



горячей прокатки. Вся система MIDAS состоит из одного модуля, который смешивает воду и масло. Комбинация воды и масла имеет хорошие охлаждающие свойства и позволяет значительно экономить энергию.

Таблица 1. Основные этапы производства двухфазной стали в условиях ОАО «ММК»

ЦЕХ ОАО «ММК»	ОПИСАНИЕ ЭТАПА
ККЦ	Выплавка стали в соответствии с заданным химическим составом
ЛПЦ №10	Получение горячекатаного подката на ШСПП 2000
ЛПЦ №11	Получение холоднокатаного подката на травильно-прокатном агрегате Термическая обработка х/к проката на АНГЦ, совмещенная с процессом нанесения горячецинкового покрытия

Более чем за пятилетний опыт эксплуатации данной системы, произведен ряд исследований [2–9], направленных на определение эффективности данной работы.

Результатами проведенной работы стало снижение энергосиловых параметров, износа рабочих и опорных валков, а также теплопереноса между ними. В процессе их эксплуатации, использование СМ повышает качество поверхности рабочих и опорных валков, позволяет увеличить ресурс работы прокатных валков между перевалками на 10–20 %, снизить усилие прокатки на 4 – 16%, нагрузку на двигатель на 1 – 18%, уменьшить температуру рабочих валков на 6 – 21 °С, разность температур по длине бочки на 10 – 17 °С и т.д.

Таким образом применение СТС позволяет снизить затраты на электроэнергию, а именно мощность при прокатке в среднем на 8,8% и износ прокатных валков на 23,8% тем самым, экономический эффект достигает 8 368 149 рублей в год, что позволит снизить себестоимость листового проката.

#### Список литературы

1. Румянцев М.И. Методика разработки режимов листовой прокатки и ее применение // Вестник МГТУ. 2003. № 3.
2. Платов С.И., Румянцев М.И., Дема Р.Р., Харченко М.В. Эффективность процесса горячей прокатки с подачей СМ между опорным и рабочим валками на непрерывном широкополосном стане горячей прокатки 2000 ОАО «ММК» Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. №4. 2011, С.19 – 21.
3. С.В. Дубовский, Р.Р. Дёма, Харченко, М.В. А.В. Ярославцев. Комплексная оценка и исследование эффективности системы подачи технологической смазки в клетях №7 – 9 непрерывного широкополосного стана горячей прокатки 2000 ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» // Производство проката №12. 2011, С. 6 – 8
4. М.И. Румянцев, Р.Р. Дёма, М.В. Харченко. Определение параметров, воздействующих на эффективность работы системы подачи технологической смазки непрерывных широкополосных станов горячей прокатки, Научно –технический и производственный журнал Металлургические процессы и оборудование. (Украина). №1. 2012. С. 12 – 17
5. Платов С.И., Дема Р.Р., Амиров Р.Н. и др. Математическая модель процесса изнашивания и прогнозирования срока службы рабочих валков клетки кварто при подаче смазочного материала // Производство проката 2012. №9 С. 38 – 44.
6. Платов С.И., Дема Р.Р., Амиров Р.Н. и др. Математическое моделирование процесса изнашивания рабочих валков клетки кварто при подаче смазочного материала Горный журнал «Черные металлы» специальный выпуск к 80-летию комбината. 2012. С.54 – 57.
7. С.И. Платов С.И., Дема Р.Р., Амиров Р.Н. и др. Влияние смазочного материала на изменение энергосиловых параметров прокатки в непрерывной группе клетей стана 2000 горячей прокатки ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» //Производство проката 2013. №11. С. 14 – 18.

8. С.И. Платов С.И., Дема Р.Р., Амиров Р.Н. и др. Исследование и оценка загруженности главных приводов непрерывной группы клетей стана 2000 горячей прокатки в зависимости от сортамента выпускаемой продукции//Производство проката 2014. №2. С. 13 – 16.
9. С.И. Платов С.И., Дема Р.Р., Амиров Р.Н. и др. Разработка модели прогнозирования энерго-силовых параметров горячей прокатки при подаче смазочного материала на валки непрерывного широкополосного стана //Производство проката 2014. №4. С. 3 – 9.

## **ТЕХНОЛОГИЯ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ МОНОКРИСТАЛЛА ВИСМУТА**

**Марков О.И., Хрипунов Ю.В.**

*Орловский государственный университет, г. Орел, Россия*

[O.I.Markov@mail.ru](mailto:O.I.Markov@mail.ru), [Phyrexia@yandex.ru](mailto:Phyrexia@yandex.ru)

Актуальной проблемой современного материаловедения является создание высококачественных атомно-чистых поверхностей монокристаллов желаемой наноморфологии. При этом формирование микрорельефа поверхности часто сопровождается перестройкой ее электронного спектра и, соответственно, изменением электрических характеристик. Поэтому актуальными задачами современной физики поверхностных явлений являются изучение свойств чистых поверхностей монокристаллов и процессов формирования на них наноструктур, исследование основных атомных механизмов, связанных с самоорганизацией наноструктур на поверхности.

Процессы самоорганизации – это процессы, протекающие в условиях далеких от термодинамического равновесия. Процессы самоорганизации структур на поверхности монокристаллов имеют разную физическую природу, отличающихся по механизму и условиям протекания. Выявление характера самоорганизации сложных систем позволяет понять закономерности их поведения в неравновесных условиях. Образование низкоразмерных систем на поверхности монокристаллов и их свойства определяются сложным характером межатомного взаимодействия. При этом большое значение имеет выбор кристаллографической ориентации поверхности монокристалла, свойства которого определены особенностями строения решетки.

В качестве исследуемой поверхности использовалась плоскость скола монокристалла висмута, выращенного методом зонной перекристаллизации. Для предотвращения дополнительного дефектообразования использовался электроискровой способ вырезания из слитков образцов необходимых размеров. При подготовке поверхности образцы скалывались по плоскости совершенной спайности после замораживания в жидком азоте. Исследовались монокристаллы висмута плотностью дислокаций  $10^9 \text{ см}^{-2}$ . Дефекты распределены по поверхности скола приблизительно равномерно.

Для создания условий, далеких от равновесия необходимо сделать систему открытой, подводя энергию извне. С этой целью монокристалл висмута облучался потоком атомарного водорода (АВ). В опытах использовался водород чистотой 99,995%. Диссоциированный на радикалы водород с концентрацией активных частиц  $10^{13} - 10^{14} \text{ см}^{-3}$ , получался в результате высокочастотного электрического разряда. Эксперименты проводились в вакуумной установке с использованием СВЧ ионно-плазменного источника. Образец монокристалла висмута обрабатывался атомарным водородом в течение часа.

Микротопография поверхности монокристаллов висмута до и после облучения АВ исследовалась с помощью сканирующего атомно-силового микроскопа СММ-2000. До облучения поверхность кристалла была гладкой и однородной. Полученные изображения результатов обработки поверхности монокристалла висмута АВ с использованием программного обеспечения СММ-2000 в виде трехмерного представления приведены на ри-