УДК 621.77.08

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОМБИНАЦИИ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОКАТА СОРТОВОГО ГОРЯЧЕКАТАНОГО КРУГЛОГО

Калинина А.В., Дворянинова О.П., Клейменова Н.Л., Назина Л.И., Орловцева О.А.
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж, e-mail: shabanova121294@mail.ru

Настоящая статья посвящена обоснованию выбора статистических методов управления процессами для улучшения производства проката сортового горячекатаного круглого. Современные методы управления позволяют совершенствовать производимую продукцию с наименьшими затратами, улучшать взаимосвязи между производством и потребителем. Целью настоящего исследования является выбор методов оценки процесса управления качеством при производстве проката сортового горячекатаного круглого. Проведен анализ потерь с использованием экспертной оценки производства проката сортового горячекатаного круглого, которые необходимо устранить. Выявлены внутренние и поверхностные дефекты продукции в ходе выполнения различных видов контроля. Анализ технологического процесса производства проката сортового горячекатаного круглого позволяет установить связь между причинами и результатами исследования, которые можно отнести к результатам процесса контроля. Проведенный анализ технологического процесса способствует повышению удовлетворенности потребителя с целью предотвращения возникновения разногласий между ним и исполнителем. Применение контрольной р-карты позволило сделать вывод о том, что процесс производства проката сортового не находится в статистически устойчивом состоянии. Выявлены основные причины появления дефектов производимой продукции, с применением диаграммы разброса определены рациональные технологические режимы нагрева исходной заготовки с целью уменьшения доли дефектов. Таким образом, методы управления качеством, выбранные для использования на каждом этапе совершенствования производственного процесса, представляют собой комбинацию методов управления качеством для его совершенствования.

Ключевые слова: прокат сортовой горячекатаный, прокатка, металлургия, методы управления качеством, инструменты качества

JUSTIFICATION OF THE SELECTION OF THE COMBINATION OF QUALITY MANAGEMENT METHODS IN THE PRODUCTION OF A GRADE SORT

Kalinina A.V., Dvoryaninova O.P., Kleymenova N.L., Nazina L.I., Orlovtseva O.A.
Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, e-mail: shabanova121294@mail.ru

This article is devoted to the justification of the choice of statistical methods of process control to improve the production of rolled hot-rolled round. Modern management methods allow to improve the products at the lowest cost, improve the relationship between production and consumer. The purpose of this study is to select methods for assessing the quality management process in the production of hot-rolled round bars. The analysis of losses with the use of expert evaluation of production of rolled hot-rolled round bars, which must be eliminated. Internal and surface defects of products were revealed during various types of control. Analysis of the technological process of production of rolled hot-rolled steel allows to establish a connection between the causes and the results of the study, which can be attributed to the results of the control process. The analysis of the technological process helps to increase customer satisfaction in order to prevent disagreements between him and the contractor. The use of the control p-card allowed us to conclude that the production process of long products is not in a statistically stable state. The main reasons for the appearance of defects in the products are revealed, with the use of the scatter diagram, rational technological modes of heating the initial workpiece are determined in order to reduce the proportion of defects. Thus, the quality management methods chosen for use at each stage of improvement of the production process are a combination of quality management methods for its improvement.

Keywords: hot-rolled bars, rolling, metallurgy, methods of quality management, quality tools

На металлургическом предприятии могут применяться несколько различных технологических процессов, которые постоянно необходимо усовершенствовать, при этом прогресс может быть достигнут для каждой операции. Комбинация методов управления качеством выбирается для конкретного технологического процесса с учетом его особенностей. Поэтому актуальным является выбор различных методов управления качеством, используемых на различных этапах усовершенствования технологического процесса.

В данной работе осуществлен выбор методов управления качеством применительно к процессу производства проката сортового горячекатаного круглого. Новизна проведенного исследования заключается в разработке поэтапного совершенствования процесса производства проката, базирующегося на комбинации методов управления качеством и инструментов бережливого производства, наиболее рациональных для данного вида изделий [1].

Целью настоящего исследования является выбор наиболее рациональных методов управления качеством применительно к производству проката сортового горячекатаного круглого.

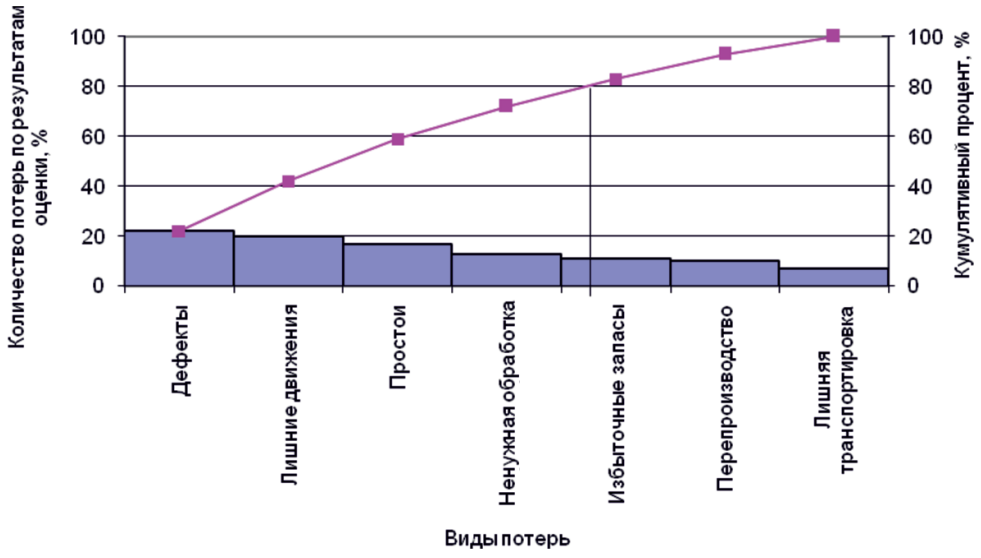

Рис. 1. Виды потерь производства проката сортового горячекатаного круглого

Задачи исследования – оценка потерь, возникающих в ходе производственного процесса изготовления металлопроката; анализ методов управления качеством и проблем при их внедрении; обоснование их выбора.

Материалы и методы исследования

Для совершенствования технологического процесса производства проката сортового горячекатаного круглого проведен анализ потерь, возникающих в ходе производства и реализации с использованием экспертной оценки. Степень выраженности каждого из факторов установлена по заранее выбранной шкале оценок [2, 3]. Определим виды потерь для процесса производства проката сортового горячекатаного круглого (рис. 1).

Таким образом, установлено, что в производственном процессе преобладают потери, связанные с производством дефектной продукции, лишними движениями сотрудников на рабочем месте, связанными с выбором инструментов и приспособлений, а также простоями в работе оборудования.

Необходимо предложить набор наиболее рациональных методов управления качеством для устранения выявленных видов потерь.

Результаты исследования и их обсуждение

Применим экспертную оценку для выбора методов управления качеством и совершенствования технологического процесса производства проката [3]. Результаты экспертной оценки методов управления процессами представлены на рис. 2. В составе экспертной комиссии приняли участие технологи, инженеры по качеству и метрологи в количестве семи человек одного из металлургических комбинатов Центрально-Черноземного района.

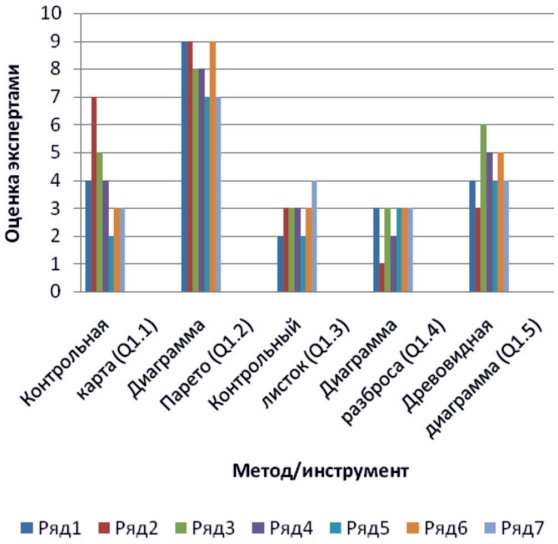

Рис. 2. Применение основных методов управления качеством и инструменты контроля качества

Анализ рисунка показал, что наиболее предпочтительными в данном случае являются: диаграммы Парето, контрольные карты, диаграмма разброса и древовидная диаграмма. Диаграмма Парето позволит выявить наиболее значимый вид дефектов проката; контрольные карты позволят осуществить статистическое управление процессами и своевременное определение необходимости разработки и внедрения корректирующих меро-

приятий; диаграмма разброса позволит определить взаимосвязь параметров технологического процесса и параметров качества продукции; древовидная диаграмма – для систематизации и детализации на различных уровнях показателей качества проката, наиболее значимых для потребителей.

С помощью древовидной диаграммы проведен детальный анализ технических требований к прокату и методов, используемых для их контроля. Данная диаграмма имеет древовидную структуру, элементами которой являются различные способы и методы контроля качества (рис. 3).

Анализ древовидной диаграммы показал, что для потребителей наиболее важными являются внутренние и поверхностные дефекты проката, определяемые в ходе визуального и инструментального контроля, а также в процессе ультразвукового и Магнотест-контроля.

С помощью контрольной карты проанализированы все этапы технологического процесса с целью выявления их статистической стабильности.

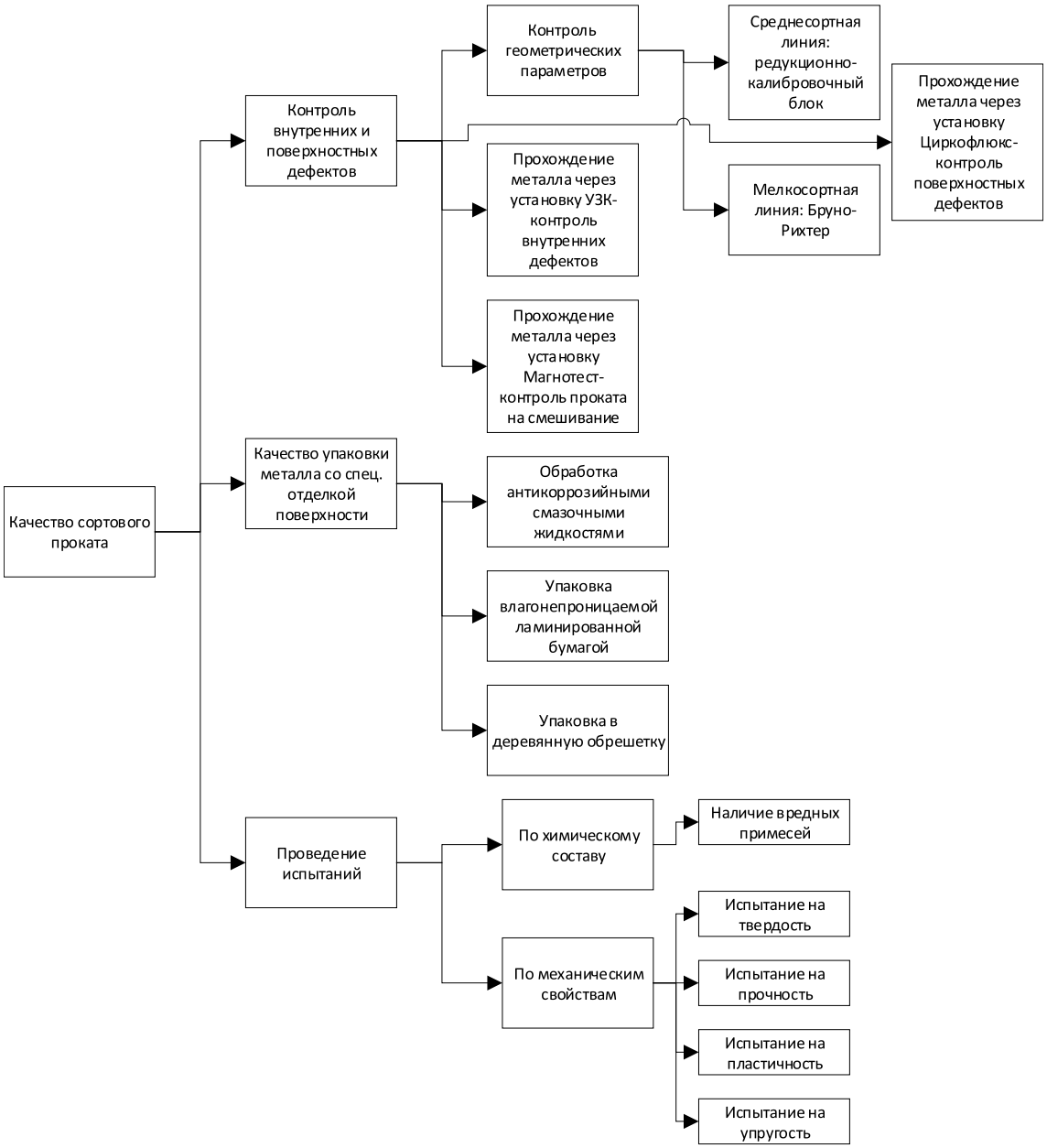

Рис. 3. Древовидная диаграмма качества проката сортового горячекатаного круглого

Метод контрольных карт представляет графический метод оценки степени статистической управляемости процесса с помощью сравнения отдельных статистических данных из групп выборок или подгрупп с контрольными границами. Преимущество контрольных карт заключается в том, что они просты в применении, общедоступны, нетрудоемки в обработке, легки в понимании, оценке и интерпретации. Контрольные карты обеспечивают наглядное представление данных и позволяют отличить изменения, присущие устойчивому процессу, от изменений, вызванных неслучайными причинами [4]. Кроме того, на график карт может наноситься любая переменная, исследуемая характеристика изделия или процесса. В работе выбран вид контрольной карты для качественных признаков: p – карта, в которой используется удельный вес бракованных изделий [5].

Долю бракованных изделий в генеральной совокупности в условиях контролируемого технологического процесса оценивают на основе большого числа выборок:

$$p = N/n,$$

где N – общее число изделий во всех выборках; n – общее число изделий, подвергнутых контролю.

Результаты выборок штанг с дефектом «плена» для проката сортового горячекатаного круглого представлены в табл. 1.

Определены контрольные границы для аппроксимации биномиального распределения, используя нормальное распределение. По результатам расчета построена контрольная карта (рис. 4).

Таблица 1

Результаты выборок штанг с дефектом «плена» проката сортового горячекатаного круглого

Номер выборки	Число штанг с дефектом «плена», на каждые 150 штанг	Номер выборки	Число штанг с дефектом «плена», на каждые 150 штанг
1	4	11	2
2	1	12	4
3	6	13	8
4	3	14	3
5	4	15	5
6	7	16	4
7	3	17	6
8	9	18	5
9	6	19	3
10	5	20	2

Рис. 4. Контрольная карта качественных данных по дефекту «плена» проката сортового горячекатаного круглого

Анализ p-карты позволяет сделать вывод о том, что процесс производства проката сортового не находится в статистически устойчивом состоянии. Точка, соответствующая 15-й выборке, вышла за верхнюю контрольную границу, поэтому необходимо определить причину такого состояния и предпринять корректирующие и предупреждающие действия. В результате исследования было выявлено, что выход точки обусловлен нарушением температурного режима.

Для сбора данных при контроле, как по качественным, так и по количественным признакам, применяются контрольные листки, которые оформляются в виде бланков, заполняемых на рабочих местах при наступлении событий, учет которых ведется. Они служат для проверки определенных нормативных признаков, регистрации возникновения отдельных проблем (дефектов, поломок), отображения частоты наступления измеряемой величины в определенных пределах. В нашем случае контрольный листок заполнялся на наличие таких дефектов, как прокатная плена, раскатанная трещина, риска, закат, заусенец. Данный контрольный листок заполнялся с 1 декабря 2017 г. по 7 декабря 2017 г. (табл. 2).

С помощью диаграммы Парето (рис. 5) установлены основные причины возникновения дефектов прокатной продукции – «плены»: раскатка рванин, глубокая зачистка дефектов, грубое механическое травмировние.

Анализ проведен экспертным методом, в результате сформирована таблица (табл. 3).

Согласно ГОСТ 21014-88 «Прокат черных металлов. Термины и определения дефектов поверхности» рванина представляет собой дефект поверхности в виде раскрытого разрыва, расположенного поперек или под углом к направлению наибольшей вытяжки металла при прокатке или ковке, образовавшийся вследствие пониженной пластичности металла. Основной причиной появления рванин является неправильный режим нагрева исходной заготовки.

Для выявления взаимосвязи между поверхностными дефектами проката и технологическими режимами построена диаграмма разброса, для построения которой взята конкретная марка стали, определены необходимые режимы нагрева исходной заготовки перед прокаткой: выбрана подшипниковая сталь ШХ15-ПВ. Данная марка стали нагревается по четвертому режиму в печах нагрева. Максимальная температура для этого режима 1230 °С. Проверим зависимость появления прокатных «плен» от температуры нагрева с помощью диаграммы разброса, которая представлена на рис. 6.

Анализ полученной диаграммы позволяет сделать следующий вывод о том, что между анализируемыми переменными наблюдается тесная взаимосвязь. Количественная оценка тесноты связи определена при помощи корреляционного анализа, коэффициент линейной корреляции r_{xy} = 0,8718.

Таблица 2

Контрольный листок по видам дефектов проката сортового горячекатаного круглого

ГОСТ 1050-2013	Контрольный листок по видам дефектов	
Предприятие: АО ОЭМК Цех: СПЦ-2 Участок: отделки вне потока	Изделие: прокат сортовой горячекатаный круглый Операция: приемочный контроль Контролер: А.В. Калинина	Количество штанг
Типы дефектов	Данные контроля	ИТОГО
Прокатная плена	/// ///// // / /// ///// /	20
Раскатанная трещина	// /// / / /	8
Риска	// //// //// /// //	15
Закат	/	1
Заусенец	// /// //// ///	12
Прочие	////	4
Всего	//	60

Таблица 3

Виды дефектов

№ п/п	Причины дефектов	Число несоответствий	Кумулятивный процент несоответствий, %
1	Раскатка рванин	69	56,56
2	Глубокая зачистка дефектов	32	82,79
3	Грубое механическое травмировние	11	91,80
4	Некачественная огневая зачистка	5	95,90
5	Прочие	5	100

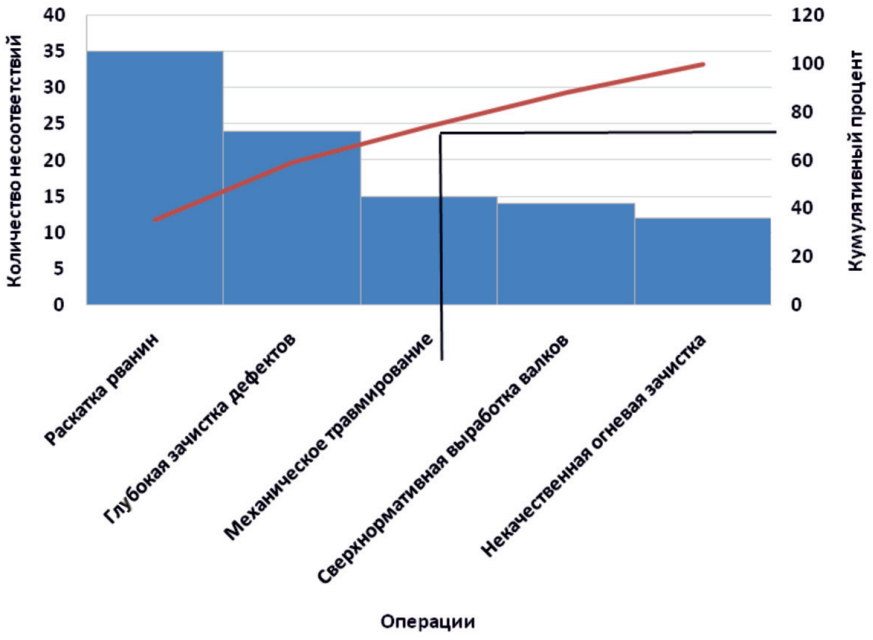

Рис. 5. Диаграмма Парето по причинам возникновения дефекта «плена»

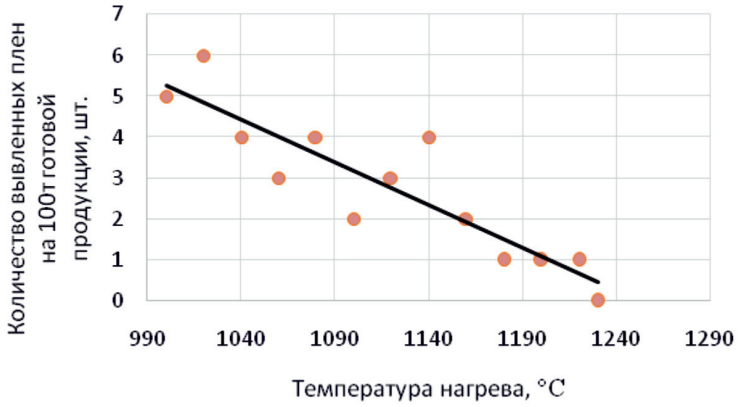

Рис. 6. Диаграмма рассеяния

Выводы

Таким образом, наиболее предпочтительными для анализа производственного процесса изготовления проката сортового горячекатаного являются такие выбранные методы и инструменты управления качеством, как древовидная диаграмма, контрольная карта, контрольный листок, диаграмма Парето, диаграмма рассеяния. Все используемые методы управления качеством обеспечивают устранение причин выявленных потерь продукции в производственном процессе.

Список литературы

1. Назина Л.И., Попов Г.В., Кульнева Н.Г. Статистические методы контроля и управления качеством: курсовое проектирование: учеб. пособие. Воронеж: ВГУИТ, 2015. 52 с.

2. Клиот Ю.М. Система непрерывного менеджмента как основной инструмент внедрения и практического использования системы менеджмента качества в организациях // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2012. № 1. С. 198–205.

3. Краснова Е.А. Система менеджмента качества предприятия и целесообразность внедрения методики учета и анализа затрат на качество // Наука и бизнес: пути развития. 2013. № 1 (19). С. 64–67.

4. Майборода В.П., Азаров В.Н., Панычев А.Ю., Установ Ю.А. Всеобщее управление качеством. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2014. 447 с.

5. Магомедов Ш.Ш., Беспалова Г.Е. Управление качеством продукции. М.: Изд-во АГРАФ, 2014. 260 с.