

ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ

УДК 621.771

Л.С. Иванова, В.И. Белякова, В.Л. Корнилов, В.Ю. Божевалева, Ф.В. Капцан

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УСТАНОВКИ ИМПОК-1Б В ЛИНИИ АГРЕГАТА НЕПРЕРЫВНОГО ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ ЦЕХА ПОКРЫТИЙ ОАО «ММК»

Стратегической целью ОАО «ММК» в области качества является выпуск высококачественной металлопродукции, конкурентоспособной на мировом рынке и удовлетворяющей запросы и ожидания потребителей.

Конкурентоспособность продукции на мировом рынке применительно к стальному металлопрокату определяется высоким качеством и надежностью механических свойств.

В ОАО «ММК» контроль механических свойств металлопроката проводится разрушающими и неразрушающими методами (НМК).

Недостатки разрушающих методов испытаний, выборочность, трудоемкость, продолжительность изготовления и испытаний, потери металла и электроэнергии, исключаются при внедрении неразрушающих методов контроля.

Магнитный метод неразрушающего контроля, проводимый в ОАО «ММК» контактными приборами типа ИМА и КИПФ и бесконтактными приборами типа ИМПОК, позволяет по магнитной характеристике, коррелируемой с механическими свойствами, определять показатели качества металлопроката.

Применение приборов НММК бесконтактного типа, одним из которых является ИМПОК, позволяет проводить контроль магнитных параметров в автоматическом режиме и оценивать уровень механических свойств по всей длине полосы металлопроката.

Высокие достоверность и надежность неразрушающего метода контроля (НМК) можно обеспечить только путем его автоматизации, включая обработку информации посредством вычислительной техники и выдачи документа с заключением о качестве.

В 2004 г. ОАО «ММК» совместно с ИГЦ «Аусферр» в цехе покрытий (ЦП) был введен в действие агрегат непрерывного горячего цинкования (АНГЦ) с автоматизированной системой контроля технологии, обеспечивающей процессы

порулонного оперативного контроля технологии производства горячеоцинкованного металлопроката, и установкой неразрушающего контроля бесконтактного типа ИМПОК-1Б с программно-техническим комплексом, обеспечивающим автоматическую обработку показаний и проведение сплошного НМК.

Порядок подготовки к проведению контроля, порядок проведения контроля, обработка результатов осуществляются в соответствии с требованиями ГОСТ 30415 и сведены в алгоритм (рис. 1).

Установка ИМПОК-1Б начала работать с 1 июня 2004 года. Сразу же начался набор информационного массива (ИМ). Набор и обработка ИМ проводились в соответствии с ГОСТ 30415-96 «Неразрушающий контроль механических свойств и микроструктуры металлопродукции магнитным методом» и ОСТ 10-1-34-90 «Статистический приемочный контроль качества по корреляционной связи между параметрами».

Корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязей механических характеристик, удлинения при дроссировке (УД), элементов плавочного химического состава и показаний ИМПОК-1Б (N) для горячеоцинкованного металлопроката из стали марки 08пс групп назначения ОН, ХП, ПК толщиной 0,5–1,2 мм, поставляемого по ГОСТ 14918-80, дал значимые коэффициенты корреляции и реальную возможность проведения сплошного НМК по уравнениям множественной корреляции, приемочным числам и нормам годности взамен разрушающих приемочных испытаний готовой продукции АНГЦ.

Уравнения множественной корреляции обеспечивают определение следующих расчетных величин нормируемых характеристик и получать их распределение по длине рулона (рис. 2):

- предел текучести;
- относительное удлинение.

Уравнения взаимосвязей и нормы годности зачисляются в единую корпоративную систему норма-

тивно-справочного сопровождения ОАО «ММК», что позволяет проводить автоматизированную оценку качества продукции. Контроль качества продукции осуществляется в две стадии. Первая стадия заключается в оценке соответствия технологических режимов нормативам и оценке результатов неразрушающего контроля. На второй стадии происходит назначение разрушающих испытаний в объеме, установленном нормативными актами, а также испытаний единиц продукции, произведенной с нарушением технологии. На основании полученных результатов формируется паспорт качества продукции (рис. 3).

Для контроля уровня технологии и методики проведения неразрушающих испытаний не менее 10% партий подвергаются параллельным разрушающим и неразрушающим испытаниям. Выделение контролируемых партий производится корпоративной системой управления технологией и качеством продукции автоматически. Автоматизированные рабочие места контролеров ОКП позволяют осуществлять мониторинг технологического процесса и неразрушающих приемочных испытаний в режиме, близком к реальному времени.

Для проверки уравнений был сформирован массив из контролируемых партий и проведен анализ остат-

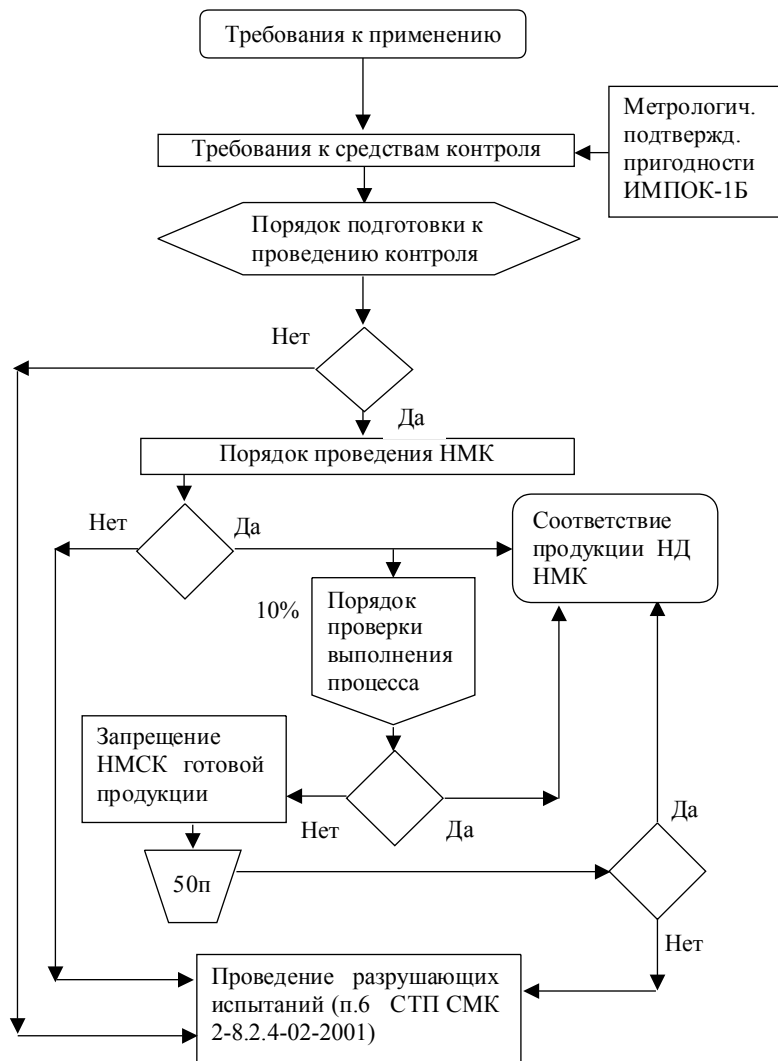


Рис. 1. Алгоритм разработки НМК готовой продукции АНГЦ ЦП

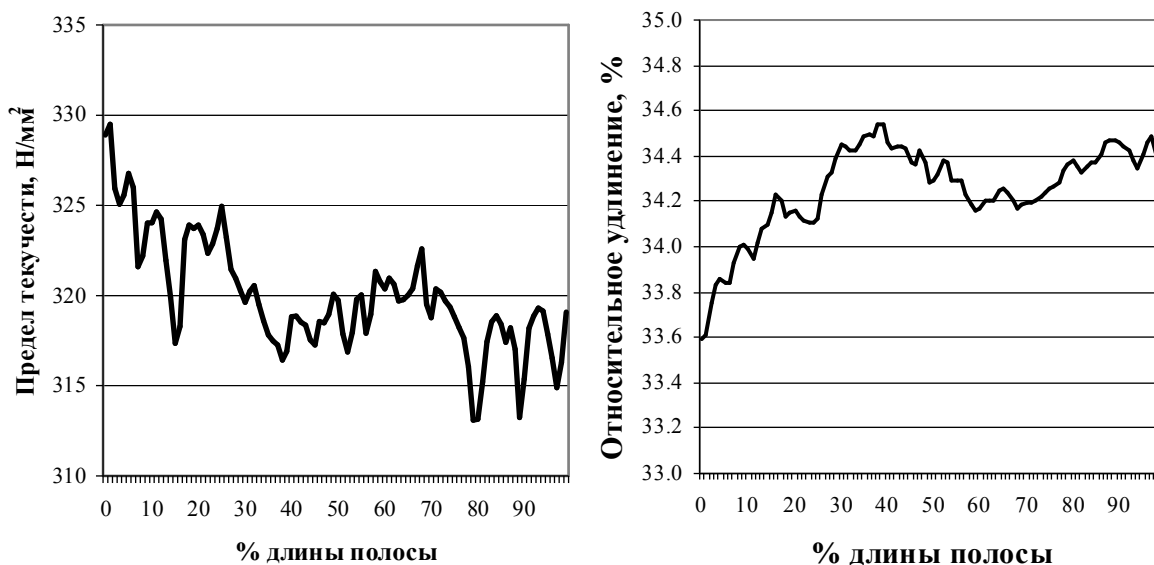


Рис. 2. Распределение механических свойств по длине рулона горячеоцинкованного металлопроката

НД	Марка стали	Назначение	Толщина, мм	Уравнения регрессии	Основной массив		Массив контрольных партий			
					Количество	Среднее значение Y	Количество	Среднее значение Y1	0.5*Soct.	Y-Y1
ГОСТ 14918-80	08ПС	ХП	0,5	$\delta_4 = 39,66 - 0,00091 \cdot N$	270	33,2	67	34,1	2,6	0,9
		УД > 0,11		$\sigma_T = 290,26 + 0,01059 \cdot N - 54,929 \cdot \text{УД}$	269	344	67	342,1	19,2	1,9
		ПК		$\delta_4 = 41,43 - 0,0007 \cdot N - 10,818 \cdot \text{Mn}$	285	33	60	33,3	2,5	0,3
		УД > 0,30		$\sigma_T = 283,69 + 0,0128 \cdot N - 54,753 \cdot \text{УД}$	285	353	60	358,4	20,6	5,4
		ХП	0,6	$\delta_4 = 46,054 - 0,0017 \cdot N$	121	34,1	19	34,5	2,5	0,4
		УД > 0,11		$\sigma_T = 259,165 + 0,0128 \cdot N - 26,271 \cdot \text{УД}$	121	338	19	336,1	21,3	1,9
		ПК		$\delta_4 = 44,35 - 0,0011 \cdot N - 5,93 \cdot \text{УД}$	152	33,6	20	34,4	2,2	0,8
		УД > 0,11		$\sigma_T = 271,3 + 0,0135 \cdot N - 62,21 \cdot \text{УД}$	152	339	20	348,5	20,8	9,5
		ХП	0,7-0,8	$\delta_4 = 43,5 - 0,0013 \cdot N$	491	34,8	75	35,4	2,5	0,6
		УД > 0,11		$\sigma_T = 277,8 + 0,0084 \cdot N - 37,37 \cdot \text{УД} + 1047,4 \cdot P$	509	330	75	332,5	18,7	2,5
		ХП	1,4	$\delta_4 = 43,3 - 0,0013 \cdot N$	150	36	14	36	2,3	0
		УД = 0,3-1,4		$\sigma_T = 271,4 + 0,0094 \cdot N - 28,15 \cdot \text{УД}$	150	301	14	303,2	13,95	2,2

ков (рассчитана разность между фактическими и расчетными значениями параметров (см. таблицу). Из таблицы видно, что средние значения остатков (Y-Y1) не превышают половины значений средних стандартных отклонений (0.5*Soct) анализируемых параметров, следовательно корректировка уравнений не требуется.

В октябре 2004 года началось опытно-промышленное опробование программно-технического комплекса к установке ИМПОК-1Б для проведения неразрушающих приемочных испытаний горячеоцинкованного металлопроката в линии АНГЦ ЦП, а в январе 2005 г. около 30% сортамента АНГЦ ЦП было фактически аттестовано по результатам НМК. Динамика внедрения НМК в линии АНГЦ ЦП приведена на рис. 4.

Внедрение неразрушающего метода контроля в линии АНГЦ позволяет снизить трудоемкость и сократить продолжительность испытаний, уменьшить потери металла на отборе проб, проводить порулонные испытания механических свойств и гарантировать потребителю механические свойства по всей длине рулона, что соответствует политике качества комбината и повышает конкурентоспособность ОАО «ММК» на мировом рынке.

Экономический эффект при внедрении на отбор проб для разрушающих испытаний в сплошного НМК от сокращения потерь металла 2006 году составил 1,9 млн руб.

Паспорт качества рулона №

Дата/время:

Дата/время	2006-07-13 01:06:52	Назначение	ХП
Смена	1	Вид поверхности	МТ
Бригада	3	Класс покрытия	2
Мастер производства		НД	ГОСТ 14918-80
Мастер ОКП		Отжиг покрытия	нет
Контролер		Дрессировка	да
№ заказа		Правка растяжением	нет
Партия	5369	Пассивация	да
Плавка	0215051	Подрезка кромки	нет
Марка стали	08пс	Промасливание	нет

	№	Толщина		Ширина		Вес		Длина	
		Норматив	Факт	Норматив	Факт	Факт	Факт	Факт	Факт
Подкат	0215051-6,6		0,68		1 250		21,44 + 21,44		3 050
Рулон	5369-5	0,70	0,70	1 250	1 250	7,50 / 7,53			1 121

Параметр	Норматив, Мин./Макс.	Показатель градиента нормальной составляющей поля остаточной индукции, А/м ²			Оценка качества	
		Мин.	Среднее	Макс.	В допуске, %	Оценка
ИМПОК	4 000 / 10 000	6 127,32	6 340,74	6 849,56	-	-

Параметр	Норматив, Мин./Макс.	Мин.	Среднее	Макс.	В допуске, %	Оценка
Отн. Удл.	24 / 45	34,60	35,26	35,53	100	ОК
Пред. Текуч.	257 / 430	323,81	327,38	332,70	100	ОК

Оценка на рулон: годен

Рис. 3. Паспорт качества горячеоцинкованного рулона

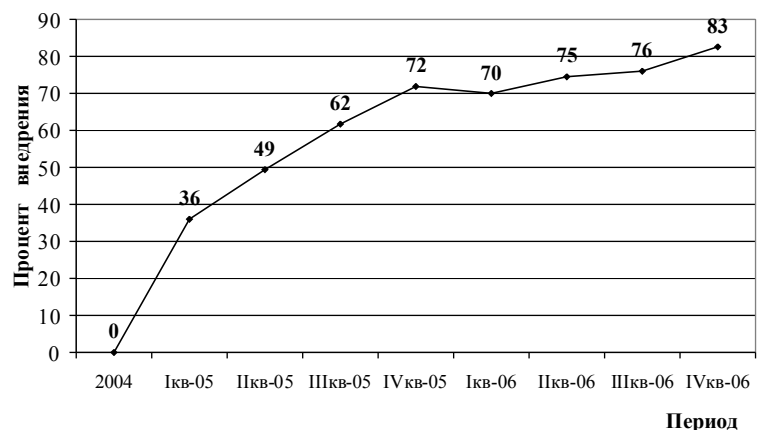


Рис. 4. Динамика внедрения НМК в линии АНГЦ ЦП