



The software "ProDSP-1.0", allowing to forecast the dynamics of the dephosphorization process at casting course in arc steel-furnace, is worked out. The examples of working of different program operating regimes, showing the possibilities of phosphorus control in steel-furnace of RUP "BMZ" are given.

А. А. ЧИЧКО, В. Ф. СОБОЛЕВ, А. Н. ЧИЧКО, С. Г. ЛИХОУЗОВ, БНТУ,
С. В. ТЕРЛЕЦКИЙ, РУП «БМЗ»

УДК 519:669.27

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «ПроДСП-1.0» ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ДЕФОСФОРАЦИИ В ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПОЧКИ РУП «БМЗ»

Известно, что оптимизация шлакового режима в дуговой сталеплавильной печи (ДСП) — важная научно-техническая задача, направленная на разработку энергосберегающих технологий процесса плавки сталей.

Опыт работы сталеплавильного цеха РУП «БМЗ» показывает, что одним из эффективных инструментов, повышающих качество плавки и снижающих энергетические затраты на нее, является оптимизация шлаковых режимов ДСП. В работах [1, 2] была предложена динамическая модель процесса шлакообразования, основное назначение которой сводится к динамическому расчету фосфора в процессе плавки при условии введения различных компонентов. Динамический расчет фосфора во времени основывается на термодинамических полуэмпирических моделях, учитывающих взаимодействие компонентов шлаковой ванны в печи при заданной температуре. Полуэмпирический характер модели позволяет привязать ее к любой ДСП и тем самым конкретизировать возможные варианты и рекомендации по оптимизации шлакового режима.

Целью данной работы является разработка программного обеспечения «ПроДСП-1.0», ядро которой составляет полуэмпирическая динамическая модель шлакообразования и на ее основе провести анализ вли-

яния различных исходных параметров процесса плавки на динамику изменения фосфора в печи ДСП.

На первом этапе были проанализированы экспериментальные данные по распределению фосфора и шлаковому режиму 20 плавов, выполненных на ДСП № 1 и ДСП №2 РУП «БМЗ». Рассчитанные с помощью «ПроДСП-1.0» функции распределения фосфора во времени показали хорошую сходимость расчетных и экспериментальных данных.

На рис. 1 показан один из вариантов работы с программой «ПроДСП-1.0», в котором в качестве исходных параметров использовали следующие данные:

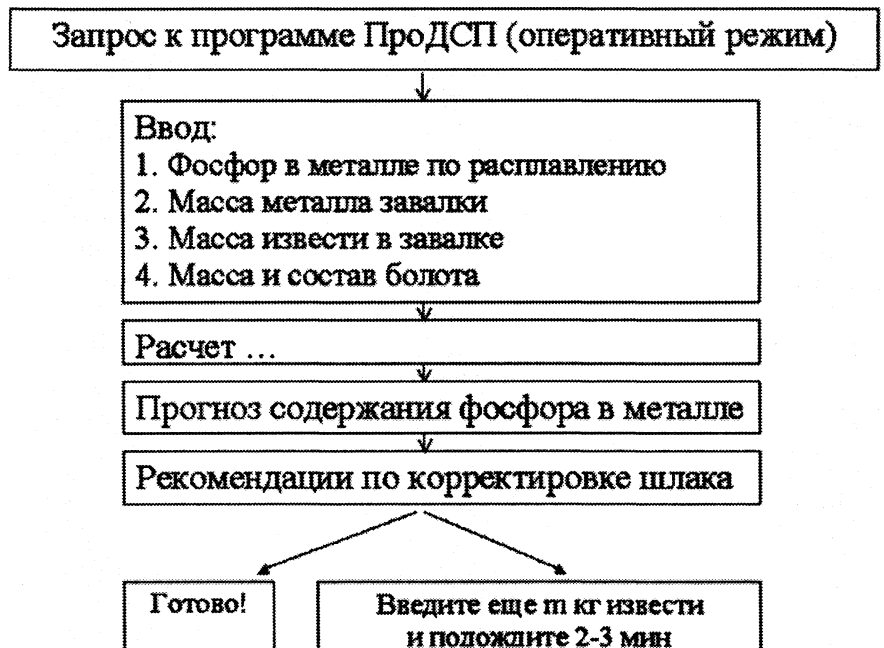


Рис.1. Структура запроса и выходных данных компьютерной системе ПроДСП (оперативный вариант)

- содержание фосфора в металле по расплавлению (оперативный режим) либо его содержание в шихтовых материалах по результатам входного контроля;
- масса металлошихты завалки;
- масса извести в завалке;
- масса и состав болота, оставшегося от предыдущей плавки.

В качестве выходных данных рассчитывали концентрацию фосфора в металле и степень его дефосфорации при различных условиях шлакового режима плавки.

На рис. 2 предлагается следующая схема работы с программным обеспечением «ПроДСП-1.0». Система может работать в двух режимах. Первый режим предполагает оперативное вмешательство в процессе плавки. Второй может использоваться для расчета планируемых технологических схем процесса плавки. При использовании первого режима система на основании термодинамических расчетов предсказывает текущее распределение фосфора и изменение его концентрации в металле по ходу плавки по заданному режиму. В случае если конечное содержание фосфора находится в допустимых пределах, плавка продолжается без изменений. Если же конечное содержание фосфора может превысить допустимое по отношению к требованиям, предъявляемым к конечному продукту, система рассчитывает необходимое количество извести, добавляемой в ванну для предотвращения рефосфоризации.

Во втором режиме система прогнозирует возможный уровень фосфора в стали при выплавках на различной шихте в зависимости от начального содержания фосфора в металлошихте; расходов извести в завалку; количества обновляемого шлака; остаточной массы шлака болота и его состава; выбранной технологии плавки.

Таким образом, система позволяет проверить любые варианты по изменению текущей технологии выплавки без нарушения текущего процесса.

В качестве примеров использования системы «ПроДСП-1.0» приведены результаты расчетов

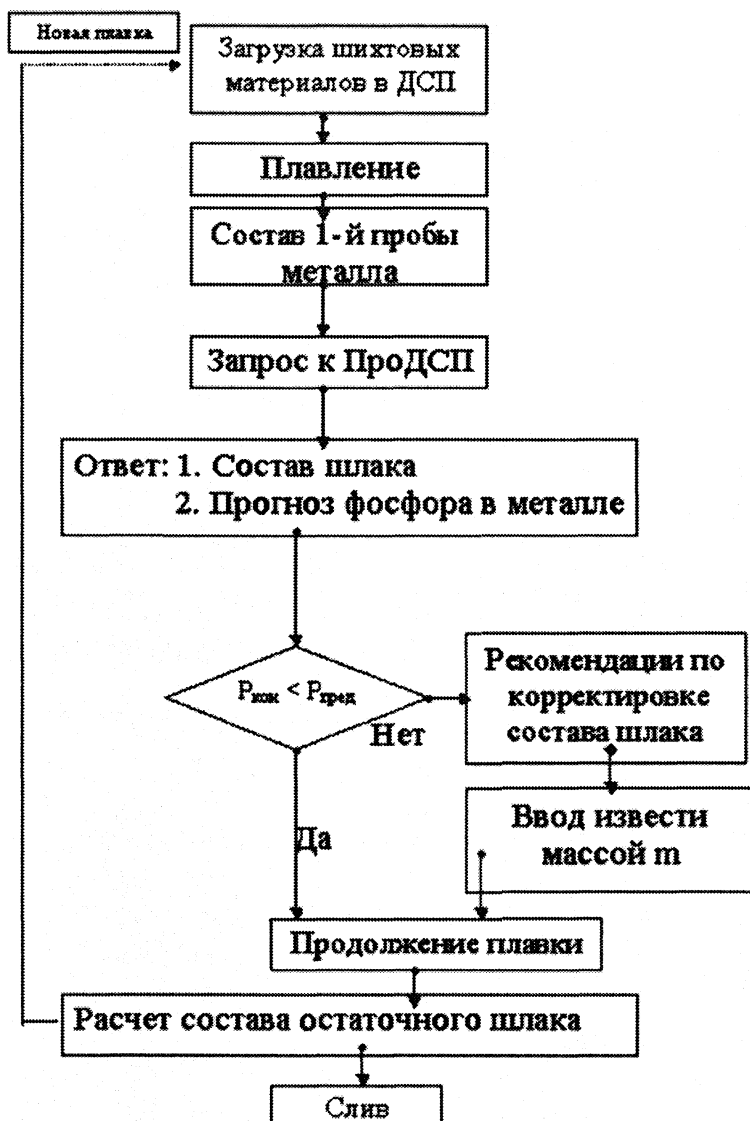


Рис. 2. Схема работы компьютерной системы «ПроДСП-1.0» в технологической цепочке РУП «БМЗ» (оперативный вариант)

влияния различных факторов на дефосфорацию металла в ДСП.

Расчет стадии расплавления металла

В табл. 1 приведены исходные данные по составу металлошихты в завалке плавки.

В качестве модельных параметров для моделирования были выбраны следующие условия: температура расплавления металла – 1512 °С; расход извести в завалку – 1000–10000 кг; расход доломита в завалку – 200 кг.

Таблица 1. Модельный состав металлошихты в завалке

Вид металлошихты	Средняя масса в завалке, т
Лом АС(пакеты)	5,1
Лом категории А	87,0
Лом категории А (пакеты)	17,2
Лом категории А(оборотный)	9,5
Брикеты из стальной стружки 7А	0,7
Стружка А,Б	0,2
Лом категории Б1,Б2,Б3	1,0
Чугун литейный II	0,2

На основании предыдущих исследований масса металла болота была задана 10 т, масса шлака болота – 5 т, в случае исследования влияния массы болота на дефосфорацию ее варьировали от 3 до 8 т.

Расчет периода окислительного рафинирования

В отличие от периода расплавления в период окислительного рафинирования становится возможным проведение целого ряда мероприятий, влияющих на протекание процесса дефосфорации в ДСП. Особенностью моделирования данного периода является наличие в качестве исходных данных динамических параметров плавки. В частности, шлаковый режим плавки задавался указанием скорости нагрева ванны, массы вводимой извести и времени ее отдачи, а также времени и массы слива шлака.

Результаты моделирования влияния различных факторов на дефосфорацию металла в ДСП

Влияние обновления шлака

На рис. 3 показано изменение концентрации фосфора в металле по мере протекания периода окислительного рафинирования при обновлении и без обновления шлака. Из рисунка видно, что при отсутствии обновления шлака по мере нагрева ванны будет происходить рефосфоризация, т.е. концентрация фосфора в металле начнет плавно повышаться (кривая 2). Обновление шлака путем его слива и ввода свежих порций извести способствует частичному или полному предотвращению его перехода в металл (кривая 1). Таким образом, период окислительного рафинирования играет стабилизирующую роль – основная масса фосфора удаляется при расплавлении металла, основной же задачей данного периода является максимально возможное снижение степени рефосфорации металла. При этом было установлено, что для стабилизации фосфора в металле по мере повышения его температуры требуются всевозрастающие порции извести.

Влияние момента слива первичного шлака

Существуют два возможных способа обновления шлака: добавка порции извести с его частичным сливом после либо до введения присадки и без слива. Первый способ является рациональным, так как вместе со сливаемым шлаком из системы удаляется фосфор, в то время как при присадке извести и отсутствии слива шлака удаления фосфора из системы «металл–шлак» происходит не

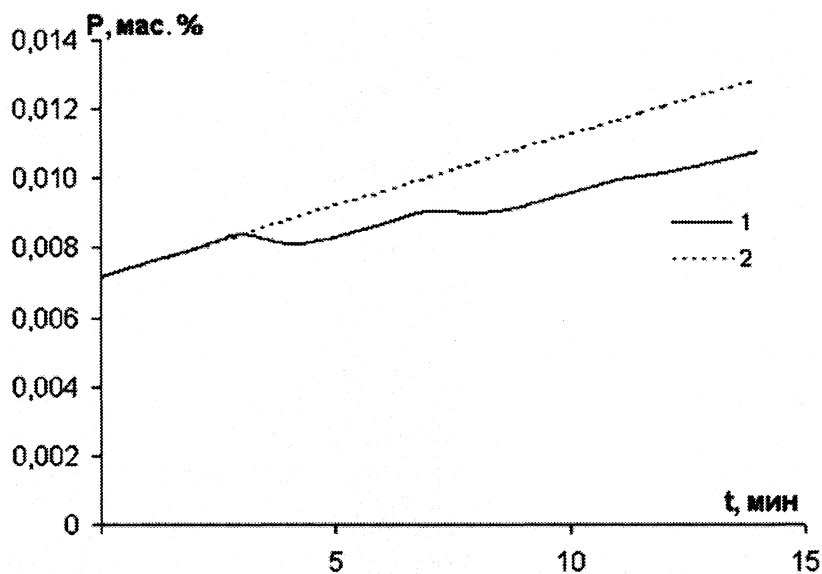


Рис. 3. Изменение концентрации фосфора в металле по мере протекания периода окислительного рафинирования при обновлении (1) и без обновления шлака (2). Масса шлака болота – 5 т, масса извести в завалке – 4 т. Обновление проводили последовательными присадками порций извести 350, 200 и 150 кг с последующим скачиванием в течение 1 мин эквивалентной массы шлака

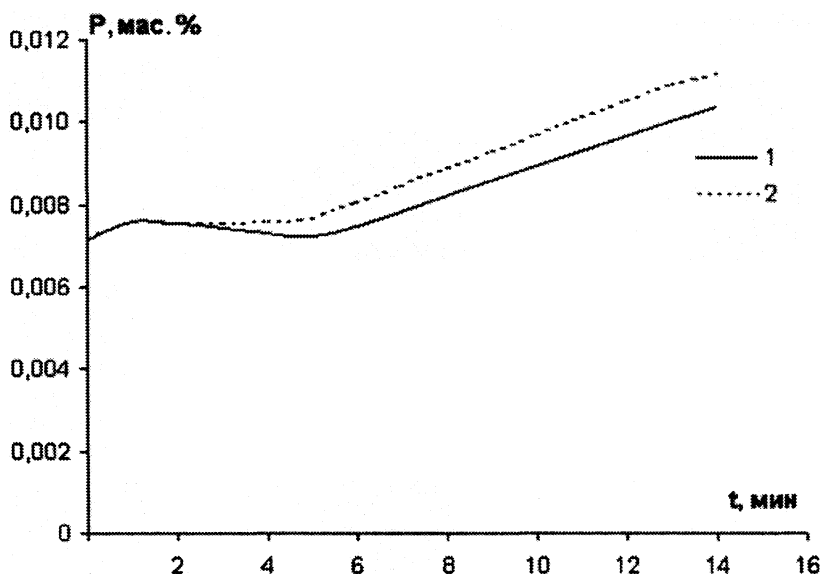


Рис. 4. Изменение концентрации фосфора в металле при частичном (20%) обновлении шлака со скачиванием его в течение 1 мин после присадки извести (1) и непосредственно при сливе шлака по окончании плавки (2)

будет, возможным станет только его перераспределение между фазами вследствие изменения их химического состава и температуры. В то же время по первому способу моменты слива шлака и присадки извести могут быть разнесены во времени друг от друга во временном интервале плавки. На рис. 4 показано моделирование снижения концентрации фосфора в металле при обновлении шлака со скачиванием его части в течение 1 мин после присадки извести (кривая 1) и непосредственно перед сливом плавки (кривая 2). Из рисунка видно, что при задержке момента скачивания шлака происходит дополнительное повышение содержания фосфора в металле. Вместе с тем

минимальное время, прошедшее от момента при-
садки извести до слива шлака, должно соответ-
ствовать времени реагирования извести, составля-
ющего 3–4 мин по результатам исследований,
выполненных в 2005–2006 гг. на РУП «БМЗ». При
вдувании тонко измельченной извести вследствие
ускорения реакции указанный интервал может

снижаться до 1–2 мин и связан с ее лучшим
растворением.

Начальное содержание фосфора

Для количественной оценки влияния началь-
ного содержания фосфора на ход дефосфорации
были промоделированы плавки стали для приве-
денных в табл. 2 вариантов.

Таблица 2. Исходные данные для моделирования влияния начального содержания фосфора на ход дефосфорации

Вариант	Начальное содержание Р в металлошихте, %	Масса обновляемого шлака, кг
1	0,006	3000
2	0,0107	3000
3	0,02	3000
4	0,006	0
5	0,0107	0
6	0,02	0

Результаты моделирования представлены на
рис. 5, а. Из рисунка видно, что для всех плавок
наблюдается почти прямая пропорциональность
между начальными и конечными концентрация-
ми фосфора. Вместе с тем следует отметить, что
ход температурной зависимости различается: для
плавки с более высоким содержанием фосфора

прямая имеет больший наклон, что обусловлено
более высокой концентрацией фосфора в шлаке.

Таким образом, при выплавке стали из шихты
с повышенным содержанием фосфора повышают-
ся требования к соблюдению температурного ре-
жима. Такие плавки более чувствительны к ре-
фосфорации в результате перегрева.

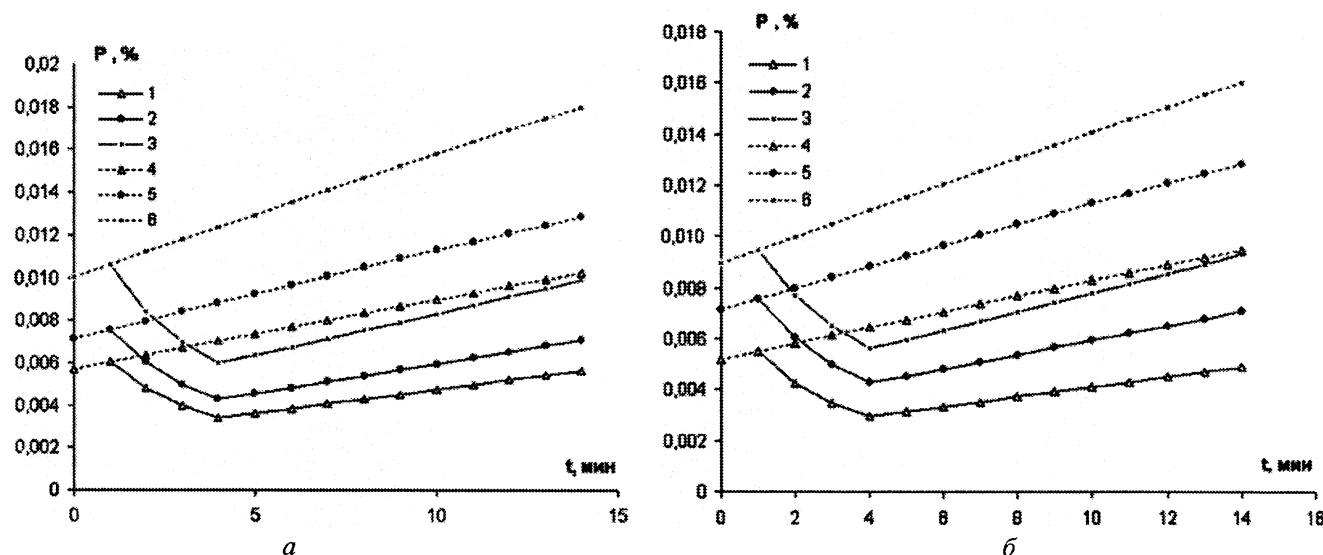


Рис. 5. Изменение концентрации фосфора в металле по мере протекания окислительного периода плавки в зависимости от начального содержания фосфора в металлошихте (а) и количества шлака болота (б) по результатам моделирования. Цифры соответствуют номерам вариантов исходных данных в табл. 2 и 3

Масса шлака болота

Моделирование влияния массы болота на уда-
ление фосфора проводили для среднего содержа-
ния фосфора в металлошихте 0,0107% при нали-

чии и отсутствии обновления шлака массой 3000
кг. Масса добавляемой в завалку извести состав-
ляла 4000 кг. Варианты исходных данных моде-
лирования плавки приведены в табл. 3.

Таблица 3. Исходные данные для моделирования влияния массы болота шлака на ход дефосфорации

Вариант	Начальное содержание Р в металлошихте, %	Масса обновляемого шлака, кг
1	2500	3000
2	5000	3000
3	7500	3000
4	2500	0
5	5000	0
6	7500	0

Результат моделирования представлен на рис. 5, б. Из рисунка видно отрицательное влияние большой массы шлака болота на ход процесса дефосфорации. Его негативное влияние проявляется не только в том, что значительная масса болота служит основным источником фосфора для последующей плавки и препятствует ее успешной дефосфорации, но и в том, что аналогично начальному уровню фосфора в шихте большая масса шлака болота увеличивает температурную чувствительность плавки к рефосфоризации. Это видно по более крутому наклону кривой роста содержания фосфора при массе болота 7500 кг.

Таким образом, можно сделать вывод, что влияние массы болота и начального содержания фосфора в металлошихте имеет схожую природу и выражается как в повышении содержания

фосфора в металле в процессе окислительного рафинирования, так и в увеличении температурной чувствительности плавки к рефосфоризации. Показано, что наиболее эффективно удаление фосфора осуществляется при вводе извести в возможно ранний период протекания плавки, соответствующий лучшему протеканию дефосфорации металла.

Литература

1. Чичко А.Н., Андрианов Н.В., Чичко А.А., Кукуй Д.М., Маточкин В.А. Динамика распределения фосфора по ходу окислительного рафинирования в условиях дуговой сталеплавильной печи // Сталь. 2006. №6. С. 62–65.
2. Чичко А.А., Соболев В.Ф., Андрианов Н.В., Пивцаев В.В., Терлецкий С.В. Об алгоритмизации расчетов состава шлака дуговой сталеплавильной печи // Литье и металлургия. 2006. №3. С. 130–136.



Республиканская научно-техническая библиотека, один из крупнейших информационных центров Беларуси, предлагает специалистам ознакомиться с новыми патентами и полезными моделями по литью и металлургии.

Патент 7484 РБ, МПК В 22D 11/08.

ГИБКАЯ БЕСПАРНИРНАЯ ЗАТРАВКА МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

Патентообладатели: Республиканское унитарное предприятие «Белорусский металлургический завод» (ВУ); Открытое акционерное общество Акционерная холдинговая компания «Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт металлургического машиностроения имени академика Целикова» (РУ).

Изобретение относится к черной металлургии, конкретно к машинам непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), и может быть использовано на МНЛЗ криволинейного или радиального типа для литья сортовых, блюмовых и слябовых заготовок.

Задача, решаемая изобретением, заключается в упрощении конструкции затравки, а также увеличении надежности механизмов качания кристаллизаторов и приводов тянуще-правильных машин.

Технический результат состоит в повышении продольной жесткости затравки, уменьшении возможности образования грубых дефектов на поверхности слитка, снижении количества прорывов и увеличении надежности МНЛЗ.

Патент 7495 РБ, МПК В 22D 11/04, В 32В 05/22, С 04В 35/52.

КРИСТАЛЛИЗАТОР ДЛЯ МАШИН НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Патентообладатель: Государственное научное учреждение «Институт технологии металлов Национальной академии наук Беларуси» (ВУ).

Изобретение относится к металлургии, а именно к изготовлению кристаллизаторов для получения непрерывнолитых заготовок из металлов и сплавов.

Технической задачей данного изобретения является повышение качества отливок, повышение производительности труда и снижение стоимости кристаллизатора.

Документы не продаются!

Ознакомиться с предложенными изданиями можно в читальном зале патентных документов Республиканской научно-технической библиотеки (к. 503). Библиотека также оказывает дополнительные услуги по копированию и сканированию фрагментов документов, записи на дискету, CD-ROM, флэш-карту и др. Более подробную информацию о режиме работы и услугах можно получить по адресу: 220004, г. Минск, проспект Победителей, 7, РНТБ, тел. 203-31-00, www.rlst.org.by, e-mail: edd@rlst.org.by.