения
Для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей	POWER BRIDGE 60M (ПП49 ПГА4У)	ГОСТ 26271-84 ТУ 1274-051-11143754-2012	Для деталей из сталей марок 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 20ГСЛ, 25ГСЛ, 30ГСЛ
	POWER PIPE 90R (ПГ54 А4У)	ГОСТ 26271-84 ТУ 1274-027-11143754-2006	
	Fluxfil 20HD	фирма OERLIKON	

6.2.10 Для заварки выборок на деталях из низколегированных теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей перлитного класса марок 12МХЛ, 20ХМЛ, 20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ в случае «однородная заварка» применяются покрытые электроды, указанные в таблице 6.4.

Таблица 6.4-Электроды, применяемые при ручной дуговой заварке выборок на деталях из низколегированных теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей («однородная заварка»)

Назначение электродов	Тип электрода	Марка электрода	Область применения
Для сварки низколегированных теплоустойчивых сталей	Э-09Х1М	ЦУ-2ХМ	Для ремонта деталей из сталей марок 12МХЛ, 20ХМЛ, 20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ
		ТМЛ-1У	
		ОК 76.18	
	Э-06Х1М	ТМЛ-5	

6.2.11 При механизированной сварке плавящимся электродом для заварки выборок на деталях из низколегированных теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей перлитного класса марок 12МХЛ, 20ХМЛ, 20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ в случае «однородная заварка» применяются сварочные и порошковые проволоки, указанные в таблице 6.5.

Таблица 6.5-Сварочные и порошковые проволоки, применяемые при механизированной заварке выборок на деталях из низколегированных теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей («однородная заварка»)

Назначение проволоки	Марка проволоки	Стандарт или производитель	Область применения
Для сварки низколегированных теплоустойчивых сталей	Св-08ХМ Св-08ХГСМА	ГОСТ 2246-70	Для ремонта деталей из сталей марок 12МХЛ, 20ХМЛ, 20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ
	ПП-ХМФА ПП-ХГСМФА	ТУ 1274-054-11143754-2012	
	OK Tubrod 15.20	Фирма ESAB	
Примечание - Проволоки марок ПП-ХМФА и ПП-ХГСМФА, применяются после предварительной наплавки двух слоев облицовки выборки электродами из таблицы 6.4.			

6.2.12 Технология заварки выборки включает два этапа: предварительную двухслойную наплавку облицовки поверхности выборки и последующее заполнение ее наплавкой слоев. Наплавка облицовки выборки производится узкими валиками (шириной не более 2,5 диаметра электрода), короткой дугой без колебаний конца электрода. Каждый выполненный валик, после удаления шлака и брызг, зачищается стальной щеткой до металлического блеска и подвергается визуальному контролю на отсутствие трещин и недопустимых сварочных дефектов. Последующий валик переплавляет примерно половину ширину ранее наплавленного валика, что достигается ведением дуги по линии сплавления.

6.2.13 Первый слой облицовки наплавляется электродами диаметром 3 мм. Наплавка первого слоя начинается с наплавки трех валиков окантовки по контуру выборки. Первый валик наплавляют на расстоянии 15-20 мм от края выборки. После зачистки и контроля окантовки, наплавка первого слоя продолжается наплавкой кольцевых валиков на дно и стенки выборки. Кольцевые валики поднимаются по стенкам выборки до соединения с окантовкой. Законченная наплавка первого слоя облицовки зачищается до металлического блеска и подвергается визуальному контролю на отсутствие трещин и недопустимых сварочных дефектов. Неровности наплавки первого слоя устраняются абразивным инструментом.

6.2.14 Второй слой облицовки наплавляется электродами диаметром 4 мм кольцевыми валиками, начиная со дна выборки. Последние валики второго слоя облицовки заканчиваются на наплавленной окантовке. Законченная наплавка второго слоя зачищается до металлического блеска и подвергается визуальному контролю на отсутствие трещин и недопустимых сварочных дефектов. Неровности наплавки второго слоя устраняются абразивным инструментом.

6.2.15 Последующие слои наплавляются на выполненную облицовку выборки электродами диаметром 4 мм по технологии второго слоя облицовки. Каждый выполненный слой после зачистки подвергается

визуальному контролю на отсутствие трещин и недопустимых сварочных дефектов. Перед наплавкой очередного слоя неровности наплавки устраняются обработкой абразивным инструментом. Режимы сварки должны соответствовать требованиям таблицы 6.6. При механизированной сварке наплавка производится узкими валиками шириной на более 10-12 мм с соблюдением основных рекомендаций ручной дуговой сварки электродами. Режимы при механизированной сварке плавящимся электродом приведены в паспорте на сварочную проволоку с учетом пространственного положения выборки.

Таблица 6.6-Режимы заварки выборок покрытыми электродами в случае «однородная заварка»

Зона сварки	Диаметр электрода, мм	Сила тока при положении шва в пространстве, А		
		нижнем	вертикальном	потолочном
Первый слой облицовки	2,5; 3,0	100-120	90-110	90-110
Второй слой облицовки	4,0	150-170	130-150	130-140
Заполнение основной разделки (выборки)	4,0	150-170	130-150	130-140

6.2.16 Последовательная наплавка слоями приводит к уменьшению объема выборки. Количество слоев, которые необходимо наплавить для заполнения выборки зависит от ее размеров. Наплавка слоями производится до положения, при котором в средней части выборки останется не заполненной продолговатая остаточная разделка глубиной и шириной 20-30 мм. После достижения заданных размеров остаточная разделка подвергается зачистке и визуальному контролю на отсутствие трещин и недопустимых сварочных дефектов. Неровности поверхности остаточной разделки устраняются абразивным инструментом.

6.2.17 Окончательная заварка выборки производится наплавкой на остаточную разделку продольных валиков с раскладкой, электродами диаметром 4 мм. При окончательной заварке выборки каждый продольный валик зачищается и подвергается визуальному контролю на отсутствие дефектов. При выполнении заварки выборки необходимо предусмотреть припуск 3-5 мм для последующей механической обработки с целью восстановления формы и геометрии детали в зоне ремонта. С заваренной выборки удаляются шлак и брызги, поверхность наплавки и прилегающий основной металл зачищаются стальной щеткой до металлического блеска и производится визуальный контроль на отсутствие трещин и недопустимых сварочных дефектов.

6.2.18 После сварки зона ремонта на литой детали подвергается термическому отдыху путем нагрева до температуры предварительного подогрева и выдержки в течение 3-5 часов. Последующее замедленное

охлаждение производится под слоем теплоизоляции со скоростью не более 50°С в час.

6.2.19 После остывания зона наплавки подвергается визуальному контролю на отсутствие трещин и недопустимых сварочных дефектов. На контролируемой поверхности недопускаются дефекты в виде трещин, непроваров, подрезов, а также усадочной и газовой пористости и неметаллических включений размерами более 2 мм и в количестве более 7 штук на 100 мм длины наплавленного металла. При получении положительных результатах контроля поверхность наплавки обрабатывается механическим способом для восстановления формы и геометрии поверхности детали. Чистота обработки зоны ремонта должна обеспечить возможность проведения неразрушающего контроля, предусмотренного технологической инструкцией.

6.3 Вариант заварки выборки сварочными материалами, отличающимися по химическому составу и структуре от основного металла «разнородная заварка»

6.3.1 Выполнение ремонтных работ с использованием аустенитных сварочных материалов, отличающихся по химическому составу и структуре от основного металла - «разнородная заварка» допускается при условии эксплуатации деталей на рабочих температурах не превышающих 480°С.

6.3.2 Сварка должна производиться электросварщиками не ниже пятого разряда, имеющими допуск на сварку аустенитных (нержавеющих) сталей. Перед заваркой выборок на литых корпусах, сварщик должен выполнить сварку допускного контрольного соединения из соответствующей марки стали, сварочными материалами, предусмотренными технологией ремонта и в условиях аналогичным производственным. Контроль качества допускного соединения производится методами и в объеме предусмотренными для производственных деталей.

6.3.3 Для заварки должны применяться сварочные материалы, удовлетворяющие требованиям действующих стандартов. Марку сварочных материалов выбирает разработчик технологии исходя из условий эксплуатации в соответствии с таблицей 6.7.

Таблица 6.7-Сварочные электроды, применяемые в случае «разнородная заварка»

Назначение электродов	Тип электрода	Марка электрода	Область применения
Для заварки выборок на литых деталях паровых и гидравлических турбин	Э-10Х20Н70Г2М2В	ОЗЛ-25Б	Для ремонта деталей из сталей марок 12МХЛ, 20ХМЛ, 20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ, 06Х12Н3ДЛ, 0Х12НДЛ, 10Х18Н9ТЛ 08Х13Н4ДМЛ, 08Х15Н4ДМЛ
	Э-10Х25Н40М8	АНЖР-2	
	Э-11Х15Н25М6АГ2	ЭА-395/9	
	Э-07Х19Н11М3Г2Ф	ЭА-400/10	
	Э-08Х15Н70М2Б2Г2	ОК 92.15	
	Э-03Х22Н60М9Б3	ОК 92.45	
	Э-10Х15Н65Г6Б	ОК 92.26	

6.3.4 Не более чем за 4-6 часов до начала сварочных работ электроды должны быть прокалены по режимам указанным в паспорте на электроды. После прокалки необходимо проверить сварочно-технологические свойства электродов в соответствии с требованиями ГОСТ 9466-75.

6.3.5 Ремонт литых деталей с применением сварки должен производиться при температуре окружающего воздуха выше плюс 10°С. Заварка выборок на деталях из теплоустойчивых сталей аустенитными сварочными материалами (неоднородными основному металлу), производится без предварительного и сопутствующего подогрева. При сварке не допускается нагрев детали в зоне ремонта выше 300°С. При достижении этой температуры сварка прекращается до остывания детали.

6.3.6 Технология заварки выборки с применением неоднородных сварочных материалов включает два этапа: предварительную двухслойную облицовку поверхности выборки наплавкой покрытыми электродами и последующее заполнение ее наплавкой слоями. Режимы сварки должны соответствовать приведенным в табл. 6.8.

Таблица 6.8-Режимы сварки выборок покрытыми электродами в случае «разнородная заварка»

Зона сварки	Диаметр электрода мм	Сила тока при положении шва в пространстве, А		
		нижнем	вертикальном	потолочном
Первый слой облицовки	3,0	80-100	70-90	60-80
Второй слой облицовки и заполнение выборки	4,0	110-140	100-120	90-110

6.3.7 Наплавка двух облицовочных слоёв при заварке выборок на хромистых сталях марок 15Х11МФБЛ, 06Х12Н3ДЛ, 0Х12НДЛ, 08Х13Н4ДМЛ, 08Х15Н4ДМЛ, с использованием неоднородных сварочных материалов «разнородная заварка» производится с предварительным подогревом зоны ремонта до 200-250°С. Последующая заварка объёма выборки, производится без подогрева с соблюдением термических условий пункта 6.3.5.

6.3.8 Заполнение выборки производится наплавкой короткой дугой узких валиков (шириной не более 2,5 диаметра электрода) без колебания конца электрода. Выполненный валик после удаления шлака и брызг, зачищается стальной щеткой до металлического блеска и подвергается визуальному контролю на отсутствие трещин и недопустимых сварочных дефектов. Последующий валик должен переплавлять примерно половину ширины ранее наплавленного валика, что достигается ведением дуги по линии сплавления с основным металлом. Первый облицовочный слой наплавляется электродами диаметром 3 мм. Выполненный слой после зачистки подвергается визуальному контролю на отсутствие трещин и недопустимых сварочных дефектов. Перед наплавкой очередного слоя неровности наплавки устраняются обработкой абразивным инструментом. Второй и последующие слои наплавляются электродами диаметром 4 мм. Заполнение выборки производится последовательной наплавкой слоев.

6.3.9 При больших по объему выборках (более 500 $см^3$) электродами на никелевой основе рекомендуется производить только облицовку стенок и дна выборки (не менее чем в два слоя), дальнейшее заполнение - электродами на железной основе.

6.3.10 Последовательная наплавка слоями приводит к уменьшению объема выборки. Количество слоев, которые необходимо наплавить для заполнения выборки зависит от ее размеров. Наплавка слоев производится до положения, при котором в средней части выборки останется продолговатая

остаточная разделка глубиной и шириной 20-30 мм. После достижения заданных размеров остаточная разделка подвергается зачистке и визуальному контролю на отсутствие трещин и недопустимых сварочных дефектов. Неровности поверхности остаточной разделки устраняются абразивным инструментом.

6.3.11 Окончательная заварка выборки производится наплавкой продольных валиков электродами диаметром 4 мм на остаточную разделку с раскладкой. При выполнении заварки выборки необходимо предусмотреть припуск 3-5 мм для последующей механической обработки наплавки с целью восстановления формы и геометрии детали в зоне ремонта.

6.3.12 Законченная наплавка после зачистки подвергается визуальному контролю на отсутствие дефектов и измерительному контролю на наличие необходимого припуска для восстановления механической обработкой геометрии поверхности детали в зоне ремонта.

6.3.13 После остывания зона ремонта подвергается визуальному контролю на отсутствие трещин и недопустимых сварочных дефектов. На контролируемой поверхности недопускаются дефекты в виде трещин, непроваров, подрезов, а также усадочной и газовой пористости и неметаллических включений размерами более 2 мм и в количестве более 7 штук на 100 мм длины наплавленного металла. При получении положительных результатах контроля поверхность наплавки обрабатывается механическим способом для восстановления формы и геометрии поверхности детали. Чистота обработки зоны ремонта должна обеспечить возможность проведения неразрушающего контроля, предусмотренного технологической инструкцией.

7 ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА

7.1 Для обеспечения работоспособности энергетического оборудования необходимо выполнять контроль поверхности литых деталей в процессе эксплуатации с целью выявления возможных дефектов (трещин) на ранних стадиях. Контроль деталей в процессе эксплуатации необходим для предотвращения возможных аварий и снижения трудоемкости последующего ремонта.

7.2 При ремонте литых деталей выполняется зачистка поверхности для выявления визуальным контролем имеющихся дефектов. Уточнение расположения и размеров дефектов на поверхности литых деталей производится методами ЦД, МПД или химическим травлением.

7.3 Устранение выявленных дефектов на поверхности литых деталей, с образованием выборок производится механическим способом в соответствии с требованиями раздела 6.1. Подготовленные под сварку выборки проверяется на полноту удаления дефектов методами ЦД, МПД или химическим травлением. Дополнительно, подготовленные под сварку выборки и прилегающий основной металл проверяются отсутствие аустенитного металла от предыдущих ремонтов методом химического травления. Сведения о размерах и положении подготовленных под заварку выборок заносятся в ремонтный формуляр литой детали. Перед сваркой поверхность выборок и прилегающий основной металл очищаются от загрязнений и обезжириваются.

7.4 Наплавка выборок на литых деталях производится с контролем температуры предварительного, сопутствующего подогрева, а также температуры и времени выдержки при термическом отдыхе после сварки.

7.5 Наплавленный металл каждого валика, после удаления шлака и брызг, зачищается стальной щеткой до металлического блеска и подвергается визуальному контролю с целью выявления трещин. В случае обнаружении трещин сварку следует прекратить. Трещины удалить согласно требованиям раздела 6.1 и лишь, затем продолжать сварку.

7.6 Каждый выполненный слой и прилегающие к нему участки основного металла после зачистки стальной щеткой до металлического блеска должны контролироваться визуально с целью выявления трещин и недопустимых сварочных дефектов. Неровности наплавки поверхности каждого слоя удаляются абразивным инструментом.

7.7 После окончания заварки выборки поверхность наплавленного металла должна иметь припуск 3-5 мм для последующей обработки для восстановления формы и геометрии детали в зоне ремонта. Наплавка и прилегающая к нему зона основного металла шириной не менее 50 мм после зачистки до металлического блеска подвергается визуальному контролю для выявления трещин и недопустимых сварочных дефектов.

7.8 При визуальном контроле на наплавке не допускаются дефекты в виде трещин, непроваров, подрезов, а также усадочной и газовой пористости

и неметаллических включений линейным размером более 2 мм и в количестве более 7 штук, на каждые 100 мм длины наплавленного металла.

7.9 После термического отдыха и остывания зона ремонта подвергается визуальному контролю и при положительных результатах наплавка зачищается механическим способом заподлицо с основной поверхностью детали. Чистота обработки поверхности зоны ремонта должна обеспечить возможность проведения неразрушающего контроля.

7.10 Зачищенные поверхности деталей, отремонтированных однородными основному металлу сварочными материалами проконтролировать: методом МПД или ЦД допускается применение химического травления 10% водным раствором азотной кислоты. На контролируемых поверхностях не допускаются трещины и протяженные индикации дефектов. После контроля химическим травлением протравленный слой следует удалить механическим способом или нейтрализацией.

7.11 Зачищенные поверхности деталей, отремонтированных разнородными основному металлу сварочными материалами контролировать: капиллярной дефектоскопии (ЦД) На контролируемых поверхностях не допускаются трещины и протяженные индикации дефектов.

7.12 Корпусные детали после ремонта, также подлежат другим видам контроля предусмотренным действующей документацией.

8 ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

8.1 Техническая документация при ремонте литых деталей энергетического оборудования должна оформляться с отражением в соответствующих паспортах на оборудование.

8.2 Рекомендуется при ремонте сваркой литых деталей энергетического оборудования заполнять ремонтный журнал по форме представленной в таблице 8.1. В ремонтный журнал заносятся сведения об использованных сварочных материалах, клейма или фамилии сварщиков выполнявших заварку выборок, а также прикладываются диаграммы термических условий сварки.

8.3 При производстве ремонта на каждую деталь составляется ремонтный формуляр, в который заносятся сведения выявленных дефектах с, указанием размеров и положения. После удаления дефектов в ремонтный формуляр детали заносятся сведения о выборках с указанием размеров, объема и места расположения.

8.4 Результаты неразрушающего контроля литых деталей при выявлении дефектов и поверхности выборок после удаления, а также зоны ремонта после сварки оформляются соответствующими заключениями или протоколами, которые прикладываются к ремонтному формуляру.

Таблица 8.1-Форма ремонтного журнала

№ п/п	Наименование оборудования	№ выборки по формуляру	Дата заварки (клеймо или фамилия сварщика)	Примененные сварочные материалы	Повторные осмотры		
					Дата осмотра	Количество часов	Результаты осмотра

Руководитель ремонтных работ _____ _____
Личная подпись Расшифровка подписи

Представитель лаборатории металлов электростанции _____ _____
Личная подпись Расшифровка подписи

Примечания:

1 К данному журналу обязательным приложением является формуляр, в котором указываются размеры и расположение дефектов и выборок.

2 Если при повторных осмотрах обнаружены трещины в графу «Результаты осмотра» заносятся размеры и количество трещин, записывается принятое решение по их устранению, а также указываются сварочные материалы, использованные в случае повторной заварки.

Приложение А
(рекомендуемое)

Требования по сварке допускного контрольного соединения

А.1 Перед заваркой выборок на литых деталях каждый сварщик должен выполнить допускное контрольное соединение.

А.2 Допускное соединение изготавливается из пластины размерами не менее 200х150х30 мм (лист, поковка или сегмент трубы) близкой по химическому составу металлу детали подлежащей ремонту.

А.3 В средней части пластины механическим способом изготавливается овальная выборка размерами 150х50 мм глубиной 25 мм с углом раскрытия кромок по контуру 30°.

А.4 Допускное соединение заваривается в соответствии с применяемой для ремонтируемой детали технологией сварки.

А.5 Заварка допускного контрольного соединения выполняется в нижнем, вертикальном, горизонтальном или потолочном положении, соответствующем фактическому положению заварки выборки на детали.

А.6 В соответствии с технологией при сварке допускного соединения сварщик должен выполнить наплавку окантовки и первого слоя облицовки электродами диаметром 3 мм. Второй слой облицовки и заполнения остаточной разделки производится наплавкой валиков электродами диаметром 4 мм.

А.7 При заварке допускного соединения (после зачистки стальной щеткой до металлического блеска) производится визуальный контроль каждого валика и каждого слоя. Поперечное сечение выполненного допускного контрольного сварного соединения приведено на рисунке А. 1.

А.8 После завершения сварки допускное контрольное соединение подвергается визуальному контролю, а также капиллярному или магнитопорошковому контролю. Сварщик считается допущенным к сварке производственных выборок при положительных результатах неразрушающего контроля допускного соединения.

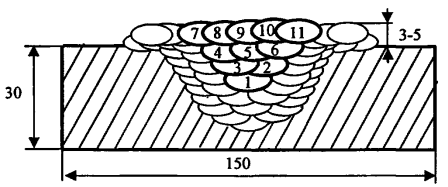

Рисунок А.1-Поперечное сечение допускного контрольного соединения после наплавки двух слоев облицовки и заполнения остаточной разделки раскладкой продольных валиков

Ключевые слова: литые детали энергооборудования, устранение дефектов, ремонт с применением сварки, без последующей термической обработки

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов (страниц)				Номер документа	Срок введения изменений	Подпись	Дата
	Измененных	Замененных	Новых	Аннулированных				

ИЗМЕНЕНИЕ № 1 к СТО ЦКТИ 10.049-2013 Устранение дефектов в литых деталях энергооборудования с применением сварки без последующей термической обработки

Утверждено и введено в действие Приказом генерального директора ОАО «НПО ЦКТИ» от 12.11.2013 № 443

Дата введения – 01.12.2013

Таблицу 6.5 изложить в следующей редакции

Таблица 6.5 - Сварочные и порошковые проволоки, применяемые при механизированной заварке выборок на деталях из низколегированных теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей («однородная заварка»)

Назначение проволоки	Марка проволоки	Стандарт или производитель	Область применения
Для сварки низколегированных теплоустойчивых сталей	Св-08ХМ Св-08ХГСМА	ГОСТ 2246-70	Для ремонта деталей из сталей марок 12МХЛ, 20ХМЛ, 20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ
	ПП-ХМФА ПП-ХГСМФА	ТУ 1274-054-11143754-2012	
Примечание - Проволоки, применяются после предварительной наплавки двух слоев облицовки выборки электродами из таблицы 6.4			

gost.e-ecolog.ru