

2. Новейшая технология производства горячекатаной полосы / В. Бальд, Г. Кнеппе, Д. Розенталь и др. // МРТ. 2000. С. 26–41.
3. Ганжин В., Киселёв Ю. Технология XXI века. Перспективы России // Национальная металлургия. 2003. № 1. С. 77–85.
4. Получение горячекатаной полосы со свойствами холоднокатаной / А.Н. Завалишин, М.И. Румянцев, М.В. Дегтярев и др. // Материалы 64-й науч.-техн. конференции по итогам научно-исследовательских работ за 2004–2005 гг.: Сб. докл. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2006. Т. 1. С. 75–79.
5. Румянцев М.И., Цепкин А.С., Оплачко Т.В. Унифицированный подход к расчету дифференциальных оценок при качественном оценивании качества проката // Вестник МГТУ. 2007. № 3. С. 61–64.
6. Горбунов А.В. Метод оперативного контроля загрязненности поверхности // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: Сб. науч. тр. аспирантов и соискателей. Магнитогорск: МГТУ, 2000. С. 62–68.
7. Любушин Н.П. Анализ финансово-экономической деятельности предприятия. М.: Юнити, 2004. 471 с.

УДК 621.771.074: 621.771.25.002.237

Тулупов О.Н., Ручинская Н.А., Моллер А.Б., Лимарев А.С., Луценко А.Н.

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ СОРТОВОГО ПРОКАТА ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИХ ДЕЙСТВИЙ ПРИ НАСТРОЙКЕ СТАНОВ

При переходе к технологическим процессам нового поколения (в частности, к новым процессам производства сортового проката) существует проблема эффективного использования текущих данных для формирования структурированной информации, позволяющей принимать рациональные решения в области управления качеством технологических процессов и качества продукции.

Современные подходы к СМК определяют возможность и необходимость принятия обоснованных решений в области качества на базе достоверной информации – согласно одному из принципов менеджмента качества по ИСО 9000:2000 «Принятие решений, основанное на фактах» [1]. Этот принцип может реализоваться [2], если предприятие на постоянной основе будет осуществлять следующие виды деятельности:

- вести измерение и сбор данных и информации по всем основным процессам;
- обеспечивать точность, надежность и доступность данных и информации;
- уметь анализировать данные и информацию с помощью эффективных методов.

Современные подходы к управлению качеством предполагают всестороннее использование значимой информации для проведения предупреждающих действий. Поэтому необходимо выработать модели и алгоритмы, позволяющие на основании анализа текущих данных корректировать технологические и производственные процессы еще до того момента, когда может возникнуть ухудшение каких-либо показателей качества продукции. Так, в частности, п. 8.5.3 «Предупреждающие действия»: Организация должна предпринимать предупреждающие действия, направленные на устранение причин потенциальных несоот-

ветствий для того, чтобы избежать появления несоответствий. Предпринимаемые предупреждающие действия должны соответствовать степени воздействия потенциальных проблем [3].

В связи с техническим и технологическим перевооружением производства сортового проката на многих предприятиях России, а также строительством новых современных мини-заводов, данная проблема с точки зрения управления качеством сортового проката является особенно актуальной. Для ее решения авторы статьи использовали структурно-матричный подход [4], позволяющий систематизировать данные, информацию и порядок действий при создании баз данных, а также разработать структурно-матричные модели определенных объектов сортопрокатного производства (технологических схем сортовых станов) и на их основе разработать соответствующие функциональные элементы системы управления качеством, основанные на применении корректирующих и предупреждающих действий в технологическом процессе.

Важным достоинством структурно-матричного подхода является достаточно широкий опыт его применения для моделирования технологических схем производства сортового проката и решения технологических задач, как, например, задач настройки клетей сортового стана при изменении параметров заготовки, износе калибров, переточках валков, изменениях температуры и марочного сортамента сталей [4]. Это позволяет более эффективно использовать его, применяя процессный подход, то есть разработать эффективную модель технологического процесса для работы в условиях современной СМК, позволяющую, в свою очередь, создать эффективную систему **предупреждающих** воздействий для

технологического процесса, вводя корректировки не по факту возникновения отклонений, а предупреждая возникновение отклонений.

Структурно-матричный подход при описании процесса сортовой прокатки на стане (процесс получения профиля с заданными качественными геометрическими параметрами) представляет собой последовательность процессов формоизменения в каждом проходе с возможными кантовками между ними. Поэтому, согласно принципам построения адаптивных структурно-матричных моделей, изложенных в работе [4], для разработки цифровой модели формоизменения на стане необходимо имеющимся технологическим операциям поставить в соответствие их матричное представление, связав отдельные математические объекты, описывающие калибры, в единую систему.

Структурно-матричный подход предполагает описание прокатки в клетки матрицей технологических изменений. Тогда технологический процесс прокатки в непрерывных группах описывается набором состояний $[A]_{i=0...n}$, охватывающих состояние профиля от исходного ($i=0$) до конечного ($i=n$), и связанными между собой матрицами технологических изменений $[I]_{i=1...n}$.

$$[I_1] \quad [I_2] \quad [I_i] \quad [I_{i+1}] \quad [I_n] \\ [A_0] \Rightarrow [A_1] \Rightarrow \dots \Rightarrow [A_i] \Rightarrow \dots \Rightarrow [A_n]. \quad (1)$$

Согласно работе [4], сечения раската в калибрах могут быть представлены множеством векторов n -мерного пространства (принимая во внимание взаимную симметрию секторов калибра для простых профилей, описывается только 1/4 всего сечения при количестве базисных радиус векторов $n=10$).

На действующих сортовых станах постоянно возникают технологические задачи настройки стана на различные условия прокатки (регулировка величины зазоров между валками и скорости привода в

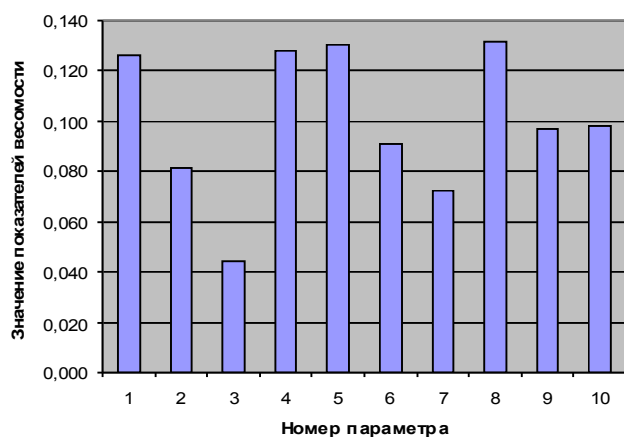


Рис. 1. Результаты определения весомости параметров, влияющих на точность профиля

клетях) с целью постоянного обеспечения заданной точности (качества) профиля и недопущения его отклонений от нормируемых параметров.

На практике текущую настройку стана (при предварительной настройке на прокатку определенного профиля) осуществляют при следующих изменениях и отклонениях:

- замена валков в определенных клетях на валки меньшего или большего диаметра (валки с разным количеством переточек);
- изменение (отклонение) температуры нагрева заготовки от заданной;
- переход на прокатку того же профиля, но из другой марки стали;
- текущий износ калибров, происходящий постепенно в каждом калибре в зависимости от количества (тоннажа) прокатанного в нем металла.

В большинстве случаев, несмотря на непосредственное влияние перечисленных факторов на качество (точность профиля), вся настройка (подстройка) осуществляется интуитивно опытными вальцовщиками, не имеет четкой методики и недостаточно отражена в нормативных документах и технологических инструкциях. Именно по этим причинам могут возникать различного рода несоответствия продукции.

Стандартизованное понятие «предупреждающее действие» определено как действие, предпринятое для устранения причины потенциального несоответствия [1].

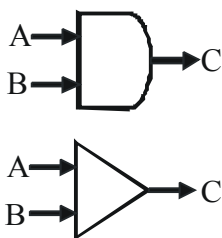
Согласно требованиям, предъявляемым к СМК, необходимо планировать деятельность по предупреждению потенциальных несоответствий. Такие несоответствия, в частности несоответствие геометрических размеров профиля требуемым, могут возникнуть при изменении любого из вышеописанных факторов. Для предотвращения появления этого потенциального несоответствия необходимо провести анализ возможности избежания несоответствия и разработать четкую методику настройки стана, систематизировать и обеспечить эффективность этих действий.

Для этого применим один из статистических методов управления качеством – ФТА (Fault Tree Analysis – **Анализ дерева отказов**), который является одним из наиболее часто используемых методов анализа надежности, безопасности и работоспособности систем. Это дедуктивная процедура, используемая для выявления отдельных комбинаций отказов оборудования, систем управления и ошибок людей, которые могут привести к нежелательным последствиям для системы в целом (такие события называют событиями верхнего уровня). Анализ начинают с предположения о нежела-

тельном итоговом событии, исходя из которого затем пытаются выявить конкретные причины, вызывающие такой результат (элементы второго и т.д. уровней). Делают это путем построения **логической диаграммы ФТА** («Дерево отказов»), используя базовые символы – логические ворота двух видов:

1) ворота «И» показывают, что выходное событие имеет место только тогда, когда происходят все входящие события;

2) ворота «ИЛИ» показывают, что выходное событие происходит, если происходит хотя бы одно из входящих событий.



Завершив построение, оценивают (по возможности) вероятность возникновения всех событий самого нижнего уровня и, двигаясь снизу вверх, рассчитывают статистическую вероятность возникновения интегрального отказа верхнего уровня.

Для построения логической диаграммы ФТА и оценки параметров, влияющих на точность профиля в процессе прокатки, была определена номенклатура технологических параметров и проведен опрос экспертной группы, состоящей из семи специалистов. Оценка проводилась по десятибалльной шкале (табл. 1). Оценивали те параметры, влияние которых можно компенсировать настройкой стана, то есть за счет определенных предупреждающих действий.

Результаты экспертной оценки (рис. 1) показали, что основными (более весомыми) параметра-

ми, влияющими на точность профиля, являются: пластические свойства стали (марка стали, предел текучести), температура заготовки и диаметр валков. Влияние износа валков (калибров) на точность профиля, в принципе, тоже является причиной для настройки стана, но для того, чтобы компенсировать износ, необходимо большое количество данных о профиле изношенных калибров, поэтому вопросы управления качеством при износе калибров являются темой отдельного исследования и в данной работе не рассматриваются.

Дополнительно экспертам был задан вопрос о степени влияния точности раската на точность готового профиля на непрерывном стане в различных точках технологической схемы:

- профиль в первых черновых клетях;
- профиль в равноосных калибрах;
- профиль в неравноосных калибрах;
- профиль в последних клетях непрерывных групп;
- профиль в предчистовой клетки.

Большинство экспертов сошлись во мнении, что больше всего на точность готового профиля влияет точность профиля в последних клетях непрерывных групп (коэффициент весомости 0,142), по сравнению, например, с точностью профиля в неравноосных калибрах (коэффициент весомости 0,037) или в первых черновых клетях (коэффициент весомости 0,054).

Учитывая данные экспертного опроса, диаграмма ФТА для такого нежелательного события, как «отклонение геометрических размеров профиля» при прокатке, представлена на рис. 2.

Согласно ИСО 9001, желаемый результат достигается эффективнее, когда деятельностью и соответствующими ресурсами управляют, как процессом. Используя принцип процессного подхода, опишем подпроцесс «Управление настройкой (подстройкой) стана» процесса «Управление технологическим процессом», построив модель процесса (табл. 2).

Модель процесса – это диаграмма потока, сопровождающаяся таблицей.

Для поддержания технологического процесса в управляемом состоянии в технологическую инструкцию было предложено внести дополнения в виде *таблиц предупреждающих действий*. Таблицы ПД представляют собой четкую методику настройки (подстройки) стана, т.е. совокупность систематизированных данных и порядок действий ответственного лица, и должны использоваться в режиме on-line, если возникнет какое-либо отклонение при настройке стана, которое может привести к возникновению потенциального несоответствия геометрических размеров профиля требуемым размерам.

Таблица 1

Оценка экспертами параметров по десятибалльной шкале

Параметр	Номер эксперта							ΣRe
	1	2	3	4	5	6	7	
1 Пластические свойства стали	8	9	9	10	9	8	9	62
2 Жесткость клетей	6	5	6	6	6	5	6	40
3 Скорость прокатки	3	3	4	2	3	3	4	22
4 Температура заготовки	9	9	10	9	9	8	9	63
5 Износ калибров	10	9	9	8	9	9	10	64
6 Состояние (изношенность) проводковой арматуры	6	6	7	6	6	7	7	45
7 Конструкция проводковой арматуры	5	6	5	4	6	5	5	36
8 Диаметр валков	9	10	9	9	10	9	9	65
9 Точность геометрических размеров заготовки	7	8	6	7	6	7	7	48
10 Схема калибровки (калибровка валков)	8	7	8	6	7	7	6	49
ΣRj	71	72	73	67	71	68	72	494

Для системного решения задачи определения рациональных предупреждающих действий на основе структурно-матричного подхода разработаны новые **показатели соответствия профиля**.

Определим понятие «точность» и его применение с точки зрения управления качеством сортового проката при помощи предупреждающих действий.

Под **точностью профиля** будем понимать соответствие геометрических размеров (толщины, ширины, овальности) профиля заданным параметрам с заданной погрешностью.

Под **точностью прокатки** будем понимать соответствие технологических параметров процесса прокатки, а также параметров промежуточных сечений раската таким значениям, при которых обеспечивается точность профиля.

Сечения раската в калибрах представлены множеством векторов n-мерного пространства (принимая во внимание взаимную симметрию секторов калибра для простых профилей, описывается только 1/4 всего сечения при количестве базисных радиус-векторов n=10). Формоизменение в каждом из калибров описывается матричным уравнением, отражающим изменение длины каждого радиус-вектора при формоизменении:

$$[b] = [A] \times [a]. \quad (2)$$

Из анализа процесса прокатки видно, что величина вектора b_i , описывающего сечение, выходящее из i-й клетки, зависит от процесса формоизменения в i-й клетки стана и при отсутствии натяжения может корректироваться только в результате изменения межвалкового зазора по клетям, что позволяет компенсировать, например, влияние износа калибров на форму профиля. Профиль износа согласно [2] легко может быть аналогично описан соответствующим вектором.

При разработке новых методов управления качеством продукции сортопрокатного производства могут быть использованы следующие показатели: РОП, ИОП, ПСП.

РОП – Распределенное отклонение профи-

ля (его геометрических размеров) характеризуется разностью длин векторов до изменения параметров и после него в любой клетке стана.

$$РОП = \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ ' \\ ' \\ \epsilon_9 \\ \epsilon_{10} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \epsilon'_1 \\ \epsilon'_2 \\ ' \\ ' \\ \epsilon'_9 \\ \epsilon'_{10} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ ' \\ ' \\ \Delta\epsilon_9 \\ \Delta\epsilon_{10} \end{bmatrix} \quad (3)$$

где ϵ_i – векторы до изменения параметров; ϵ'_i – векторы после изменения параметров.

ИОП – Интегральное отклонение профиля.

$$ИОП = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{10} (\epsilon_i)^2} - \sqrt{\sum_{i=1}^{10} (\epsilon_i - \epsilon'_i)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{10} (\epsilon_i)^2}} \times 100\%. \quad (4)$$

При прокатке в калибрах особую важность имеет получение профиля с точно соответствующими требованиям стандартов геометрическими параметрами. При этом само понятие «соответствия профиля» не определено и не формализовано, что не позволяет оценивать соответствие численно и сравнивать соответствие профилей различной формы. Для этого предложено описать оценку соответствия профиля через показатель ПСП.

ПСП – Показатель соответствия профиля – показатель, отражающий попадание ИОП в нормируемый диапазон.

Используя перечисленные показатели, можно при помощи модели настройки стана [4] определять, соответствует ли профиль в последней клетке каждой группы клеток заданным требованиям по геометрическим размерам и требуется ли настройка конкретной группы клеток.

Для каждого объекта (стана) можно при помощи известной математической модели настройки [4] спрогнозировать диапазоны значений показателя точности ИОП в некоторых технологических точках стана при изменении технологических параметров. Эти точки и параметры были определены при помощи экспертного опроса.

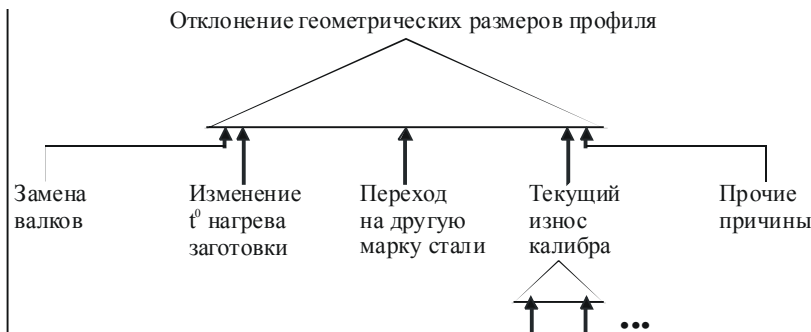
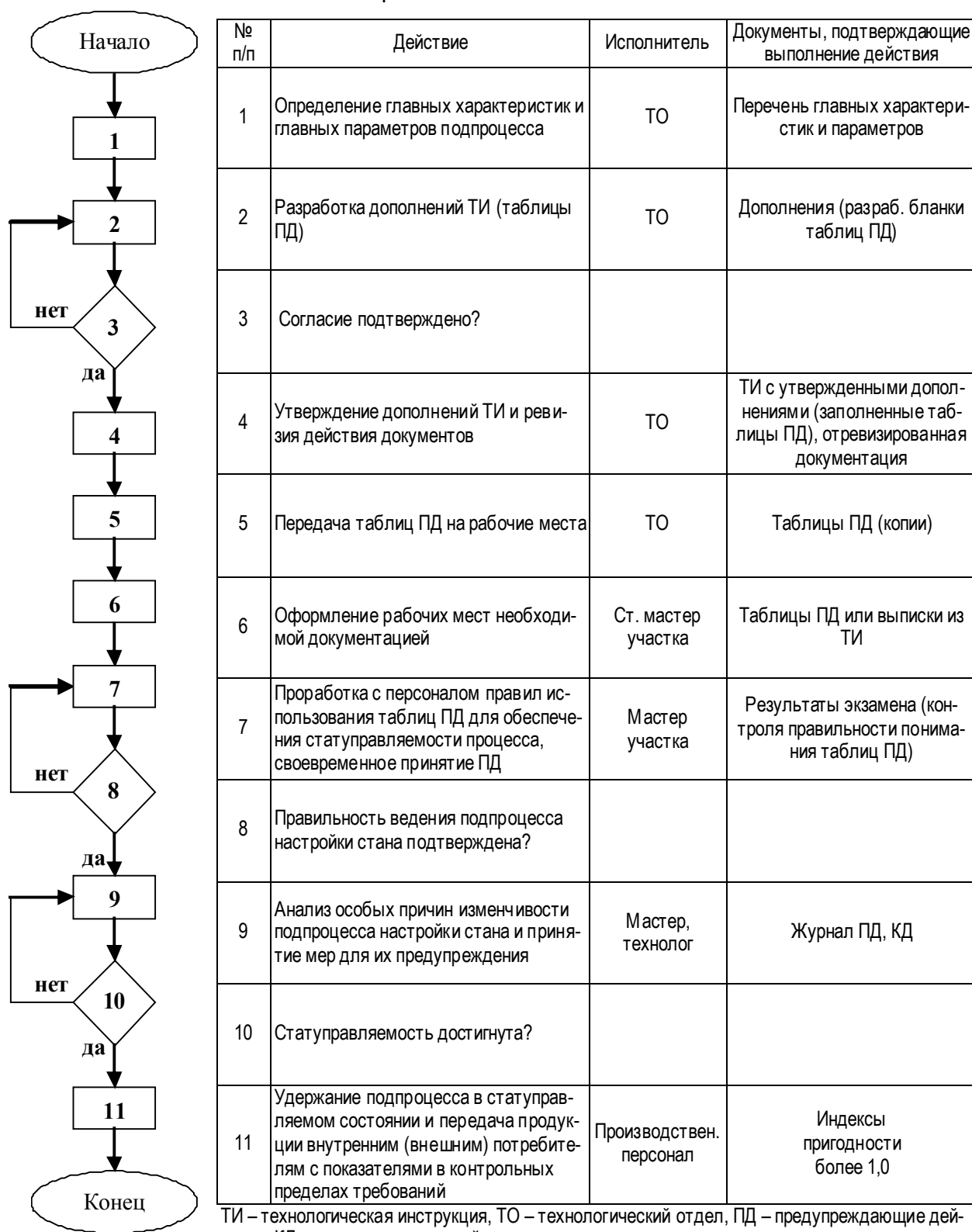


Рис. 2. Вершина «Дерева отклонений геометрических параметров»

Таблица 2

Модель подпроцесса «Управление настройкой (подстройкой) стана для предотвращения появления потенциальных несоответствий»



Для моделирования нужно изменять значения технологических параметров и смотреть, как изменяются показатели точности. На основании этого можно определить допустимые диапазоны показателей в этих точках (точность прокатки), которые обеспечивают заданную точность готового профиля.

После расчетов показателей ИОП для наглядности представления их и «диапазона соответствия» (т.е. диапазонов положительного и отрицательного ПСП) воспользуемся графическим инструментарием. Для этого введем понятие «Модельной карты», которая создана по подобию такого статистического метода, как «Контрольная карта».

Модельная карта – графическое представление **точности прокатки** при моделировании, показывающее нанесенные значения показателя ИОП и контрольное (“пограничное”) число, характеризующие границу между «положительным» и «отрицательным» значением показателя соответствия профиля (ПСП) (рис. 3).

Рассмотрим методику структурирования информации и создания баз данных, а также основные принципы адаптации и использования структурно-матричной модели для разработки предупреждающих действий при настройке непрерывной группы клетей сортового стана.

Процедура адаптации основана на следующих допущениях:

- Основными факторами, влияющими на точность прокатки, являются форма калибров, температура прокатки, марка стали, диаметры валков.
- Основным способом повышения точности прокатки является регулировка зазоров в калибрах.
- Расчет настройки калибров ведется против хода прокатки, по условию выполнения профиля на выходе из последней клетки подгруппы. Точность расчета зазора составляет 0,1 мм.
- Настройка осуществляется преимущественно неравноосными калибрами, преобладающее

влияние которых на точность прокатки известно из литературных и практических данных [4].

Диаметры валков учтены в модели через максимальное и минимальное значения. Изменение диаметров можно описывать не в миллиметрах, а через переточки, величина и количество которых регламентированы технологической инструкцией. Это позволяет упростить эксплуатацию модели на стане.

Пластические свойства стали учтены через базовый предел текучести. При этом в модель включены значения предела текучести для всех прокатываемых марок.

Изменение температуры прокатки, согласно используемой модели настройки, можно определять с использованием методики [4].

Характеристики износа калибров могут быть учтены в модели на основании статистических исследований профиля валков через матрицы износа, подробно характеризующие геометрию формы изношенного калибра [4].

На основании моделирования формируются таблицы предупреждающих действий, отражающие необходимые для обеспечения точности прокатки изменения межвалковых зазоров при различных изменениях технологических параметров.

Таблицы ПД состоят из следующих блоков столбцов (табл. 3):

1-й столбец – наименование технологического параметра. Так как изучалось влияние и изменение только трех параметров, то в каждой таблице столбец носит одно из следующих названий: «Температура», «Предел текучести» или «Количество переточек валков».

2-й, 3-й (4-й) блок столбцов – «Номер подгруппы клетей». Каждый из блоков разбит на количество столбцов, равное количеству клетей в подгруппе с их цифровым или буквенным обозначением.

У каждого из рассматриваемых параметров имеется базовое значение, при котором настройку стана производить не требуется (например: $T=1100^{\circ}\text{C}$; $\sigma_T=10 \text{ кг/мм}^2$; количество переточек = 0). При изменении базовых значений клетки необходимо настраивать, т.е. изменять зазор между валками. Информация о размере изменений зазоров по клетям (мм) при изменении на входе в процесс какого-либо (из трех анализируемых) технологического параметра и является содержанием таблиц ПД.

Задача разработки таблиц ПД для настройки клетей была

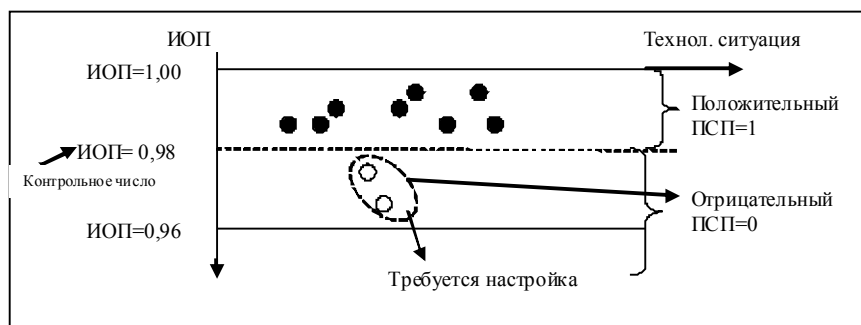


Рис. 3. Общий вид Модельной карты

Таблица 3

Таблица ПД при прокатке Ø5,5мм на стане 150

Температура, °С	1 группа изменение зазора								2 подгруппа изменение зазора							3 подгруппа изменение зазора								
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
1000	-0,1	-0,1	0,3	-0,1	0,3	-0,1	0,3	-0,2	0	-0,2	0	0	-0,1	0	0,2	0	0,2	0	0,2	-0,1				
1000		-							-						2,9									
1000			-							-						-0,6								
1000				-							-0,7						1,9							
1000					-							-0,7						-0,3						
1000						-							-0,1						1					
1000							-		0		0		-0,1							-0,1				
1000								-0,3		0,8		-0,7		0		0		0		-0,1				
1000		-0,1		-0,1		-0,1		-0,2			-0,4	-0,4			0,7		0,7			0,8				
1000	0		4,2		4,3		4,1		0			0	-0,1			0			0,2	-0,1				
1050	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	-0,1	0	0	0	-0,1	-0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,2	-0,1				
1050		-							-0,4						-0,6									
1050			-							2,9						1,8								
1050				-							-0,2						-0,3							
1050					-							-0,2						1						
1050						-							-0,2						-0,1					
1050							1,8		0		0		-0,2							0,5				
1050								-0,1		0,3		-0,2								-0,1				
1050		0		0		0		-0,1			-0,1	-0,1		-0,1		-0,1		-0,1		0				
1050	0,1		1,3		1,3		1,4	-0,1	0			-0,1	-0,2		0,3		0,3		0,4					
1150	Настройка не требуется								Настройка не требуется							0,1	-0,3	0,1	-0,3	0,1	-0,3	0		
1150	Настройка не требуется								Настройка не требуется									-0,1						
1150	Настройка не требуется								Настройка не требуется										-					
1150	Настройка не требуется								Настройка не требуется											0,1				
1150	Настройка не требуется								Настройка не требуется														-	
1150	Настройка не требуется								Настройка не требуется							-0,1		-0,1		0				0
1150	Настройка не требуется								Настройка не требуется									-		-		-		
1150	Настройка не требуется								Настройка не требуется									0,2				-0,4		0
1150	Настройка не требуется								Настройка не требуется							0,7				-0,3				0
1180	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0	-0,2	0	Настройка не требуется							-0,1	-0,1	0	-0,2	0	-0,2	0		
1180		-							Настройка не требуется							0,1								
1180		0,5							Настройка не требуется								-0,1							
1180			-						Настройка не требуется									0,1						
1180				0,2					Настройка не требуется										-0,1					
1180					-0,5				Настройка не требуется											0,2				
1180						0,1			Настройка не требуется													-0,1		
1180							-0,2		Настройка не требуется														0,1	
1180								0,1	Настройка не требуется							0		0		0			0,1	
1180		0		0		0		0,1	Настройка не требуется								0		0			-0,1		
1180	-0,1		-0,1		-0,1		-0,2		Настройка не требуется									0				-0,2	0	
1180			-0,2			0,1			Настройка не требуется							0			-0,2				0	

решена для условий сортопрокатного производства ОАО «Северсталь». Адаптация модели настройки и последующее моделирование предупреждающих действий осуществлено для станов 350, 250 и 150.

Таблицы ПД заполнялись следующим образом: с помощью матричной модели моделировался процесс прокатки с изменённым, относительно оптимального значения, параметром, например с температурой $T=1000^{\circ}\text{C}$. При этой ситуации рассматривали следующие варианты настройки стана (в таблицах ПД они выделены голубым цветом):

- 1) настройка всеми клетями;
- 2) настройка только одной клетью (по порядку каждой);
- 3) настройка только четными клетями;
- 4) настройка только нечетными клетями;
- 5) некоторые другие пробные ситуации настройки.

При моделировании анализировали ситуации для следующих значений параметров:

- температура нагрева заготовки: $T=1000; 1050; 1150; 1180^{\circ}\text{C}$;
- количество переточек: 4; 8 шт., иногда 3; 5;
- базовый предел текучести стали $\sigma_T=6; 8; 12; 14 \text{ кг/мм}^2$.

В процессе работы моделировались режимы настройки для определения предупреждающих действий на станах 250, 150, 350 ОАО «Северсталь» при прокатке следующих профилей:

- 1) стан 250: круг $\varnothing 10, \varnothing 12, \varnothing 23$; уголок $20 \times 20, 25 \times 25, 40 \times 40 \text{ мм}$.
- 2) стан 150: круг $\varnothing 5,5, \varnothing 6,5$ и $\varnothing 9 \text{ мм}$.
- 3) стан 350: швеллер 10 и уголок $75 \times 75 \text{ мм}$.

По результатам моделирования получили ряды данных о величинах изменения зазоров, которые и разместили в таблицах ПД. Примеры таблиц ПД для случаев прокатки круга $\varnothing 5,5 \text{ мм}$ на стане 150 при изменении температуры и уголка $20 \times 20 \text{ мм}$ на стане 250 при изменении количества переточек представлены в **табл. 3** и **4** соответственно.

В результате составления таблиц ПД получен наглядный и функциональный «инструмент предупреждения» для условий каждого стана.

Оператор (вальцовщик), зная на входе в процесс об изменении температуры, марки стали или диаметра валков, может оперативно использовать данные таблицы ПД, подстраивая клетки

Таблица ПД для черновой группы клетей при прокатке уголка $20 \times 20 \text{ мм}$ на стане 250

Переточки	1 подгруппа (черновые клетки)							
	изменение зазора							
	а	б	1	2	3	4	5	6
4	-							
4		-						
4			-					
4				3,0				
4					-			
4						-		
4							-	
4								0,5
4	-0,5	0,3	-0,5	0,3	-0,5	0,1	0,3	0,4
4		0,3		0,3		0,1		0,4
4	-		-		-		-	
4	-0,3	1,9	-1,1	2	-0,1			
4	-0,3	1,7	-1,3	1,7	0,3	1,6		
4		0,3	-0,5	0,3	-0,5	0,1	0,3	0,4
8				-				
8								1,7
8	-1	0,9	-1,1	0,9	-1,1	0,9	0,7	0,9
8		0,9		0,9		0,9		1
8	-		-		-		-	
8	-	-	-	-	-			
8	1,9	4,2	-1,4	2,6	2,4	4,6		
8	-1,1		-1,1	0,9	-1,1	0,9	0,7	1
8	-	-	-	-	-			
8	-0,9	0,9		0,9	-1,1	0,9	0,7	1
8	-0,9	0,7	-0,9		-0,9	0,7	0,5	0,8
8	-0,9	0,9	-1,1	0,9	-1,1	0,9		1
8	1,9	4,2	-1,4	2,6	2,4	4,4	0,8	

под изменившиеся условия. Причем у него будет возможность выбора между вариантами настройки (например, настройка одной клетью или только четными клетями).

По рекомендациям стандарта ИСО 9001 необходимо оценивать результаты внедрения предупреждающих и корректирующих действий. При внедрении таблиц ПД предусмотрена оценка (например, в процентном отношении): насколько изменилось при использовании таблиц ПД, количество готового профиля, соответствующего по геометрии требованиям НД относительно количества готового профиля без использования таблиц ПД.

Библиографический список

1. ИСО 9000:2005. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
2. Разработка и совершенствование системы менеджмента качества: Учеб. пособие. Челябинск: АНО «ПРОНАП-СЕРТ», 2006.
3. ИСО 9001:2000. Системы менеджмента качества. Требования.
4. Тулупов О.Н. Структурно-матричные модели для повышения эффективности процессов сортовой прокатки. Магнитогорск: МГТУ, 2002. 224 с.