

НАЗ «Сокол»-филиал АО «РСК «МиГ»

**«Создание системы автоматизированного контроля
технологических параметров сварки при производстве
авиационной техники на НАЗ «Сокол»-филиал АО «РСК
«МиГ»**

Курников Н.А

Пигалова Е.А.

Кузнецов В.А.

Черёмушкин Р.А.

2016 год

Содержание

Введение.....	3
1. Система технического контроля в сварочном производстве.....	6
2. Виды и средства технического контроля.....	
3. Применение системы активного автоматизированного контроля сварочных процессов.....	16
Заключение.....	18

Введение

Многие предприятия авиационной отрасли имеют в своем составе сварочное производство, результатом деятельности которого являются сварные изделия, которые в свою очередь, характеризуются следующими особенностями:

- высокими требованиями к качеству сварных соединений;
- выпуском сварных изделий с различным техническим уровнем и серийностью производства;
- необходимостью аттестации технологических процессов сварки, технологического, контрольного и испытательного оборудования;
- потребностью высокой квалификации рабочих и специалистов сварочного производства.

Сварные изделия (каркасно-листовые, рамные), составляющие основу механизмов, узлов, агрегатов, часто называют сварными конструкциями. Например, к сварным конструкциям относятся фюзеляжи самолётов, оперение, крыло, стойки шасси и т.д.

К сварным изделиям предъявляют определённые требования от выполнения, которых зависит их качество и пригодность к эксплуатации. Качество сварных изделий является комплексным понятием и представляет совокупность определённых характеристик.

Применительно к сварным конструкциям (изделиям), в которых применяют неразъёмные соединения, первостепенное значение имеют показатели назначения и надёжности.

Показатели назначения обуславливают область практического использования продукции и характеризуются эксплуатационными характеристиками изделий.

Показатели надёжности характеризуют свойство продукции выполнять заданные функции и сохранять при этом эксплуатационные характеристики в заданных пределах.

К показателям назначения, например топливного бака, относятся объём рабочей жидкости и её максимальное давление в нём.

Показатели назначения сварных изделий в значительной степени будут определять свойства сварных соединений, и характеризоваться их показателями качества. При определении показателей качества сварных соединений выбираются самые необходимые и важнейшие свойства. К их числу, например, для топливного бака, относят прочность и герметичность.

К свойствам сварных соединений относят также пластичность, коррозионную стойкость, износостойкость и др.

Эти свойства будут определять требования к сварным соединениям, которые обеспечиваются определенными конструктивными и технологическими характеристиками сварного соединения.

К конструктивным характеристикам относят форму и геометрические размеры сварного шва и сварных точек.

К технологическим характеристикам относят уровень остаточных напряжений, величину деформаций, размеры и количество дефектов и т.д.

Перечисленные характеристики в совокупности определяют качество сварных соединений и являются основой для оптимизации технологического процесса, под которой понимают нахождение наилучшего технологического решения осуществления процесса, обеспечивающего качество и надёжность сварных изделий.

К показателям надёжности изделий и сварных соединений относятся: (безотказность; долговечность; ремонтпригодность).

Безотказность - свойство сварного соединения сохранять работоспособность (работоспособное состояние) в течение определённого периода времени в заданных условиях эксплуатации. Работоспособность сварных соединений характеризуется сохранением их свойств, установленных нормативно-технической документацией.

Под отказом понимают событие, заключающееся в нарушении работоспособности, т.е. в выходе хотя бы одной контролируемой характеристики за допустимые пределы.

Долговечность - свойство сварного соединения сохранять работоспособность до наступления состояния, когда невозможна дальнейшая эксплуатация сварного изделия.

Ремонтопригодность - свойство сварного соединения, заключающееся в возможности его ремонта и устранения возникших дефектов в процессе эксплуатации.

Надёжность, взятая отдельно, ещё не означает технического совершенства изделия, т.к. оно может обладать низкими техническими характеристиками. С другой стороны совершенные по техническим характеристикам изделия не обеспечиваются необходимой надёжностью. В связи с этим и вводится понятие работоспособности, оцениваемое в совокупности показателями прочности, герметичности и др.

Таким образом, качество сварных изделий определяется совокупностью свойств сварных соединений.

На современном этапе проблема повышения качества выпускной продукции должна решаться на основе системного подхода к анализу всех действующих условий и факторов и обеспечение производства эффективными методами.

1. Система технического контроля в сварочном производстве.

Важнейшей функцией системы организации производства сварных конструкций предприятием-изготовителем является ее технический контроль, под которым понимают проверку соответствия объекта контроля установленным техническим требованиям.

Система технического контроля включает следующие основные элементы:

- объект контроля;
- метод и средства контроля;
- исполнители;
- техническая документация.

Под объектом контроля понимают продукцию на той или иной стадии технологического процесса, средства производства и технологические процессы.

Метод контроля – это совокупность определенных принципов и правил выполнения контроля.

К средствам контроля относят контрольно-измерительные приборы, инструменты, аппаратуру, материалы, применяемые при контроле (например, микроконтроллеры и электро-датчики).

Под исполнителями контроля понимают специалистов отдела технического контроля (ОТК) и работников центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ).

При техническом контроле выявляют отклонения объекта контроля от установленных требований НТД (нормативно-технической документации).

Технический контроль проводится в соответствии с технической документацией и организуется по правилам, установленным стандартом предприятия.

Алгоритм выполнения операции контроля представлен на схеме.



Рис.1 Схема последовательность операций контроля

Анализ приведенной схемы показывает, что сущность технического контроля определяется выполнением двух следующих функций:

- получение информации о фактическом состоянии объекта контроля, его контролируемых параметрах и показателях качества (эту информацию называют первичной);
- сопоставление первичной информации с установленными требованиями, критериями и нормами (информация об отклонениях фактических параметров и показателей качества от заданных называется вторичной).

Вторичная информация используется для выработки управляющего решения, направленного на объект контроля. При этом решается главная задача управления качеством – сведение к минимуму или полное устранение выявленных отклонений в ходе технологического процесса изготовления продукции.

Помимо отмеченных, к другим понятиям, используемым при контроле относятся:

- продолжительность контроля – время, необходимое для его подготовки, проведения и анализа результатов;
- контролируемый параметр – количественная или качественная характеристика объекта контроля;
- достоверность контроля – вероятность соответствия фактических результатов действительным значениям контролируемых признаков.

2. Виды и средства технического контроля

В зависимости от требований к сварным соединениям и категории их ответственности устанавливается определенная система организации контроля продукции на предприятии. В основу этой системы положена классификация видов технического контроля по отдельным признакам.

1) По стадиям технологического процесса контроль разделяют на:

- А) входной (предварительный);
- Б) операционный (текущий);
- В) окончательный (готовой продукции).

2) По степени воздействия на ход технологического процесса:

- А) средства пассивного контроля;
- Б) средства активного контроля.

Средства пассивного контроля относятся к обычным контрольно-измерительным средствам, фиксирующим полученный результат или контрольно-сортирующим устройствам. Средства активного контроля встраиваются в технологическое оборудование и используются для непосредственного управления технологическими процессами. При достижении предельных значений контролируемых параметров эти устройства автоматически управляют режимом работы оборудования, обеспечивают заданную точность, и обладают значительно большей эффективностью предупреждения брака.

3) По степени автоматизации:

- А) ручные;
- Б) механизированные;
- В) автоматические.

Эффективность использования автоматических контролирующих устройств обусловлено возможностью получения документа или протоколирования результатов контроля.

3. Применение системы активного автоматизированного контроля сварочных процессов

В соответствии с отраслевыми стандартами авиационной промышленности процесс сварки отнесен к специальным процессам. Специальным технологическим процессом является технологический процесс, результаты которого нельзя в полной мере проверить контролем и испытанием каждого образца продукции и установить выполнение требований конструкторской документации, так что недостатки продукции могут выявляться только в ходе ее использования. Соответствие установленным требованиям в этом случае достигается непрерывным регулированием процессов и обеспечением их соответствия документированным процедурам. Установление соответствующих требований к квалификации процесса включает в себя, аттестацию оборудования, аттестацию персонала, аттестацию технологии по ключевым параметрам.

Ключевые параметры специального технологического процесса - это такие выбранные измеряемые параметры процесса, контроль которых является существенным для управления качеством изготавливаемой продукции.

Ключевые параметры технологии сварки необходимо контролировать в ходе выполнения сварочных работ на этапе текущего контроля. Процесс этот достаточно трудоемкий и зависит как от квалификации контролера, так и от оснащенности процесса соответствующей аппаратурой.

На наш взгляд именно на этом этапе контроля есть возможность выявления наибольшего количества дефектов, и избежание перехода их на следующий этап, и тем самым получить экономию времени и ресурсов, от последующего устранения дефектов и сварочных деформаций, вскрытых при испытаниях готовой конструкции.

Необходимость проработки возможности применения системы активного автоматизированного контроля сварочных процессов дуговой и контактной сварки в условиях «НАЗ «Сокол» была вызвана тем, что при контроле сложных конструкций на наличие отклонений и дефектов необходимо обращать внимание на соблюдение последовательности и режимов изготовления конструкций как в целом, так и при выполнении сварных соединений на узлах и подузлах.

К причинам возникновения дефекта можно отнести нарушение режимов сварки, низкую квалификацию персонала, а так же случайные отклонения параметров, которые связаны с внезапными изменениями режима работы оборудования. Эти причины не постоянны и их заранее устранить невозможно.

К дефектам относятся следующие: несоответствие швов размерам в КД, не провары, подрезы, прожоги, наплывы, не заваренные кратеры и др. Опасны не сами дефекты, а необратимые структурные изменения происходящее в металле шва и ОШЗ, которые вызывают впоследствии разрушение сварной конструкции.

Поэтому, в процессе изготовления продукции необходимо следить за возникающими отклонениями и оперативно реагировать на них, не допуская разладки технологического оборудования и технологического процесса в целом, тем самым, обеспечивая управления качеством.



Рис.2 Схема контроля

При работе по данной схеме контроля были выявлены узкие места:

- Несоблюдение требований технологической документации и отсутствие её на рабочих местах.
- Частое отсутствие высококвалифицированных операторов.
- Отсутствие информации о достаточной работоспособности сварочного оборудования и качества цеховых коммуникаций.
- Отсутствие достоверной информации об используемых сварочных материалах.
- Отсутствие прослеживаемости процесса сварки в реальном времени.
- Отсутствие достоверной информации о фактических параметрах сварки.
- Возможные ошибки служб БТК и цеховых представителей.
- Невозможность своевременно остановить процесс сварки с целью предотвращения образования дефектов.
- Отсутствие централизации в работе сварочного оборудования и постоянного обмена информацией о сварочном процесс между персоналом участвующим в данном процессе

С целью устранения вышеперечисленных недостатков, в условиях «НАЗ «Сокол» с 2015 года внедрены «Системы управления качеством сварочных процессов», в которых задействована система активного автоматизированного контроля сварочных процессов.

Общая схема системы активного автоматизированного контроля сварочных процессов представлена на рис.3

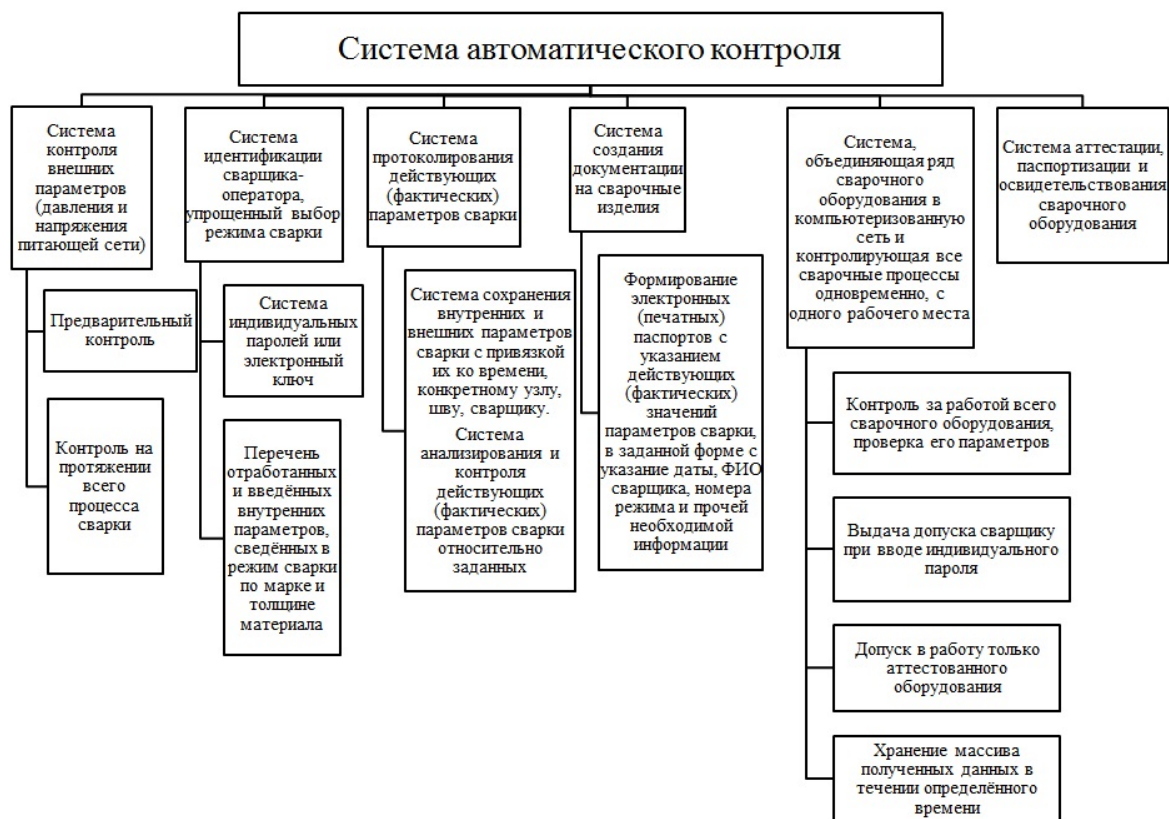


Рис.3 Общая схема системы автоматизированного контроля сварочных процессов.

3.1 Система автоматизированного контроля контактной сварки

Система активного автоматизированного контроля для контактной сварки - это система автоматизированного контроля, управления и регистрации сварочных процессов, которая оперативно контролирует процесс сварки и не допускает возникновения дефекта из-за отклонения параметров сварки или сбоя в работе сварочного оборудования, а также

документирует фактические режимы сварочного процесса в специальном протоколе, имеющем привязку к исполнителю и свариваемому изделию.

- Система автоматически выбирает номер программы режима сварки по номеру (шифру) свариваемой сборки. Номер (шифр) свариваемой сборки выбирает сварщик из выдаваемого списка.

Выбор изделия

19 августа 2015 г.

Выберите Тип изделия Выберите чертежный № детали Выберите № технической карты

Корпус радиатора .7604.0220 23-7920-103 Ввод

	Тип изделия	Чертежный номер детали	Номер технической карты	Квалификация сварщика	Номер операции по паспорту	Сочетание толщин(мм/мм)
	Корпус радиатора	7604.0220.91	7920-103	4	1	3+3
▶	Корпус радиатора	7604.0220.91	7920-103	4	2	4+4
	Корпус радиатора	7604.0220.91	7920-103	4	3	5+5
	Корпус радиатора1	7607.0220.01	7900-100	4	1	6+6
	Корпус радиатора1	7607.0220.01	7900-100	4	2	2+2

Тип изделия: Корпус радиатора Ток(А): 3000 Тип св.машины: МТ

Чертежный № детали: 7604.0220 Программа сварки: 2 № св.машины: 1 **Загрузка программы сварки**

№ технической карты: 7920-103 Коэф. Трансф.: 60

№ операции по паспорту: 2 Усилие(даН): 200 Диапазон больших усилий

Сочетание толщин(мм/мм): 4+4 Сочетание материалов: 08X15H5D2T+12X18H10T **Выход**

Параметры сварочного цикла

№ программы: 2

Сжатие1: 50 Время протекания Ток1: 5 Проковка 2: 0

Сжатие2: 30 Проковка 1: 0 Величина Ток1: 6000 cos: 7 **Переход к сварке изделия/ образцов**

Модуляция: 0 Время протекания Ток2: 0 Величина Ток2: 0 Пауза: 3

Рис.4 Экран выбора технологической карты

- Система создает паспорт сварки (протокол) на сварной узел, с информацией о номере изделия, на которое устанавливается деталь; номере операции по паспорту, ФИО сварщика и фактические режимы сварки.

Протокол № от 14 декабря 2015 г.

№ цеха	Сварщик	Время	Машина
1	Захарченко А.А.	12:35:51	MT-1223

Тип изделия Гофра+Обечайка
 Чертежный № 7607.0220
 № тех.карты 7900-100
 Номер операции 2

Требуемые параметры

Соч.Материалов 12X18H10T+ВНС2
 Соч.Толщин 0,5+0,5
 Усилие,Кгс 200
 Время имп. тока(мс) 15
 Время паузы(мс) 10
 Коэффициент трансформ 60
 Ток(КА) 5

Сварка образцов

№ точки	F,кгс	I,кА	t имп(с)	t паузы(с)
1	198,9	7,1	15	10
2	193,8	7,2	15	10
3	198,9	7,1	15	10

Пр. контроллером(ФИО): Сидоров _____

Сварка изделия

№ точки	F,кгс	I,кА	t имп(с)	t паузы(с)
1	198,9	6,9	15	10
2	198,9	6,6	15	10
3	198,9	7,1	15	10

Сварщик _____
 Мастер _____

Рис 5 Нерадактируемый паспорт сварки

Основные функции, выполняемые системой контроля:

- Формирование паспорта сварочного процесса с указанием времени начала и конца сварки.
- Ввод параметров сварочного процесса через сенсорный терминал промышленного компьютера, загрузка их в сварочный контроллер.
- Измерение и построение графиков фактических (текущих) параметров сварочного процесса – действующее значение тока сварки, напряжение на электродах, усилие сжатия на электродах и напряжение сети.
- Допусковый контроль параметров сварочного процесса по току сварки и усилию сжатия на электродах с пассивным или активным режимами отбраковки с остановкой процесса сварки в случае выхода параметров из поля допусков.

- Запрет на включение или остановка процесса сварки в случае нарушения других параметров сварочной машины (отсутствие давления воздуха, отсутствие охлаждения, перегрев элементов вторичного контура).

- Протоколирование фактических параметров каждого сварочного процесса.

Рис 6 Экран процесса сварки.

3.2 Система автоматизированного контроля для дуговых процессов

Система активного автоматизированного контроля для дуговых процессов предназначена для сбора, систематизации, хранения и обработки сварочных параметров, таких как текущая сила тока, напряжение и т.п., получаемых со сварочных аппаратов в режиме реального времени, и периферийных данных, таких как идентификационный номер сварщика, параметры сварки из технологии сварки, идентификационный номер используемого сварочного материала и защитного газа, которая состоит из следующих блоков:

- Квалификация сварщиков:
 - Сообщает о необходимости проведения очередной перееаттестации сварщиков.

- Сообщает о том, что квалификация сварщика не соответствует квалификации выполняемых работ.

- Ежедневный, недельный, месячный, квартальный, годовой отчет о количестве отклонений на конкретного сварщика (для поощрения)

- Блок отклонений от технологии сварки

- Сообщает об отклонениях ключевых параметров сварки.

- Сообщает об отклонениях применяемых вспомогательных материалов.

- Блок отклонений по качеству

- Сообщает о готовности шва к проведению неразрушающего контроля.

- Блок простоя оборудования

- Сообщает о времени горения дуги.

- Приводит статистику по загрузке каждой единицы оборудования и каждого сварщика.

- Сообщает о причинах простоя оборудования.

- Блок ППР

- Сообщает о запланированных сроках проведения ремонтов.

- Управление графиком планово-предупредительных ремонтов или технического обслуживания.

Работа системы в части обеспечения автоматического сбора сварочных данных приведена на рисунке 7.

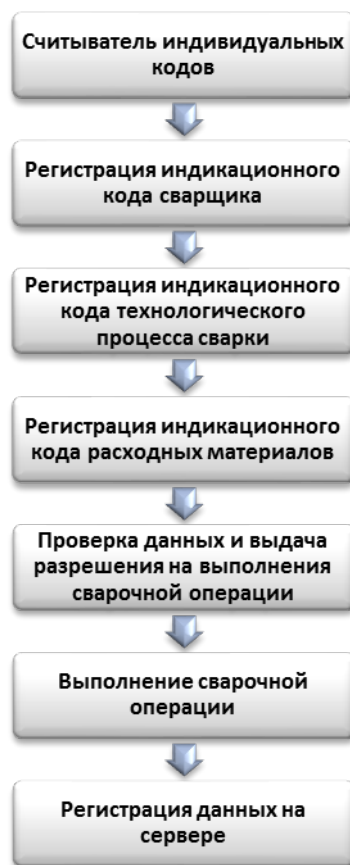


Рис.7 Структурная схема работы системы

Таким образом, в обязанности сварщика по обеспечению работоспособности системы входят следующие операции:

- ввод в систему своего идентификационного номера посредством сканирования штрих-кода со своего пластикового пропуска/бейджа;
- ввод в систему информации с технологической карты, в соответствие с которой выполняется сварка конкретного соединения посредством сканирования штрих-кода с технологической карты, расположенной на рабочем месте;
- ввод в систему (в случае необходимости) информации об используемом сварочном материале посредством сканирования штрих-кода с упаковки сварочного материала;
- ввод в систему (в случае необходимости) информации об используемом защитном газе посредством сканирования штрих-кода с баллона;

- ввод в систему (в случае необходимости) информации о свариваемом соединении посредством сканирования штрих-кода с изделия;
- ввод в систему информации об окончании сварки конкретного соединения посредством нажатия клавиш на устройстве SmartReader;
- ввод в систему информации о причине простоя посредством выбора в меню устройства SmartReader соответствующего пункта.

Все остальные операции осуществляются инженерно-техническими работниками предприятия и связаны с работой в программной среде системы.

Общая система активного автоматизированного контроля включает контроль стабильности параметров режима и работоспособности оборудования. Постоянный контроль за режимом сварки по показателям контрольно-измерительных приборов и визуальные наблюдения за процессом позволяют оперативно реагировать на возможные отклонения, во многом обеспечивает качество сварных соединений. При сварке ответственных конструкций используют системы автоматического управления и регулирования параметров режима с помощью датчиков автоматического контроля, встроенных в сварочное оборудование. В некоторых случаях ведут непрерывную запись параметров.

Для того чтобы обеспечить визуальное представление о ходе (стабильности или не стабильности) технологического процесса, применяется система контроля, являющаяся неотъемлемой частью сварочного оборудования, имеющего в составе промышленный компьютер.

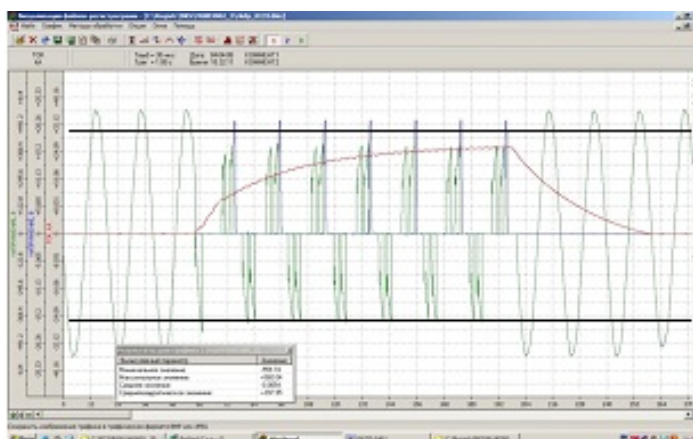


Рис.8 Показания контрольно-измерительной аппаратуры.

Центральная линия представляет среднее значение контролируемого параметра, а две крайние линии соответствуют верхнему и нижнему техническому контрольному допуску. Выход за эти контрольные границы приводит к браку, т.к. они представляют максимально допустимые пределы изменения значений контролируемого параметра.

Попадание контролируемого показателя в интервал между границами технического и предупредительного допусков является сигналом об отклонении от стабильности технологического процесса и возможном в дальнейшем появлении брака при контроле другой выборки. В этом случае необходимо принимать мероприятия по корректировке технологического процесса. Если все точки, соответствующие выборочным средним значениям контролируемого параметра изделия из выборки, оказываются внутри верхней или нижней границы предупредительного допуска, то технологический процесс считается как находящийся в контролируемом и стабильном состоянии. Процесс считается контролируемым, если систематические отклонения регулярно выявляются и устраняются, а остаются только случайные отклонения, которые, как правило, распределяются в соответствии с нормальным законом распределения.

Если же по результатам контроля выборки наблюдается тенденция выхода контролируемого параметра за предупредительные границы, то за процессом следует наблюдать более внимательно. Это позволяет предвидеть возможности появления недопустимых отклонений в будущем и рассмотреть необходимость подналадки оборудования на конкретной операции или же подрегулирования хода технологического процесса.

Заключение

Системы активного автоматизированного контроля сварочного производства позволили:

1. Создавать отчеты о сварке, содержащие информацию:
 - о свариваемом узле и заданных параметрах сварки
 - о сварщике и его квалификации
 - о сварочных материалах
 - о фактических режимах сварки и их отклонении от технологии
2. Отслеживать сроки очередной аттестации сварщиков;
3. Отслеживать сроки очередной квалификации оборудования;
4. Контролерам БТК, мастерам в режиме реального времени получать информацию для своевременной корректировки организации труда и пресечения возможных нарушений;
5. Вести отчет о проведении работниками БТК визуального осмотра сварного шва;
6. Создавать отчеты по качеству работ каждого сварщика; по качеству сварки конкретных узлов и деталей за выбранный период; по количеству отклонений в целом за выбранный период;
7. Получать руководству цеха статистику по загрузке каждой единицы оборудования и каждого сварщика.

В целом, перечисленные выше возможности и внедрение данной системы обеспечило:

1. Повышение уровня трудовой дисциплины;
2. Появление функционального инструмента управления качеством сварочных работ;
3. Появление инструмента для создания отчетности по спецпроцессам, требующим доказательной базы о соблюдении технологии, достаточной квалификации исполнителя и своевременной квалификации оборудования.