

Дорогой Е.В.
(ДонГТУ, г.Алчевск, Украина,
evgeniy.dorogoy@gmail.com)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ОКОМКОВАНИЯ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ШИХТЫ, СОДЕРЖАЩЕЙ БОЛЬШОЕ КОЛИЧЕСТВО ТОНКОИЗМЕЛЬЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ. СООБЩЕНИЕ 1: АНАЛИЗ ШИХТОВЫХ УСЛОВИЙ АГЛОМЕРАЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА УКРАИНЫ

В рамках данной статьи проанализированы шихтовые условия отечественных и некоторых зарубежных агломерационных фабрик. Дана характеристика гранулометрического состава используемых шихтовых материалов, агломерационной шихты до и после окомкования. Показаны трудности в подготовке к спеканию шихты, содержащей большое количество тонкоизмельченных материалов.

Ключевые слова: агломерационная шихта, железорудный концентрат, окомкование.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В современное отечественное агломерационное производство в качестве сырья для производства агломерата с каждым годом вовлекается все большее количество тонкоизмельченных материалов. Прежде всего, растет доля железорудного концентрата, который является основным компонентом железорудной части агломерационной шихты [1].

Наряду с этим, все более широкое применение находят побочные продукты производства: пыль газоочисток, продукты переработки сталеплавильных шлаков и др., также относящиеся к тонкоизмельченным материалам [2].

Технология окомкования и окомковательное оборудование, используемые на отечественных агломерационных фабриках, разрабатывались в 60-х годах XX столетия для окомкования грубозернистой шихты. Прочность гранул окомкованной шихты отвечала требованиям, предъявляемым к ней для успешного спекания агломерата в слое толщиной 0,18-0,22 м [3].

В настоящее время, в связи с несоответствием используемой технологии окомкования шихтовым условиям производства, очень частым является неудовлетворительное качество окомкования шихты, характеризующееся большим количеством неокомкованной шихты на выходе из окомкователя, значительным различием

гранул по крупности и невысокой их прочностью, что приводит к ухудшению работы агломерационных машин, снижению объемов производства и качества агломерата [4].

С целью компенсации этих негативных эффектов в практике агломерационного производства применяются достаточно дорогие приемы интенсификации процесса агломерации: использование дорогостоящих связующих добавок при окомковании, двуслойное спекание агломерата, комбинированный нагрев спека и т.д. [5].

Такой подход противоречит современной стратегии энерго- и ресурсосбережения, принятой в Украине, ведет к дополнительным необоснованным энерго- и ресурсозатратам [6].

Постановка задачи. Данная работа является первой из цикла статей, посвященных современному состоянию вопроса окомкования агломерационной шихты, содержащей большое количество тонкоизмельченных материалов. Задачей данной работы является анализ шихтовых условий отечественного агломерационного производства, а также качества окомкования агломерационной шихты с целью обоснования необходимости в дальнейших исследованиях процесса и разработки новых технологий окомкования, обеспечивающих наперед заданные свойства гранул окомкованной шихты.

Изложение материала и его результаты. По данным [7] в товарной структуре мировой торговли железорудным сырьем наибольшую долю занимает железорудный концентрат (ЖРК), на долю которого приходится более 80 % всего объема торговли, в то время как кусковая и агломерационная руда занимает оставшиеся 15-20 %. Экстраполяция существующих трендов говорит о неуклонном снижении в будущем объемов добычи кусковой и агломерационной руды в связи с исчерпанием ее запасов. Гранулометрический состав ЖРК и руды некоторых отечественных и зарубежных поставщиков приведен в таблице 1.

Из анализа гранулометрического состава ЖРК видно, что он, в основном, представлен фракцией – 0,074 мм, которая не может быть успешно окомкована с использованием технологии окомкования грубозернистой шихты.

Превалирующий характер использования ЖРК в шихте отечественных аглофабрик является нормой на сегодняшний день. Так [8], средний за 2012 год расход ЖРК в условиях аглофабрики ПАО «АМК» составил 723 кг (69 %), руды – 82 кг (8 %) на тонну агломерата. Анализ компонентного состава агломерационной шихты этой аглофабрики за период с 2008 по 2012 гг. говорит о преобладающей доле ЖРК в ней (рисунок 1). Использование большого количества различных добавок (так, шлама

газоочисток используется до 10 %) также усложняет процесс окомкования на традиционном оборудовании ввиду низкой склонности данных материалов к окомкованию.

Компонентный состав агломерационной шихты аглофабрики ПАО «ММК им. Ильича» по данным [5] приведен в таблице 2. Как и в предыдущем случае, основным железосодержащим сырьем является ЖРК.

Аналогичная ситуация наблюдается на многих отечественных и зарубежных агломерационных фабриках. По данным [3,9] железорудная шихта агломерационного производства ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» на 75-80 % состоит из стойленского концентрата (содержание фракции < 0,1 мм – 90 %). Гранулометрический состав неокомкованной агломерационной шихты этой аглофабрики приведен в таблице 2.

Качканарская аглофабрика, входящая в состав Качканарского ГОКа, работает на агломерационной шихте, вещественный и гранулометрический состав которой [10] приведены в таблице 3.

Анализ данных, приведённых в этой таблице, говорит не только о высоком содержании ЖРК в агломерационной шихте, но и о низком качестве ее окомкования по существующей технологии (40,1 % фракции – 0,4 мм после окомкования).

Таблица 1 – Гранулометрический состав ЖРК некоторых отечественных и зарубежных поставщиков

Страна, поставщик	Вид сырья	Гранулометрический состав, %			
		+10 мм	+ 1 мм	+ 0,074 мм	– 0,074 мм
Бразилия (Vale, Carajas)	аглоруда	1,7	83,3	15	–
Австралия (Newman)	аглоруда	–	100	–	–
Бразилия (Ferteco Mineracao, Fabrica)	ЖРК	–	–	10	90
Швеция (LKAB, KBF Kiruna)	ЖРК	–	–	75	25
Россия (Лебединский ГОК)	ЖРК	–	–	5,4	94,6
Россия (Ковдорский ГОК)	ЖРК	–	–	2,4	97,6
Украина (НКГОК)	ЖРК	–	–	3	97
Украина (СевГОК)	ЖРК	–	–	5,3	94,7
Украина (ЦГОК)	ЖРК	–	–	7	93
Украина (ЮГОК)	ЖРК	–	–	5,2	94,5
Украина (ИнГОК)	ЖРК	–	–	5,5	94

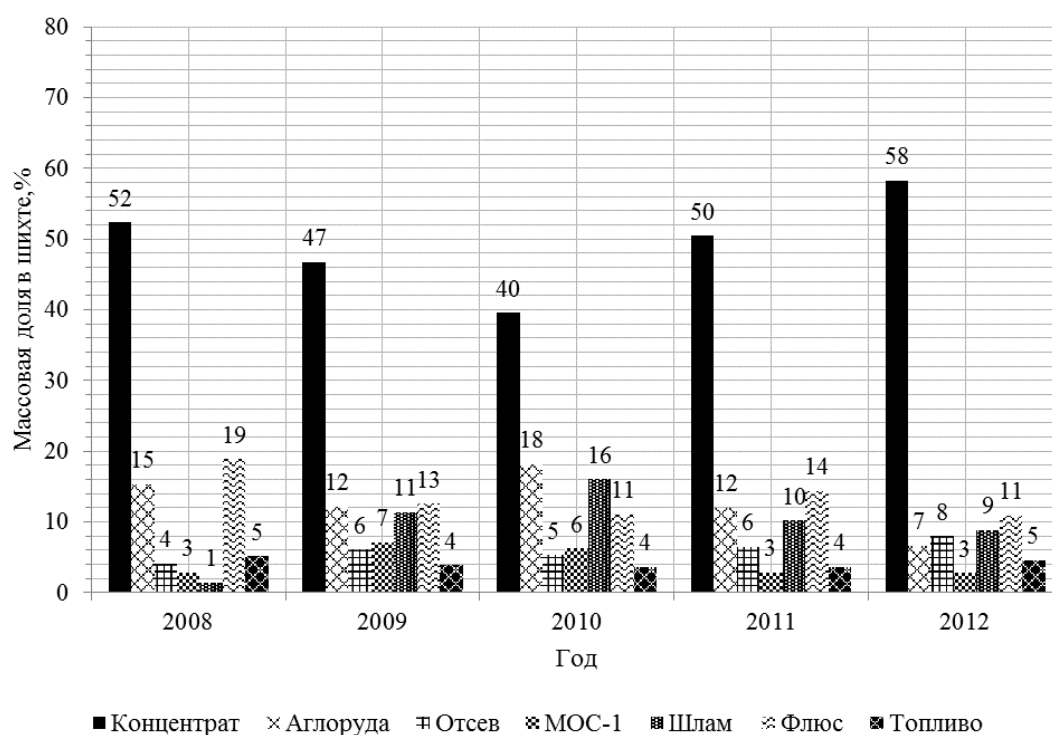


Рисунок 1 – Компонентный состава агломерационной шихты аглофабрики ПАО «АМК» за период с 2008 по 2012 гг.

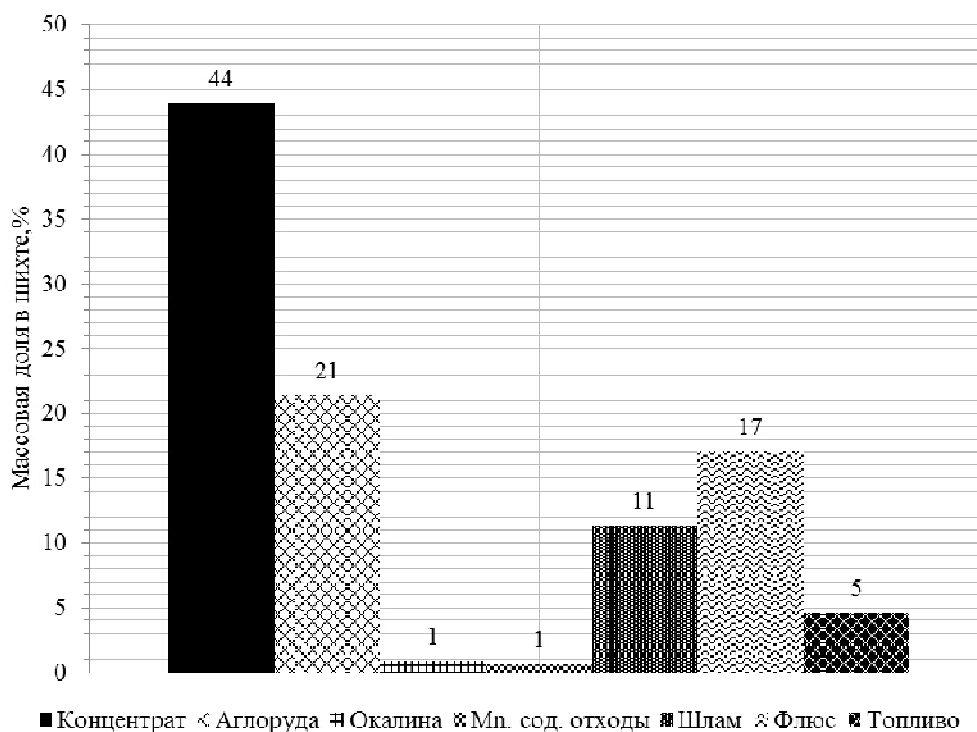


Рисунок 2 – Компонентный состава агломерационной шихты аглофабрики ПАО «ММК им. Ильича»

Кроме ЖРК и добавок к тонкоизмельченному материалу, используемому при производстве агломерата, относятся топливо (представленное в основном коксиком фракции 0-5 мм) и известь [11].

Известь благоприятно влияет на процесс окомкования, являясь хорошим связующим материалом, в то время как топливо, обладая высокой гидрофобностью, обуславливающей его низкую склонность к окомкованию, создает дополнительные трудности при окомковании агломерационной шихты.

Основная часть топлива, в соответствии с закономерностями грануляции агломерационной шихты, в окомковании не участвует, и в подготовленной шихте частички

топлива располагаются в зазорах между гранулами.

Ситовый анализ окомкованной в условиях агломерационного производства ПАО «АМК» шихты, результаты которого приведены на рисунке 3, показал наличие в ней большого количества мелочи (фракция – 1 мм). Пробы №№ 1 и 2 отбирались перед барабаном-окомкователем агломашин №№ 5 и 6, пробы №№ 5 и 6 – перед укладкой шихты на ленту на тех же агломерационных машинах. Данные, приведенные на графике, являются усредненными по результатам десяти измерений, проведенных за интервал времени, составлявший 20 минут.

Таблица 2 – Гранулометрический состав неокомкованной агломерационной шихты агломерационного производства ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат»

Фракция, мм	+8	8-5	5-3	3,0-1,25	1,25-0,63	– 0,63
Массовая доля, %	0,3	3,1	10,7	16,3	10,5	59,1

Таблица 3 – Гранулометрический состав агломерационной шихты Качканарского ГОКа

Состав шихты	Содержание, %	Гранулометрический состав, %				
		+3 мм	1,6-3 мм	0,8-1,6 мм	0,4-0,8 мм	– 0,4 мм
Концентрат	55	–	–	–	–	100
Известняк	6	2,0	11,2	16,2	26,8	43,8
Топливо	4	6,0	16,5	19,2	24,7	33,6
Возврат горячий	22	34,1	23,2	17,5	10,2	15,0
Возврат холодный	13	23,3	32,6	20,5	11,2	12,4
Шихта исходная	100	10,9	10,7	8,3	6,3	63,8
Шихта после окомкования	–	14,6	21,0	12,1	12,1	40,1

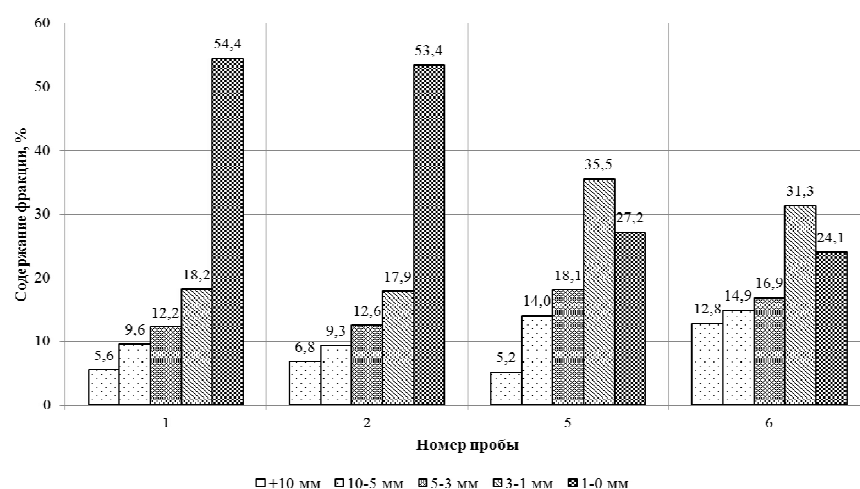


Рисунок 3 – Ситовый анализ окомкованной в условиях агломерационного производства ПАО «АМК» шихты

Выводы и направление дальнейших исследований. На основании проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. В товарной структуре мировой торговли железорудным сырьем преобладает ЖРК, на долю которого приходится 80 %, в то время как кусковая и агломерационная руда занимают оставшиеся 20 %.

2. В агломерационной шихте отечественных аглофабрик в качестве основного компонента железорудной части используется ЖРК.

3. ЖРК, как и многие другие шихтовые материалы, относится к тонкоизмельченным материалам, окомкование которых по существующей технологии не позволяет достичь необходимого качества подготовки шихты.

4. На примере аглофабрик ПАО «АМК» и ПАО «ММК им. Ильича» показан средний компонентный состав агломерационной шихты и ее ситовый состав. Аналогичная ситуация наблюдается и на остальных агломерационных фабриках Украины,

в шихте которых используется большое количество концентрата, а окомкование ее ведется по технологии, предназначенной для подготовки грубозернистой шихты.

5. Использование большого количества тонкоизмельченных материалов характерно не только для отечественного аглопроизводства, но и для ряда предприятий СНГ. Показано, что в шихте аглофабрик ОАО «НЛМК» и Качканарского ГОКа доля ЖРК превышает 50 %.

6. Существующая технология окомкования агломерационной шихты не может обеспечить необходимого качества окомкования.

7. Хорошее качество окомкования достижимо только при дальнейших исследованиях процесса и разработке новых технологий окомкования, обеспечивающих наперед заданные свойства гранул окомкованной шихты, содержащей большое количество тонкоизмельченных материалов.

Библиографический список

1. Мищенко И.М. Состояние и основные направления повышения технического уровня агломерационного производства предприятий черной металлургии / И.М. Мищенко // *Металлургические процессы и оборудование*. – 2005. – № 1. – С. 23–26.
2. Коротич В.И. Агломерация рудных материалов / Коротич В.И., Фролов Ю.А., Бездежский Г.Н. – Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ-УПИ», 2003. – 400 с.
3. Комбинированное окомкование агломерационной шихты в аппаратах барабанного типа и тарельчатых грануляторах / Г.И. Исаенко, А.Н. Сапрыкин, А.С. Кузнецов [и др.] // *Сталь*. – 2009. – № 8. – С. 2–7.
4. Сулименко С.Е. Энергосберегающая технология управляемого жидкофазного спекания гибридного железорудного материала для доменного передела: дис. ... кандидата технических наук: 05.16.02 / Сулименко Сергей Евгеньевич. – Днепропетровск, 2010. – 189 с.
5. Кривенко С.В. Интенсификация агломерационного процесса путем управления газопроницаемостью спекаемого слоя: дис. ... кандидата технических наук: 05.16.02 / Кривенко Сергей Викторович. – Мариуполь, 2000. – 179 с.
6. Державна цільова економічна програма енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2015 роки [Электронный ресурс] // *Офіційний вісник України*. – 2010 р. – № 16 – С. 762. – Режим доступа к журналу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/158-2013-%D1%80>.
7. Современное состояние и ожидаемое развитие рынка ЖРС в 2011 году / [сост.: Иванов И.П.]. К.: Укрпромвнешэкспертиза, 2010. – 152 с.
8. Аглодоменное производство. Анализ работы в апреле 2010 года / [сост.: Николаев К.М.]. Алчевск: АМК, 2010. – 65 с.
9. Коршиков Г.В. Анализ работы аглофабрики ОАО «НЛМК» за 1980-1995 гг. и перспективы совершенствования технологии процесса / Г.В. Коршиков // *Сталь*. – 1997. – № 12. – С. 4–9.

10. Кашин В.В. Теоретические и технологические основы подготовки шихты и формирования агломератов из железных, хромовых и бокситовых руд: дис. ... кандидата технических наук: 05.16.02 / Кашин Виктор Васильевич. – Екатеринбург, 2000. – 300 с

11. Жилкин В.П. Производство агломерата / В.П. Жилкин, Д.Н. Доронин – Екатеринбург: Марат, 2004. – 292 с.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Новохатским А.М.

Статья поступила в редакцию 05.07.2013.

Дорогий Є.В. (ДонДТУ, м. Алчевськ, Україна)

СУЧАСНИЙ СТАН ПИТАННЯ ОГРУДКУВАННЯ АГЛОМЕРАЦІЙНОЇ ШИХТИ, ЩО МІСТИТЬ ВЕЛИКУ КІЛЬКІСТЬ ТОНКОПОДРІБНЕНИХ МАТЕРІАЛІВ. ПОВІДОМЛЕННЯ 1: АНАЛІЗ ШИХТОВИХ УМОВ АГЛОМЕРАЦІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА УКРАЇНИ.

У рамках даної статті проаналізовано шихтові умови вітчизняних та деяких зарубіжних агломераційних фабрик. Дана характеристика гранулометричного складу використовуваних шихтових матеріалів, агломераційної шихти до і після огрудкування. Показані труднощі у підготовці до спікання шихти, що містить велику кількість тонкоподрібнених матеріалів.

Ключові слова: агломераційна шихта, залізорудний концентрат, огрудкування.

Dorogoy E.V. (DonSTU, Alchevsk, Ukraine)

CURRENT STATUS OF PELLETIZING SINTER MIX CONTAINING LARGE AMOUNTS OF FINE PARTICULATE MATTER. REPORT 1: ANALYSIS OF CHARGE TERMS OF UKRAINE SINTER PRODUCTION.

In this article analyzed the conditions of charge domestic and some foreign sinter plants. The characteristic of the particle size distribution of the charge materials used, sinter mix before and after pelletizing. Shown difficulties in preparation for sintering mixture containing a large amount of fine material.

Keywords: agglomeration charge, iron ore, pelletizing.