

**Смирнов Андрей Николаевич**

д-р физ.-мат. наук, заведующий кафедрой

**Алексеев Данил Игоревич**

ассистент кафедры

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический

университет им. Г.И. Носова»

г. Магнитогорск, Челябинская область

**ОПТИМИЗАЦИЯ ХИМИКО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
ШИХТЫ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВА КОКСА,  
УДОВЛЕТВОРЯЮЩЕГО ДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО  
И В СОГЛАСИИ С БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ  
НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

*Аннотация:* в статье рассмотрены существующие целевые функции и ограничения при оптимизации параметров качества кокса  $M_{25}$  и  $M_{10}$  по математической модели. Показаны недостатки существующего подхода к вопросу оптимизации показателей качества кокса  $M_{25}$  и  $M_{10}$ . Предложено в качестве целевой функции использовать критерий  $M_{10}$ , а не совокупность параметров  $M_{25}$  и  $M_{10}$ , как это было ранее, а также отказаться от ограничений на параметры, определяемые в техническом анализе, такие как  $A^d$ ,  $V^d$ ,  $S^d$ , так как они не влияют на прогнозирование показателей качества кокса.

*Ключевые слова:* кокс, качество кокса, математическая модель, прогнозирование показателей, качество кокса, оптимизация, целевая функция, ограничения на параметры.

Математическая модель, как правило, создаётся, исходя из двух целей: исследование динамики поведения объекта, а также оптимизация по какому-либо критерию. Из литературных данных известно [1], что существует большое количество математических моделей для прогнозирования показателей качества кокса по дробимости  $M_{25}$  и истираемости  $M_{10}$ , которые создавались для проведения оптимизации.

Целевыми функциями при оптимизации в моделях советского периода выступали параметры дробимости  $M_{25}$  и истираемости  $M_{10}$  кокса. Помимо этого накладывались ограничения на такие параметры шихты, определяемые в ходе технического анализа, как выход летучих веществ  $V^d$ , зольность  $A^d$ , сернистость  $S^d$ , толщина пластического слоя  $u$ , а также группу химико-петрографических параметров шихты, таких как сумма отошающих компонентов ОК, сумма витринизированных компонентов  $Vt$ , показатель отражения витринита  $R_0$  и т. д. После перехода в 1990-ые годы к рыночной экономике, к совокупности неравенств присоединили ограничения, связанные со стоимостью шихты и долевого участия какого-либо угольного концентрата.

Оптимизация химико-петрографических параметров шихты для получения наилучших показателей качества кокса по показателям  $M_{25}$  и  $M_{10}$  за «имеющиеся деньги» (ограничение на стоимость шихты) была проведена для многих коксохимических предприятий, входящих в состав металлургических комбинатов, таких как НТМК, ЗСМК, КМК, НТМК.

Оптимизация химико-петрографических параметров для различных коксохимических предприятий в различные годы и с разной сырьевой базой для составления шихты для коксования показало следующее. Показатель отражения витринита  $R_0$  при оптимизациях оказывался всегда более 1,00%, а сумма отошающих компонентов на уровне 33–34% [2]. Необходимо отметить, что найденные оптимальные шихты и рекомендуемые на их основе долевые участия различных марок углей, ни одним из коксохимических производств не были приняты к производству. Это объясняется тем, что качество кокса из рекомендуемых оптимальных шихт устраивает доменное производство как основного потребителя, но не устраивает металлургическое предприятие в целом, так как такой кокс не окупается в результате производства чугуна: отсутствует значительное увеличение производительности доменной печи и снижение расхода кокса в доменной плавке.

Таким образом, более низкокачественный кокс окупается в доменном производстве, хотя при этом не редко у доменщиков из-за низкого качества кокса

происходят сбои в доменном процессе (доменная печь «чихает») [1]. Встаёт вопрос о причинах «неудавшейся» оптимизации.

На наш взгляд причиной подобной ситуации является неправильность выбора целевой функции и накладываемых ограничений. В качестве целевой функции необходимо использовать только критерий  $M_{10}$ , а не совокупность  $M_{25}$  и  $M_{10}$ , как это делалось ранее, так как  $M_{25}$  в меньшей степени влияет на производительность доменной печи и расход кокса в доменной плавке [1]. Помимо этого, как показали исследования, изложенные в работе [2], параметры шихты, определяемые в ходе технического анализа, не оказывают влияния на прогнозирование показателей качества кокса  $M_{25}$  и  $M_{10}$ , а значит их использование в математических моделях нецелесообразно, тем более наложение на них ограничений при оптимизации, что может привести к неразрешимости математической задачи нахождения оптимальных значений. Неучтённым фактором при оптимизации является требование доменного производства как потребителя о стабильности качества кокса, пусть и с низкими показателями качества  $M_{25}$  и  $M_{10}$ . Для доменного производства приемлем стабильно низкокачественный кокс, чем кокс с показателями качества от наилучшего до наихудшего [1].

### *Список литературы*

1. Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Материалы 74-й международной научно-технической конференции / Под ред. В.М. Колокольцева. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. – 2016. – Т. 1. – 289 с.

2. Смирнов А.Н. Сопоставление и анализ адекватности математических моделей для прогнозирования показателей качества кокса  $M_{25}$  и  $M_{10}$  / А.Н. Смирнов, Д.И. Алексеев // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2017. – Т. 15. – №3. – С. 62–67.