



It is shown, that the introduction of a new technological automation system for continuous casting machines allowed a full control of product quality and provided cutting blooms in line with production targets.

А. Е. ЕРОШЕНКО, Д. С. САВКОВ, ОАО «БМЗ»

УДК 669.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ СТАЛИ № 3 ОАО «БМЗ»

В электросталеплавильном цехе № 2 ОАО «БМЗ» в 2009–2011 гг. произведена комплексная реконструкция МНЛЗ-3. Ее проведение было обусловлено следующими основными факторами: необходимостью увеличения производительности машины, повышения требований к качеству литых блюмов, получения новых видов продукции.

Для обеспечения стабильной работы обновленного оборудования была полностью заменена вся система автоматизации МНЛЗ-3. В результате внедрения нового программного обеспечения были также заменены локальные модули планирования производством, общего слежения за металлом, модели оптимизации реза, модели перемешивания стали в промковше и четкого разделения плавов, модели системы контроля качества и др. В новой системе появился принципиально новый технологический модуль, позволяющий оператору разливки задавать различные технологические параме-

тры, соответствующие тем или иным маркам стали при ее разливке.

Модуль слежения. Основное предназначение данного модуля – обеспечить слежение за технологическим процессом МНЛЗ на всех этапах разливки начиная от момента прибытия стальной ванны на поворотную башню до передачи блюма на прокат либо склад. В течение данного процесса модуль слежения во взаимодействии с другими модулями обеспечивает достоверное разделение металла различных плавов для серии разливки плавов как одной марки, так и нескольких марок стали. При этом существует несколько методов разделения плавов: либо просто по массе металла, либо на основе функции смешивания металла различного химического состава, что актуально при разливке разных марок стали в серию без перековшовки.

В случае смены промковша или замены стаканов в процессе разливки слежение во взаимодей-

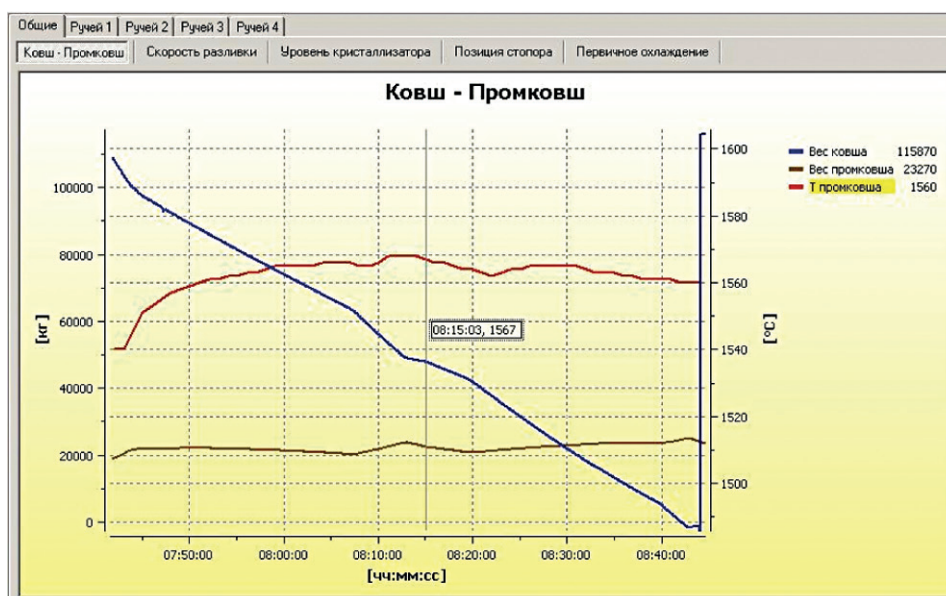


Рис. 1. График трендов технологических параметров

DANIELI AUTOMATION														Heat: 330387									
DANIELI AUTOMATION														Машина непрерывного литья заготовок - 3									
Ручей №	Блюм №	Маркировка	Тип	Время ро-га [д.мм.гг.чч.мм.]	Длина [мм]	Сечение [мм X мм]	Раст. вес [кг]	Факт. вес [кг]	Скорость разливки	Уровень крист-фа	Позиция стопера	Пер. плавки Расход	Пер. плавки А.Т	Втор. плавки Расход	Втор. плавки А.Т	Направление отгрузки	Уровень дефекта	Заметки					
2	1	330387B01	Б	03.12	4558	400 X 300	4266	4360	0.75	180.36	7.63	3395.92	4.40	22.99	22.80	НА СКЛАД	КОСМОТРУ						
2	2	330387B02	Б	03.18	4557	400 X 300	4265	4350	0.75	180.37	7.59	3393.83	4.45	23.00	22.80	НА СКЛАД	КОСМОТРУ						
2	3	330387B03	Б	03.24	4558	400 X 300	4266	4360	0.75	180.28	7.65	3395.12	4.50	22.96	22.80	НА СКЛАД	КОСМОТРУ						
2	4	330387B04	Б	03.30	4558	400 X 300	4266	4350	0.75	180.37	7.81	3393.30	4.48	22.98	22.80	НА СКЛАД	КОСМОТРУ						
DANIELI AUTOMATION														Heat: 330387									
DANIELI AUTOMATION														Машина непрерывного литья заготовок - 3									
7	Плавка №1		330307	Тех. заказ	330307	Марка	Ст30п(Блон)	Дата	10.04.2012 02:12	Смена	2	Прокат	3	Интерпр.	Котельное								
3	Данные														Температура								
2	Общие данные														Данные по ручьям								
2	Плавка №1		330307	Программа разливки		GR2.10F	GR2.10F	GR2.10F	GR2.10F	Время [с/мин]		T [°C]		Переворы									
3	Тех. заказ		330307	Программа охлаждения		GR2	GR2	GR2	GR2	02:26		1544		25									
4	Код марки стали		1425	Программа контроля качества		GR2	GR2	GR2	GR2	02:46		1541		25									
5	Практика		GR2.10F	Кристаллизатор №1		M-3003400_17	M-3003400_16	M-3003400_13	M-3003400_13	02:46		1537		21									
6	Номер в серии		6 / 73	Стабильность кристаллизатора		1013	1013	1013	1013	02:56		1535		19									
7	Пробитие ковша [с/мин]		02:48	Начало [с/мин]		02:21	02:22	02:22	02:22														
4	1		02:52	Окончание [с/мин]		04:02	03:57	03:59	03:59														
2	2		02:59	Вес ш/ковша при открытии [т]		24.29	24.33	24.33	24.33														
3	3		04:02	Вес ш/ковша при закрытии [т]		23.62	23.63	23.63	23.63														
4	4		15	Тип маш. перешка крист-фа		SH1 - C - 475B	SH1 - C - 475B	SH1 - C - 475B	SH1 - C - 475B														
5	5		2	Вес маш. перешка крист-фа [т]		0	0	0	0														
6	6		1	Тип разл. перешка крист-фа		142A	142A	142A	142A														
7	7		102.82	Вес разл. перешка крист-фа [т]		0	0	0	0														
8	8		0.89	Кол-во блюмов		0	0	0	0														
9	9		78	Общий факт. вес блюмов [т]		34.81	34.73	33.85	33.85														
Тяжелая прокатка														Данные по ручьям									
2	2		2	Общий расч. вес блюмов [т]		34.13	34.46	33.87	33.87														
3	3		1449	Длина головной обрести [мм]		0	0	0	0														
4	4		20.77	Вес головной обрести [т]		0	0	0	0														
5	5		0.00	Длина хвостовой обрести [мм]		0	0	0	0														
6	6		188.84	Вес хвостовой обрести [т]		0	0	0	0														
7	7		25	Вес блюмов		0	0	0	0														
8	8		103.58	Общий факт. вес блюмов [т]		0	0	0	0														
9	9		107.66	Общий расч. вес блюмов [т]		0	0	0	0														
10	10		0.00	Вес шихты [т]		0	0	0	0														
11	11		106.52	Вязкость [сПа·с]		0	0	0	0														
12	12		106.62	Вязкость [сПа·с]		0	0	0	0														

Рис. 2. Комплексный отчет о плавке

ствии с данными программы качества рассчитывает и выделяет обрезь, которая в дальнейшем будет автоматически вырезана и исключит ее попадание в готовые блюмы. На дальнейшем этапе происходит контроль уровня жидкой стали в кристаллизаторе и на разливочных ручьях. Процесс контроля осуществляется во взаимодействии с модулем планирования и модулем качества, обеспечивая виртуальное (предварительное) формирование блюмов строго заданной длины в соответствии с установленным графиком производства. При достижении виртуального блюма газорезки на систему локального контроля 1-го уровня (Simatic) передаются задание на порезку блюма и необходимая информация для маркировки. В дальнейшем происходит регистрация данных блюма: его длина, маркировка и масса. Все данные по блюму, начиная от порезки реального блюма, передаются последовательно на прокат и систему автоматизации более высокого уровня, что позволяет обеспечить сквозное слежение за металлом на всей технологической цепочке от начала выплавки до производства конечной продукции в режиме «on-line». Модуль слежения также обеспечивает формирование трендов (рис. 1) и вместе с модулем качества формирует комплексный отчет о плавке (рис. 2).

Технологический модуль. Предназначен для задания основных данных производства: технологической программы разливки, программы охлаждения, программы качества для заданных в производстве марок сталей. Технологическая программа разливки состоит из установочных параметров по кристаллизатору, скорости разливки, обжатию и др., необходимых для комплексного управления оборудованием всех ручьев МНЛЗ (рис. 3).

Программа охлаждения задает параметры охлаждения кристаллизатора, а также по восьми контурам вторичного охлаждения (рис. 4). Для вторичного охлаждения параметры в зависимости от скорости разливки задаются в виде кривых.

Программа качества представляет собой набор параметров, контроль которых обеспечивается в процессе разливки и определяет качество продукции. Технолог имеет возможность выборочно установить параметры, по которым необходимо будет обеспечить контроль, и задать им граничные значения. Эти параметры используются в модели системы контроля качества для обеспечения оперативного управления качеством. Отклонения параметров от заданных пределов можно наблюдать в режиме реального времени, а также визуализировать их в последующих отчетах.

Планирование производством. Данный модуль во взаимодействии со слежением и модулем качества обеспечивает порезку блюмов в соответствии с установленным заданием производственного бюро. Оператор МНЛЗ лишь указывает последовательность порезки блюмов в серии с указанием конкретного количества блюмов с заданными длинами. Далее программа в автоматическом режиме посылает задание на порезку блюмов, помечает и вырезает некачественные участки металла, если таковые имеются.

В случаях наличия серии плавков с многочисленными заданиями длин порезки данная функция является очень востребованной: у оператора МНЛЗ нет необходимости самостоятельно считать блюмы и задавать задание на порезку в ручном режиме.

Модель оптимизации реза. Модель считывает фактические данные по ручьям, производствен-

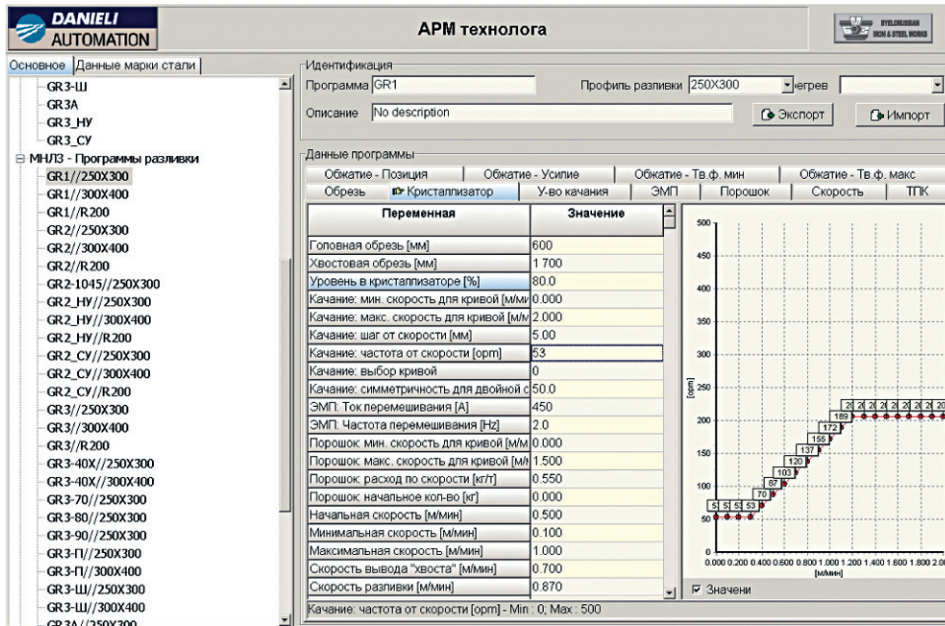


Рис. 3. Технологическая программа разливки

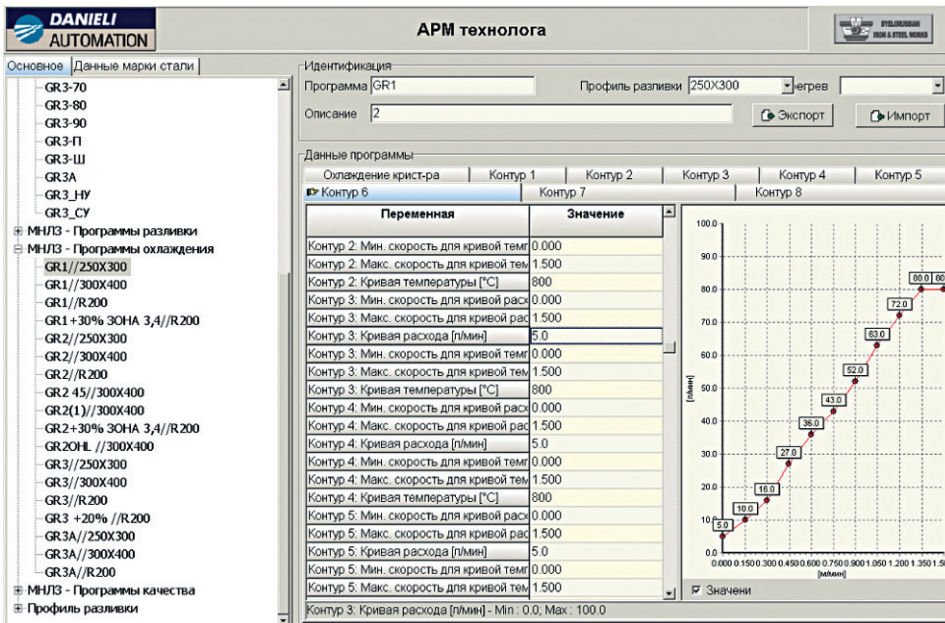


Рис. 4. Технологическая программа охлаждения

ную программу и возможные варианты альтернативных порезов. После проведения расчетов, которые выполняются автоматически в режиме реального времени, программа обеспечивает при раскросе блюмов минимальные потери металла. Гибкость новой модели позволяет задавать различные варианты программы оптимизации: с фиксированными либо с плавающими длинами порезки, с возможностью минимизации обрезки либо с допуском последнего блюма альтернативной длины.

Модуль системы контроля качества. В процессе разливки на качество блюмов одновременно влияет множество технологических параметров. Поэтому необходим постоянный контроль основ-

ных и вспомогательных параметров разливки. Для каждого вида продукции определяются оптимальные значения необходимых технологических параметров или соотношений между параметрами, которые в дальнейшем в графическом виде отображаются зеленым цветом. Кроме оптимальных значений, определяется зона допустимых отклонений, при которых блюм необходимо подвергнуть дополнительному контролю на качество, данный диапазон при графическом отображении выделяется желтым цветом. Остальной диапазон подразумевает несоответствующую по качеству продукцию и выделяется красным цветом. При разливке плавки модель контроля качества в режиме реаль-

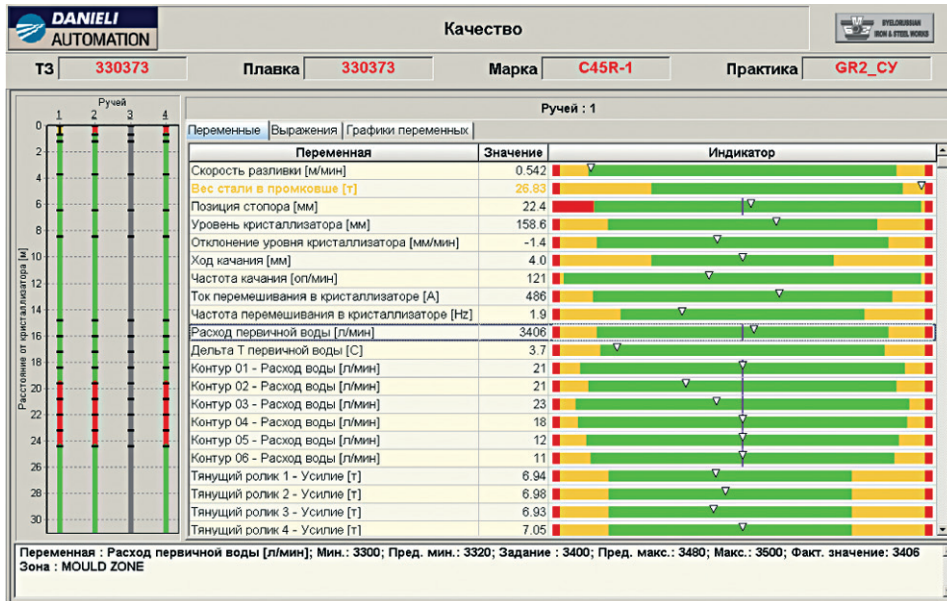


Рис. 5. Параметры качества



Рис. 6. Визуальное отображение ручьев

ного времени считывает все фактические значения и выполняет их проверку на соответствие качеству. Результаты проверки выдаются на маску монитора технолога и оператора МНЛЗ с целью оперативного контроля, эти же данные сохраняются и в отчете по качеству, куда попадают все блюмы, имеющие какие-то отклонения с указанием этих параметров. Отчет по качеству вместе с трендами технологического процесса используется для последующего контроля качества.

Оператор имеет возможность контролировать текущий процесс разливки через параметры системы контроля качества, а также в виде графики в режиме реального времени переменных разлики. Для каждого значения переменных параметров отображается их фактическое значение в виде

графического представления (рис. 5). Последние представляют собой горизонтальные полосы на мониторе слежения, установленного на главном посту МНЛЗ, с зонами разного цвета: диапазон допустимых значений – зеленого цвета, диапазоны брака – красного цвета, диапазоны внимания – желтого цвета и фактические значения, указанные меткой.

Оператор МНЛЗ имеет возможность в режиме реального времени наблюдать за результатами работы системы контроля качества и модели оптимизации реза. На экране отображаются ручьи, порезанные на предполагаемые (виртуальные) блюмы, рассчитанные моделью оптимизации реза (рис. 6). Участки ручьев имеют цвет в зависимости от качества предполагаемого блюма: зеленый –

все контролируемые технологические параметры соответствуют заданным; желтый – некоторые параметры незначительно отклонились от заданных и их влияние на качество бьюма незначительно; красный – брак, значения технологических параметров вышли за допустимые границы, имеет место нарушение технологического процесса разлива стали.

Важным преимуществом модуля качества является его гибкость. Так как не все технологические параметры в одинаковой мере влияют на качество, то для каждого из параметров устанавливается соответствующий признак уровня его влияния. Если какой-то параметр даже при значительных отклонениях не обязательно приведет к браку, то для него можно установить максимально возможный уровень влияния на качество: «желтый – бьюм к осмотру».

Все это позволило максимально использовать в повседневной работе МНЛЗ главное преимущество данного модуля качества, как и всей системы в целом. Модуль качества позволяет не только контролировать качество, но способен при необходимости осуществлять корректировку технологического процесса и автоматически отбраковывать и вырезать несоответствующие по качеству участки металла на разлитых бьюмах, что в свою очередь позволяет вести процесс порезки бьюмов полностью в автоматическом режиме.

В результате взаимодействия всех функций новой технологической системы АСУ МНЛЗ-3 получила полный автоматизированный контроль слежения всего технологического процесса разлива с тотальным контролем качества продукции и обеспечивает порезку бьюмов в строгом соответствии с производственным заданием.