Корпоративная система управления качеством продукции и контроля стабильности технологических процессов на основе статистических методов (SPC)

В современных экономических условиях наблюдается устойчивое стремление предприятий к повышению качества своей продукции. Для крупнотоннажного металлургического производства традиционное отношение к качеству, заключающееся в формальном соответствии инструментально измеренных свойств продукта установленным требованиям, является недостаточным. Известно, что любое измерение носит условный, вероятностный характер. Например, контроль химического состава производится на ничтожном в сравнении с весом плавки объеме металла. Механические свойства длинномерной продукции определяются на пробе, представляющей незначительную часть общей длины партии и т.д. В то же время, проведение полного исследования каждой единицы продукции зачастую технически невозможно или экономически нерентабельно. В данных условиях, управление технологией и качеством, а так же осуществление корректирующих воздействий на основе единичных отклонений приводит лишь к дестабилизации всей системы.

В отличие от традиционного подхода, применение статистических методов, позволяет увидеть обобщенное состояние на основе множества измерений, производимых на различных стадиях технологического процесса. Именно поэтому некоторые заказчики, особо трепетно относящиеся к качеству своей продукции, требуют от поставщика отчетности о проведении дополнительных мероприятий по стабилизации технологии и показателей качества на всех технологических переделах. При этом нужно понимать, что статистические методы не заменяют традиционный подход, но делают его более объективным. Кроме того, введение управляющего воздействия, на основе обобщенного представления о состоянии технологического процесса, позволяет избежать брака еще до его появления.

Статистическое управление процессами (SPC) – это применение статистических методов для достижения и поддержания статистически управляемого состояния процесса[1]. Так как невозможно управлять тем, что нельзя измерить, то для управления процессами в SPC используются специальные показатели – индексы воспроизводимости. Это числовые коэффициенты, характеризующие статистическую воспроизводимость (стабильность)

процесса. Отличительная особенность используемых индексов заключается в возможности применения к описанию процессов из различных областей, будь то машиностроительное производство, металлургическая отрасль, образование и т.д. Такая универсальность позволила закрепить используемые методики как в международном (ISO 3534.2-93), так и в национальном (ГОСТ Р 50779.11-2000, ИСО ТУ 16949) стандарте.

Для реализации эффективной системы управления качеством продукции на основе статистических методов, на таком крупном предприятии как ОАО «ММК», необходима соответствующая информационная инфраструктура. Сегодня системы управления технологией и качеством внедрены во всех подразделениях предприятия [2]. На корпоративном уровне системы интегрированы в единое хранилище технологической информации [3], которое обеспечивает работу технических служб в едином информационном пространстве (на одном и том же комплекте данных с использованием универсальных средств их обработки).

Сбор всей необходимой технологической информации из цеховых систем и укладка ее в корпоративное хранилище производится под управлением универсальной интеграционной платформы (разработка ИТЦ «Аусферр»). Ее функциями являются: чтение данных из локальных систем; администрирование потоков данных; загрузка данных в Хранилище; мониторинг состояния процессов загрузки данных.

Система контроля стабильности процессов с применением методологии SPC строится на основе «Корпоративного хранилища технологической информации» и обеспечивает:

- Непрерывный сбор, обработку и хранение технологической информации и информации о качестве продукции (полуфабрикатов) на каждой стадии технологического процесса;
- Автоматизированную оценку стабильности технологических процессов и качества продукции;
- Внесение своевременных корректирующих воздействий и контроль над их исполнением;
- Оценку эффективности работы производственных подразделений с точки зрения стабильности технологии и качества;
- Анализ технологических режимов, выявление тенденций и корреляций с целью оптимизации существующих и разработки новых технологий.

Средствами системы осуществляется:

- Задание набора технологических параметров, подлежащих обязательному контролю;
- Оперативный мониторинг контролируемых параметров для каждого вида продукции и во всех ключевых контрольных точках;
- Непрерывный контроль и выявление отклонений в ходе технологического процесса на основе статистических методов (SPC);
- Оперативное формирование и выдача отчетов, построение системы оперативного информирования управленческого и технологического персонала об отклонениях, допущенных при производстве продукции и полуфабриката на всех стадиях технологического процесса для внесения своевременных корректирующих воздействий;
- Информационное обеспечение исследований для оптимизации существующих и создания новых технологий производства качественной продукции;
- Создание условий для сертификации СМК предприятия на соответствие стандартам автомобильной промышленности (ИСО/ТУ 16949, ГОСТ 51814.1).

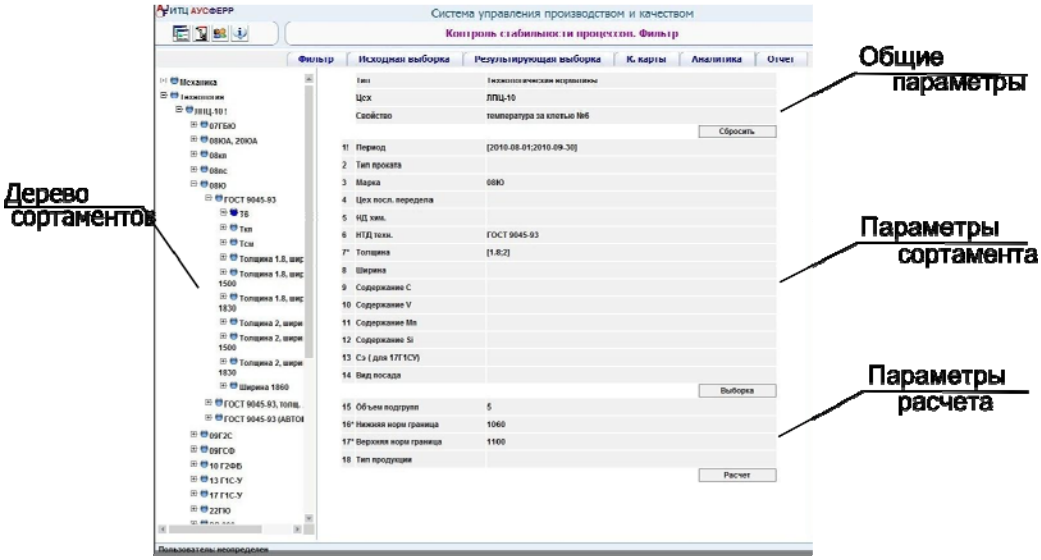

Рисунок 1. Описание сортамента

Специализированный функционал позволяет описать и сохранить в системе контролируемые сортаменты продукции – группы продукции с одинаковыми требованиями к качественным характеристикам или к параметрам технологических процессов их производства. На рис. 1 приведен рабочий экран соответствующего рабочего места. Описание сортаментов осуществляется на основе нормативно-справочной информации (марки стали, НД, виды продукции, технологические режимы, виды испытаний и др.), которая сопровождается соответствующими службами в КСУ НСИ [4] и едина для всех АС ОАО «ММК».

Описанные и «поставленные на контроль» сортаменты сохраняются в специализированном журнале. Журнал сортаментов имеет два корневых элемента, «Свойства» - контроль стабильности свойств готовой продукции и «Технология» - контроль стабильности технологических параметров.

Статистический контроль свойств продукции позволяет гарантировать согласованную с потребителем вероятность возникновения брака, косвенно характеризует весь производственный цикл. Система статистического контроля свойств готовой продукции обеспечивает проведение SPC-анализа по всему объему проведенных тестов, позволяет проводить мониторинг стабильности по согласованным с заказчиками параметрам, с предоставлением отчетности в стандартной форме на основе $X - MR$ контрольных карт Шухарта. На рис.2 приведен пример стандартного представления стабильности специальных характеристик.

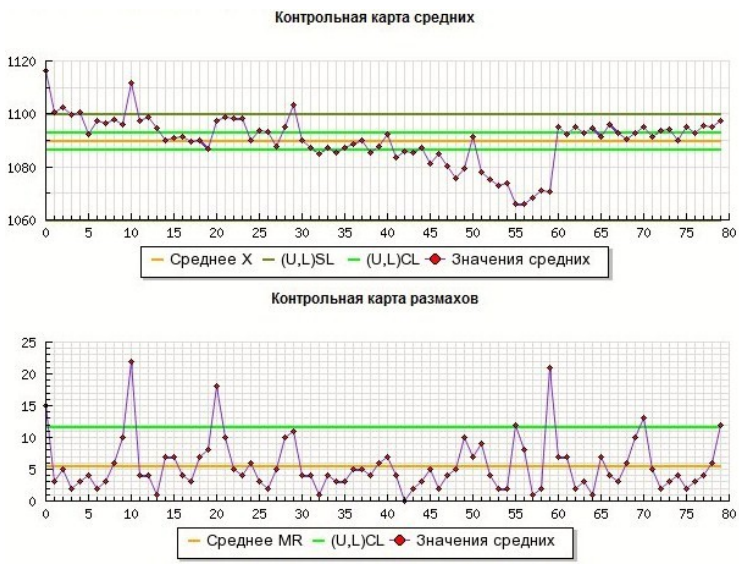

Рисунок 2. $X - MR$ **контрольная карта Шухарта**

Раздел системы, относящийся к контролю стабильности технологических процессов, предназначен для отслеживания уровня исполнения технологии при производстве критичных сортаментов продукции. Система позволяет осуществлять статистическое управление по всем технологическим маршрутам с формированием соответствующей отчетности.

Контроль стабильности технологических процессов и контроль свойств готовой продукции, объединены в единый пользовательский интерфейс с общим журналом сортаментов, что позволяет исследовать взаимосвязь технологических параметров производства и свойств готовой продукции.

При проектировании системы учитывалось, что она будет применяться для решения широкого круга задач, что подразумевает многоуровневую систему отчетности. В системе предусмотрено три уровня предоставления информации, каждый их которых решает задачи своей целевой аудитории. На верхнем уровне содержится информация, представляющая интерес для управленческого персонала. Он включает обобщенную информацию о стабильности технологических параметров и свойств готовой продукции, для выбранного сортамента, по всем технологическим переделам, начиная от выплавки и заканчивая отгрузкой готовой продукции (рис. 3а). При этом в зависимости от выбранного сортамента, отображается технологический маршрут, на каждом из его переделов и контролируемые технологические параметры. Цветом обозначается уровень их стабильности по методологии SPC. Данный интерфейс дает возможность быстро оценить состояние процессов и принять соответствующие управляющие решения.

Рисунок 3. Три уровня отчетности

а) верхний уровень; б) второй уровень - стандартный отчет; в) нижний уровень – углубленный анализ

На втором уровне содержится подробная информация о результатах анализа для каждого технологического параметра (рис. 3б). Оформленные, в соответствии с требованиями заказчика, отчеты протоколируются и включают: исходные данные, индексы воспроизводимости, контрольные карты, а также гистограммы и нормальную

вероятностную бумагу – позволяющие оценить принадлежность процесса к нормальному распределению. В системе предусмотрена функциональность, обеспечивающая автоматическое проведение анализов по заданному расписанию, оповещение персонала при возникновении отклонений и рассылка отчетов по электронной почте.

Третий уровень предназначен для проведения детального анализа (рис. 3в). В соответствующих окнах исходные данные разбиваются на группы, например: дата производства, партия, рулон. Далее система производит стандартный SPC анализ для каждой из групп, оценивая стабильность технологических параметров в каждой из них. На основании проведенных расчетов формируется иерархическая структура выборки с индикацией цветом «проблемных» параметров и конкретных единиц продукции, что позволяет выявлять возможные причины нестабильности, а также устанавливать влияние отдельных групп на общий индекс воспроизводимости.

Зачастую требуется производить оперативный контроль исполнения технологии для широкого спектра сортаментных групп и большого количества контролируемых параметров. Режим группового анализа так же может быть реализован средствами системы. Пример такого анализа приведен на рис. 4.

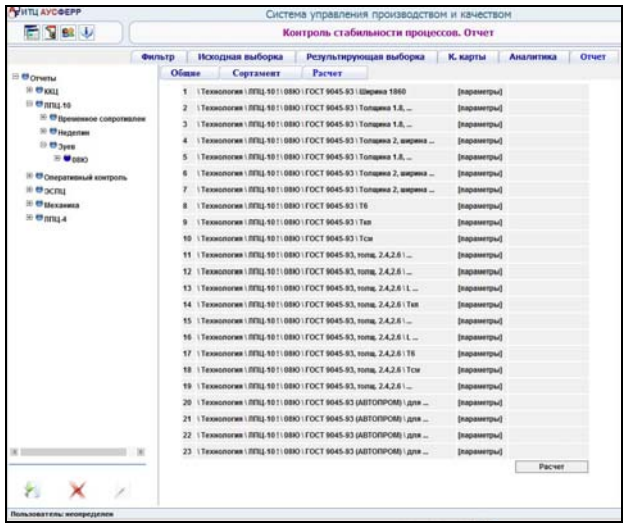

Рисунок 4. Мониторинг группы сортаментов

Для принятия решений об изменении технологического режима с целью стабилизации некоторого процесса необходимо отслеживать технологические параметры на всех технологических стадиях. В системе предусмотрен специализированный сервис, позволяющий оперативно отслеживать и выявить нарушения технологии на всех этапах производства. С его помощью, для выбранных сортаментов автоматически строятся

группы иерархических отчетов, характеризующих соблюдение технологии на каждой из стадий технологического процесса (рис. 5).

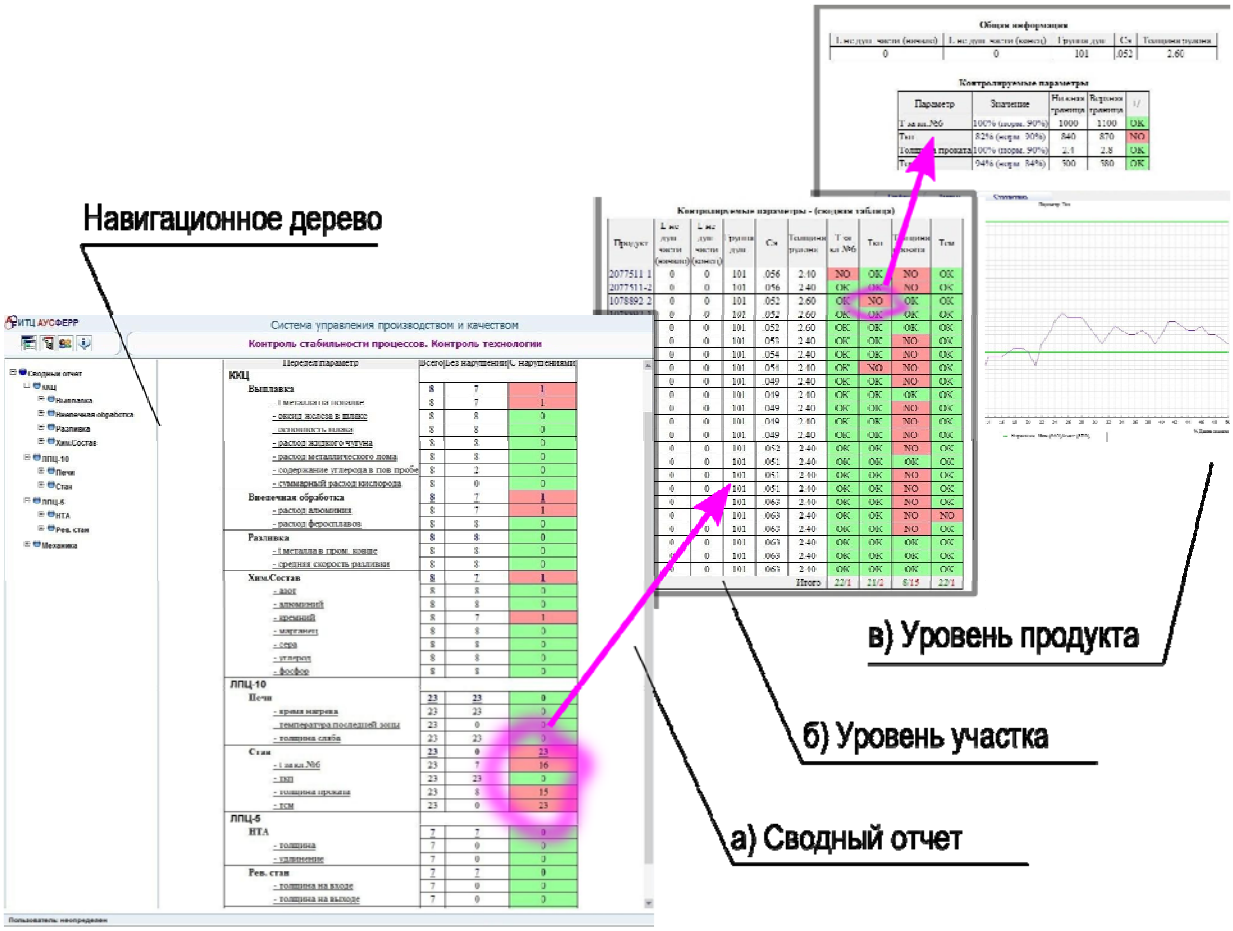

Рисунок 5 Сквозной анализ соблюдения технологии

Для перемещения по иерархии отчетов, предусмотрено навигационное дерево, в корневом элементе которого находится сводный отчет (рис. 5а), объединяющий технологическую информацию для всех участков. Далее предусмотрена возможность перехода на уровни технологических участков (рис. 5б) и конкретной единицы продукции (рис. 5в).

Заключение

Внедрение современных средств управления качеством позволяют достичь серьезных результатов и тому, есть множество подтверждений [1]. Тем не менее, для того чтобы система не стала лишь дополнительным бременем отчетности, а стала полезным инструментом, на таком крупном предприятии как ММК, необходимо обеспечить высокую степень автоматизации при сборе информации, проведения анализов, максимально исключив влияние человеческого фактора и оставив персоналу лишь функции по интерпретации полученных результатов. Не менее важна реализация соответствующих организационных мероприятий. Они должны включать бизнес-

процессы инспектирования состояния качества продукции и технологии, а также отлаженные механизмы принятия решений на основе предоставленной отчетности.

В ОАО «ММК» традиционно уделяется большое внимание вопросам качества. Развитие цеховых систем автоматизации и реализация таких проектов как технологическое хранилище и система управления нормативно-справочной информацией, обеспечивают единство информационного пространства для всех пользователей системы статистического управления качеством. Развитые средства анализа и многоуровневая система отчетности позволила вовлечь в работу цеховых служащих, работников технологического управления, сотрудников лаборатории и управленческий персонал.

Список использованных источников

1. Статистическое управление процессами. SPC. Перевод с англ.-Н.Новгород: АО НИЦ КД, СМЦ «Приоритет», 1999 г – 181с. (3 издание исправленное).

2. **Морозов А.А., Капцан Ф.В., Урцев В.Н.** и др. Развитие систем управления качеством продукции на ММК // Сталь. 2005. № 4. С. 53 – 54.

3. **Капцан Ф.В., Урцев В.Н., Сеничев В.С.** и др. Использование единого хранилища технологических данных при управлении производством и качеством продукции // Сталь. 2005. № 5. С. 56 – 58.

4. **С.Н. Рахимов, В.В. Курбан, Ф.В. Капцан** и др. Построение системы управления производственной НСИ комбината // Сталь. 2008. № 11. С. 126 – 130.