



Публичное акционерное общество
НОВОЛИПЕЦКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ

ПАО «НЛМК», пл. Metallургов 2, г. Липецк, 398040
тел.: +7 (4742) 44 42 22 | факс: +7 (4742) 44 11 11
e-mail: info@nlmk.com | www.nlmk.ru

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Асламовой Яны Юрьевны на тему «Обоснование параметров слоя высокоофлюсованной шихты и технологии его формирования на агломерационной машине», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - Metallургия черных, цветных и редких металлов (технические науки)

Актуальность избранной темы

Тема диссертационной работы Асламовой Я.Ю. посвящена обоснованию и обеспечению рациональных параметров формируемого на агломерационной машине слоя высокоофлюсованной шихты путем проведения соответствующих опытно-промышленных и лабораторных исследований и совершенствования технологической операции загрузки шихты, гарантирующей значительное улучшение показателей производства агломерата.

Главная, конечная, цель работы содержит :

- повышение прочности годного агломерата, снижение содержания в нем мелких классов крупности менее 5 мм, что обеспечивает снижение удельного расхода кокса в доменной плавке;
- снижение расхода твердого топлива на процесс спекания шихты, пропорциональное уменьшение вредных газообразных токсичных выбросов в атмосферный воздух;
- повышение срока службы важнейшей составляющей поточно-транспортной системы и газодинамической сети агломашин – подвижного парка паллет (спекательных тележек), оснащенных колосниками из дорогой легированной стали;
- создание технологических условий для возможного увеличения удельной производительности агломашин, что в условиях производства высокоосновного агломерата затруднено в связи с резким снижением объемной массы спека, возрастанием неравномерности спекания шихты по ширине агломашин.

Достигнутая в диссертационной работе цель обоснования параметров формируемого слоя высокоосновной шихты, создания и опробования отдельных элементов загрузочного комплекса является первым фундаментальным этапом для достижения в ближайшей перспективе более значимой конечной цели, обеспечивающей

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Вх. № 167/235
«03» 12 2020 г.



существенное повышение технико-экономической и экологической эффективности аглодоменного производства.

Для достижения цели первого, стартового этапа выполнены следующие задачи:

1. Определены закономерности распределения гранулометрического состава шихты по ширине бесчелноковой загрузочной воронки и спекательной тележки агломашины.

2. Обоснованы рациональные параметры формируемого на агломашине слоя высокоосновной шихты.

3. Выполнен анализ специфических особенностей процесса спекания высокоофлюсованной шихты, в том числе изучено влияние **изменений** насыпной плотности шихты на показатели процесса.

4. Разработаны рекомендации по совершенствованию технологической операции загрузки шихты на агломашину и модернизации конструкции загрузочного устройства агломашины площадью спекания 62,5 м².

5. Предложен усовершенствованный технологический регламент выравнивания скорости спекания шихты по ширине агломашины.

Выполненные задачи по обоснованию параметров загружаемого на агломашину слоя и совершенствованию системы загрузки высокоофлюсованной шихты, бесспорно, являются *актуальными*.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертации базируется на всестороннем анализе выполненных ранее научно-исследовательских работ по проблемам формирования слоя шихты на агломерационных машинах, применением в исследованиях современного апробированного научно-методического аппарата.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов работы подтверждается применением стандартных и экспериментально проверенных методик исследований и обработки их результатов, совпадением, в подавляющем большинстве случаев, основных выводов и рекомендаций с результатами экспериментальных, модельных и практических результатов.

Научная новизна полученных результатов убедительно доказана и состоит в следующем:

1. Впервые применительно к высокоосновной шихте показано крайне неравномерное распределение ее фракционного состава по ширине загрузочной воронки бесчелнокового загрузочного устройства и, соответственно, по ширине агломашины вследствие неблагоприятной



сегрегация частиц шихты по наклонным поверхностям выпуклого параболоида, возникающего при струйной перегрузке шихты из барабана – окомкователя в центр загрузочной воронки, что приводит к неравномерному спеканию шихты по ширине агломашины: скорость спекания периферийных слоев шихты значительно превышает таковую для слоев центральной зоны.

2. Предложен и опробован оригинальный способ выравнивания скорости спекания высокоофлюсованной шихты по ширине агломашины за счет выравнивания газодинамического сопротивления слоя шихты по его ширине. Постепенное увеличение высоты слоя от 350-380 мм в центре спекательной тележки до 400-430 мм у ее бортов позволяет сформировать слой с вогнутопараболической формой поверхности. Благодаря этому удельное газодинамическое сопротивление периферийной части слоя шихты приближается к значению газодинамического сопротивления слоя центральной зоны. При этом достигается общее увеличение скорости спекания: всасываемый воздух рационально перераспределяется по ширине спекаемого слоя шихты на агломашине, – в периферийную и осевую части слоя поступает примерно одинаковое количество воздуха, в расчете на единицу площади всасывания.

3. Впервые предложено оперативное повышение насыпной (объемной) плотности шихты верхних периферийных слоев шихты, формируемых на агломашине. Показано влияние насыпной плотности верхнего горизонта слоя высокоофлюсованной шихты на параметры процесса спекания и прочность агломерата. Рациональное увеличение насыпной плотности шихты на 150-160 кг/м³ способствует сокращению удельного расхода тепла на зажигание топлива на 7,0-7,5%, содержание фракций менее 5 мм в агломерате, в связи с повышением плотности шихты, уменьшается на 1,0-1,5% (абс.).

4. Представляются оригинальными сведения о влиянии скорости фильтрации газов и, следовательно, скорости спекания шихты на прочность высокоосновного агломерата. При аномально низкой скорости спекания шихты 8-9 мм/мин содержание мелочи менее 5 мм в агломерате основностью 2-5 абс. ед. может достигать вполне востребованных доменным производством показателей качества агломерата по содержанию мелких фракций на уровне 12,8-17,5%.

Показано, что в таких случаях создаются необходимые температурно-тепловые и газодинамические режимы спекания: даже при замедленном горении топлива обеспечивается уровень температур 1200-1230⁰С, достаточный для плавления высокоофлюсованной шихты, а замедление вдвое скорости фильтрации газов увеличивает время пребывания расплава при высоких температурах, способствует более полному переходу расплава в закристаллизовавшийся спек, уменьшению содержания в агломерате фракции менее 5 мм на 1,0-1,5% (абс.).

5. Представляют интерес сведения о возрастании степени сегрегации шихты при увеличении ее основности. Так, установлено, что степень сегрегации твердого топлива шихты в верхние горизонты слоя по мере



повышения основности шихты на 1,0-1,5 абс. ед. от исходной 1,3-1,4 абс. ед. возрастает на 0,2-0,3% (абс.) , что обусловлено увеличением в шихте в 1,5-2,5 раза массовой доли частиц известняка, обладающих по сравнению с частицами твердого топлива большей плотностью, массой и скоростью движения по загрузочному лотку к откосу слоя шихты на агломашине.

Практическая значимость работы

1. Разработаны мероприятия по совершенствованию технологии загрузки высокоофлюсованной шихты на агломашину, направленные на обеспечение формирования слоя с рациональными технологическими параметрами. Их суть состоит в следующем:

а) формирование на агломашине слоя шихты с вогнутопараболической формой поверхности, высотой в центральной зоне 350-380 мм и увеличением высоты в направлении бортов паллеты на 50-70 мм;

б) создание условий для сегрегации шихты, обеспечивающей рациональное распределение по высоте слоя фракционного состава, твердого топлива и основности;

в) уплотнение верхних горизонтов и заглаживание поверхности слоя шихты для увеличения ее насыпной плотности на 150-160 кг/м³ и повышения прочности верхней части аглоспека.

Эти рекомендации разработаны для Енакиевского металлургического завода. Их внедрение позволяет сократить расход твердого топлива на процесс спекания на 3-5 кг/т агломерата, снизить содержание в агломерате фракции менее 5 мм на 1-2% (абс.); возможно повышение производительности агломашин на 7-10%. Ожидаемый экономический эффект составляет 11,35 млн. руб./год.

2. Разработана усовершенствованная конструкция загрузочного комплекса шихты на агломашин. Предусмотрены оснащение загрузочной воронки качающимся распределителем шихты; применение двухступенчатого загрузочного лотка и секционной гладилки для формирования на агломашине слоя высокоофлюсованной шихты с рациональными параметрами, обеспечивающими улучшение показателей процесса спекания.

3. Получены уравнения для **ориентировочного** расчета содержания фракции менее 5 мм в агломерате при изменениях параметров процесса спекания.

4. Научные результаты, полученные в диссертационной работе, используются в учебном процессе при подготовке магистров.

Замечания

1. В разделе 1 выполнена в целом обстоятельная аналитическая оценка конструкций и показателей работы систем загрузки шихты на агломашин, созданных за последние десятилетия развития агломерации, подчеркнуты многие особенности и недостатки в работе загрузочных устройств. Однако не упомянуты интересные примеры применения на аглофабриках Японии,

Китая, Бразилии оригинальных многофункциональных загрузочных устройств, в которых действуют пневмо- и магнитные сепараторы, роликовые и стержневые грохоты сортировки шихты, щелевые укладчики и дозаторы запального топлива как в толщу, так и на поверхность загружаемого на агломашину слоя шихты (см. ж. «Новости черной металлургии за рубежом», 1995 – 2005 гг.). Такое разнообразие применяемых устройств указывает на особую актуальность совершенствования важнейшей стадии подготовки шихты к спеканию – ее укладки на агломашину слоем рациональных параметров.

2. В таблице 3.1 (раздел 3, стр. 53) показано, что при аномально низких скоростях спекания шихты 8-9 мм/мин в условиях ЕМЗ содержание мелких фракций в агломерате основностью 2,0-5,0 абс. ед. может достигать 12,8-17,5%. При этом не указано, насколько такое достижение соответствует требованиям технологии доменной плавки в условиях предприятия, а также насколько это значимо на фоне известных более высоких показателей качества агломерата в отечественной и мировой практике.

3. На рисунке 3.1 (раздел 3, стр. 60) по результатам статистической обработки промышленных данных показано влияние технологических факторов и параметров процесса спекания на важнейший целевой показатель – прочность агломерата. Характер влияния основных семи факторов вполне обоснован, находит подтверждение во многих других исследованиях. Однако при этом не сделана оценка влияния на показатели процесса спекания массовой доли извести в шихте. Нет обоснования положительного влияния скорости спекания на прочность агломерата при ее изменениях в диапазоне 5-15 мм/мин. По сложившимся представлениям скорость спекания является определяющей величиной для удельной производительности. Прочность товарного (скипового) агломерата при прочих равных условиях зависит, главным образом, от температурно-тепловых условий спекания, а также от степени совершенства механической обработки (дробления, грохочения) продукта спекания – аглоспека.

4. Применение распределителя шихты перед загрузочной воронкой (рисунки 5.1 и 5.3, раздел 5, стр. 103-106) сопровождается значительным изменением распределения шихты в ней: менее крутые деформированные ветви параболы, характеризующей профиль вертикального сечения массы шихты в воронке, уменьшают периферийную сегрегацию шихты, способствуют выравниванию газодинамического сопротивления толщ слоя шихты по ширине воронки. Необходимо пояснение, каким образом изменяется технологический регламент работы загрузочного комплекса (второй ступени загрузочного лотка и ступенчатой гладилки) при наличии распределителя шихты и без него.

5. Величина основности промышленного агломерата ЕМЗ определяется массовой долей железорудных окатышей в рудной части доменной шихты и их основностью. При изменении соотношения масс агломерата и окатышей возможно значительное изменение содержания железа, сырого известняка,



мелких фракций агломерата в доменной шихте. В работе не подчеркнуты особенности эколого-экономической оценки влияния таких изменений качества доменной шихты на показатели выплавки чугуна.

6. Ожидаемая экономическая эффективность от внедрения результатов работы (11,35 млн. руб/год) базируется в основном на экономии агломерационного топлива (коксовой мелочи), однако представляется некорректным исключение из расчета эффективности более значимой выгоды от снижения расхода металлургического кокса на выплавку чугуна вследствие удаления сырого известняка из доменной шихты и уменьшения содержания в ней мелких фракций товарного, скипового агломерата.

Заключение

Приведенные в отзыве недостатки ни в коей мере не снижают общей актуальности и научно-практической ценности выполненной работы.

Диссертация Асламовой Яны Юрьевны является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором теоретических, лабораторных и промышленных исследований, решена важная для развития черной металлургии ДНР научно-техническая задача обоснования параметров слоя и совершенствования технологической операции загрузки шихты на агломашину, обеспечивающей повышение прочности высокоосновного агломерата, снижение расхода топлива на процесс спекания, увеличение срока службы важнейшего технологического оборудования – спекательных тележек, а также снижение массы выбросов токсичных газов и тонкодисперсных веществ в атмосферный воздух жилых массивов, расположенных вблизи агломерационного цеха ЕМЗ. Практическое использование наиболее значимой части теоретических разработок подтверждается соответствующим актом внедрения.

Автореферат диссертации в полной мере отражает ее содержание. Основные положения, выносимые на защиту, обсуждены на конференциях и опубликованы в рецензируемых журналах.

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов (технические науки), и требованиям пункта 2.2 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Асламова Яна Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов (технические науки).

Официальный оппонент:

кандидат технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов, руководитель проектов отдела технологических проектов управления развития технологий технической дирекции ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат»;
Почтовый адрес: 398040, Российская Федерация, г. Липецк, пл. Металлургов,



2;

Телефон: +7 (4742) 44-11-11, 44-43-32

E-mail: isaenko_ge@nlmk.com

Сайт: <https://lipetsk.nlmk.com>


_____ Исаенко Георгий Евгеньевич

подпись

Я, Исаенко Георгий Евгеньевич, согласен на автоматизированную
обработку данных, приведенных в данном отзыве _____


_____ Исаенко Георгий Евгеньевич

подпись

Подпись Исаенко Георгия Евгеньевича заверяю:

Начальник Управления развития технологий _____ Д.А. Ковалев


_____ Д.А. Ковалев
