О ВЛИЯНИИ УСЛОВИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ШИХТОПОДГОТОВКИ НА КАЧЕСТВО АГЛОМЕРАТА

А. В. Савосюк
Киев

Повышение качества агломерата составляет мощный резерв увеличения производительности доменных печей и улучшения технико-экономических показателей доменного производства. Доменной технологией предъявляются жесткие требования: к качеству агломерата он должен иметь достаточно высокую прочность, кусковатость, пористость и восстановимость. Одной из важных качественных характеристик агломерата является его химический состав, современные требования к которому следующие: колебания содержания железа в агломерате не должны превышать $\pm 0{,}5\%$, а колебания основности агломерата — $\pm 0{,}025$ абс. ед. Все эти требования вытекают из необходимости обеспечения наибольшей интенсификации доменной плавки, но их выполнение связано с рядом затруднений производственно-технического характера. Получение агломерата определенного качества зависит от качества усреднения шихтовых материалов, поступающих на аглофабрику, качества подготовки аглошихты и выбора соответствующего теплового режима спекания шихты на агломашинах. Выполнение указанных требований технологического процесса агломерации гарантирует получение агломерата высокого качества.

Цель настоящей статьи* — на примере аглофабрики Макеевского металлургического завода (ММЗ) и аглофабрик № 2 и 3 Магнитогорского металлургического комбината (ММК) показать влияние условий шихтоподготовки на качество агломерата и указать пути повышения этого качества.

---

* Работа выполнена под руководством кандидата технических наук А. Г. Астахова.

Одной из особенностей аглофабрики ММЗ, блок-схема которой представлена на рис. 1, является то, что в шихтовом отделении № 1 осу-

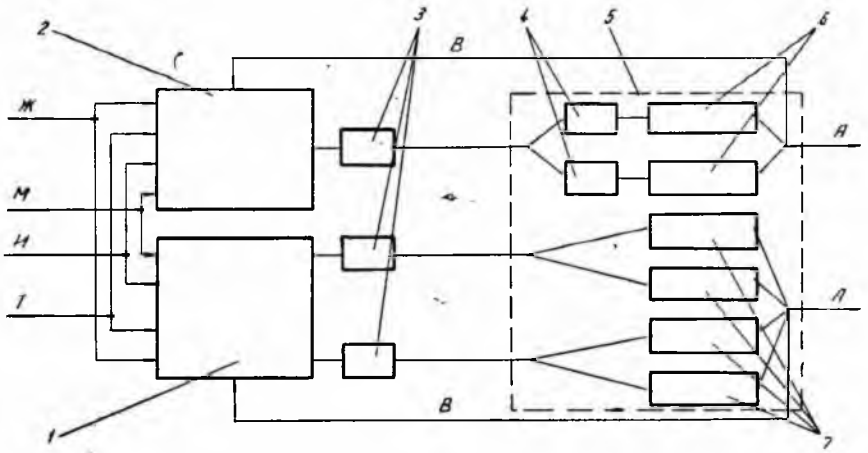

Рис. 1. Блок-схема аглофабрики Макеевского металлургического завода:
1 — шихтовое отделение № 1; *2* — шихтовое отделение № 2; *3* — барабаны первичного смешивания; *4* — барабаны вторичного смешивания; *5* — спекательное отделение; *6* — агломашины № 5 и 6; *7* — агломашины № 1—4.

ществляется объемное дозирование компонентов аглошихты, а в отделении № 2 — весовое дозирование, которым управляют автономные системы автоматического весового дозирования железорудной смеси *Ж*.

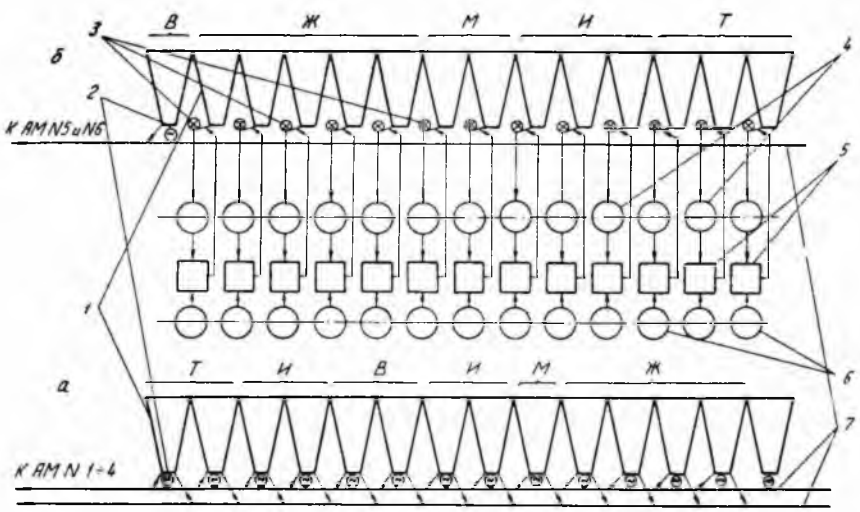

Рис. 2. Функциональная схема шихтовых отделений аглофабрики Макеевского металлургического завода:
а) шихтовое отделение № 1; *б*) шихтовое отделение № 2.
1 — бункера; *2* — тарельчатые питатели; *3* — весодозаторы; *4* — регистрирующие приборы; *5* — регуляторы; *6* — задатчики расхода материалов; *7* — сборные конвейера.

марганцеворудной смеси *М*, известняка *И* и топлива *Т* (рис. 2). Контроль за качеством агломерата *А* осуществляется отдельно по агломашинам № 1—4 и 5—6.

На трактах шихтоподачи от шихтового отделения № 1 до агломашин № 1—4 осуществляется одностадийное, а на тракте от шихтового отделения № 2 к агломашинам № 5—6 — двухстадийное смешение и окомкование аглошихты. Характерной особенностью аглофабрики ММЗ является то, что она работает на сырье, усреднение которого на рудном дворе завода не удовлетворяет современным требованиям [1].

Таким образом, сочетание в пределах одной аглофабрики указанных выше особенностей делает интересным проведение анализа влияния условий шихтоподготовки на качество агломерата.

Данные, характеризующие качество усреднения шихтовых материалов и качество агломерата агломашин № 1—4 и 5—6, приведены в табл. 1, где приняты следующие обозначения: M — среднее арифметическое значение контролируемого параметра; σ — среднеквадратическое отклонение контролируемого параметра; V — коэффициент вариации, определяемый по формуле

$$V = \frac{\sigma}{M} 100\%. \qquad (1)$$

Таблица 1

Показатели качества шихтовых материалов и агломерата аглофабрики ММЗ

Наименование материалов	Параметр	M	σ	V,%
Железорудная смесь	Fe	56,4	1,20	2,1
» »	FeO	14,8	2,31	15,6
» »	SiO_2	8,7	0,83	9,4
» »	CaO	3,7	0,84	22.7
Марганцеворудная смесь	Mn	24,7	2,98	12,1
» »	SiO_2	19,6	2,20	11,2
Известняк	CaO	—	—	—
Топливо	Ac	—	—	—
Возврат агломашин № 1—4	C	0,65	0,13	20,0
» » № 5—6	C	—	—	—
Агломерат агломашин № 1—4	Fe	53,3	0,97	1,72
» » »	FeO	13,85	2,56	18,50
» » »	SiO_2	8,90	0,49	5,50
» » »	CaO	11,85	0,85	7,20
» » »	R	1,34	0,099	7,40
Агломерат агломашин № 5—6	Fe	52,2	0,87	1,67
» » »	FeO	13,45	2,23	16,60
» » »	SiO_2	9,1	0,46	5,05
» » »	CaO	12,3	0,87	7,07
» » »	R	1,35	0,092	6,82

Коэффициенты вариации, характеризующие колеблемость химического состава агломерата, указывают на то, что качество агломерата агломашин № 5—6 намного лучше, чем у агломашин № 1—4.

Для оценки эффекта улучшения качества агломерата, наступившего в результате применения более прогрессивной технологии шихтоподготовки, введем понятие коэффициента улучшения качества, величина которого определяется формулой

$$K_i = \frac{V_{1i} - V_{2i}}{V_{1i}} 100\%, \qquad (2)$$

где K_i — коэффициент улучшения качества агломерата по i-му параметру его химического состава;

V_{1i} и V_{2i} — коэффициенты вариации качества агломерата по i-му параметру его химического состава соответственно для агломашин № 1—4 и 5—6.

Значения коэффициентов улучшения качества агломерата (табл. 2) свидетельствуют о том, что по всем контролируемым параметрам химического состава агломерат агломашин № 5—6 намного лучше агломерата агломашин № 1—4.

Таблица 2

Показатели улучшения качества агломерата агломашин № 5—6 аглофабрики ММЗ

Наименование контролируемого параметра	K_i, %
Содержание железа в агломерате	+2,9
Содержание закиси железа в агломерате	+10,3
Содержание кремнезема в агломерате	+8,2
Содержание окиси кальция в агломерате	+1,8
Основность агломерата	+7,85

Степень улучшения качества по различным параметрам химического состава агломерата зависит от условий шихтоподготовки и влияния их на протекание процесса спекания шихты на агломашинах. Совершенствование условий шихтоподготовки сильно сказывается на улучшении однородности основности агломерата и в значительно меньшей мере — на содержании железа в нем. Причины, вызвавшие улучшение качества агломерата по отдельным параметрам, различны. Так, анализ работы аглофабрик №№ 2 и 3 ММК, выполненный Институтом автоматики в Киеве, показал, что автоматическое весовое дозирование компонентов аглошихты по сравнению с объемным дозированием ведет к улучшению качества агломерата — снижению колеблемости закиси железа в нем, а на остальные параметры качества агломерата практически не влияет. Данными, приведенными в табл. 3, характеризуется работа аглофабрик № 2 и 3 ММК.

Таблица 3

Показатели качества шихтовых материалов и агломерата аглофабрик № 2 и 3 ММК

Наименование материалов	Параметр	M	σ	V, %
Железорудная смесь	Fe	58,50	0,845	1,450
» »	SiO_2	6,15	0,415	6,750
» »	CaO	5,05	0,512	10,15
Известняк	CaO	44,20	1,770	4,00
Топливо (аглофабрика № 2)	Ac	11,40	0,570	5,00
» » »	Ac	11,40	0,437	3,84
Агломерат (аглофабрика № 2)	Fe	56,70	0,572	1,01
» » »	FeO	14,20	1,160	8,15
» » »	SiO_2	6,90	0,252	3,65
» » »	CaO	8,80	0,395	4,50
» » »	R	1,28	0,0397	3,10
Агломерат (аглофабрика № 3)	Fe	56,70	0,572	1,01
» » »	FeO	13,30	1,490	11,10
» » »	SiO_2	6,85	0,250	3,65
» » »	CaO	8,70	0,400	4,60
» » »	R	1,27	0,0397	3,13

Улучшение качества агломерата по закиси железа объясняется улучшением хода процесса спекания, что свидетельствует о более равномерном распределении топлива в шихте [2].

Степень улучшения качества агломерата аглофабрики № 2 по сравнению с качеством агломерата аглофабрики № 3 характеризуется коэффициентом улучшения качества, равным + 26,6% (табл. 4). Величина

коэффициента улучшения качества агломерата по закиси железа для аглофабрик ММК в 2,5 раза превышает соответствующий коэффициент для аглофабрики ММЗ.

Таблица 4

Показатели улучшения качества агломерата по аглофабрике № 2 ММК

Наименование контролируемого параметра	K_I, %
Содержание железа в агломерате	0
Содержание закиси железа в агломерате	+ 26,6
Содержание кремнезема в агломерате	0
Содержание окиси кальция в агломерате	+ 2,0
Основность агломерата	+ 1,0

Технологические схемы цепей аппаратов аглофабрик № 2 и 3 ММК практически мало отличаются друг от друга, за исключением различий в работе шихтовых отделений. В шихтовом отделении аглофабрики № 2 осуществляется автоматическое весовое дозирование компонентов аглошихты, а в таком же отделении аглофабрики № 3 — объемное дозирование. Системы весового дозирования компонентов аглошихты аглофабрики № 2 ММК отличаются от типовых только аппаратурой контроля и регулирования.

Из сравнения показателей улучшения качества агломерата, приведенных в табл. 2 и 3, очевидно, что улучшение качества агломерата по содержанию железа и кремнезема (как следствие — улучшение однородности агломерата по основности) для агломашин № 5—6 аглофабрики ММЗ наступило в результате улучшения усреднительной способности тракта шихтоподачи (двухстадийное смешение и окомкование аглошихты) (рис. 1).

В отличие от аглофабрики ММЗ подобные фабрики ММК работают на хорошо усредненном железорудном сырье, поэтому сравнение работы соответствующих аглофабрик позволяет выяснить влияние усреднения шихтовых материалов на качество агломерата по его химическому составу. Если учесть, что основным компонентом аглошихты является железорудная смесь (50—60% всей массы аглошихты), то сравнение качества усреднения шихтовых материалов можно провести только по параметрам химического состава железорудного сырья. Сравнение качества будем проводить для агломерата агломашин № 1—4 аглофабрики ММЗ и агломерата аглофабрики № 3 ММК, где идентичны методы подготовки шихты (объемное дозирование компонентов аглошихты и одностадийное смешение и окомкование).

Воспользовавшись формулой (2) для оценки улучшения качества материалов и выполнив соответствующие вычисления, получим данные (табл. 5), которые характеризуют степень улучшения усреднения железорудного сырья на ММК по сравнению с ММЗ и, как следствие, степень улучшения качества агломерата.

Таким образом, улучшение усреднения железорудного сырья по содержанию железа на 30,90%; колеблемости содержания кремнезема — на 28,20%; окиси кальция — на 53,00% на Магнитогорском металлургическом комбинате по сравнению с Макеевским металлургическим заводом привело к повышению однородности агломерата по содержанию железа на 41,30%; закиси железа — на 40,00%; кремнезема — на 33,60%; окиси кальция — на 36,10% и, как следствие стабилизации химического состава агломерата по кремнезему и окиси кальция, — к основности агломерата на 57,70%.

Таблица 5

Показатели улучшения усреднения железорудного сырья и качества агломерата (ММК и ММЗ)

Наименование контролируемого параметра	K_i, %
Содержание железа в железорудном сырье	+ 30,90
Содержание кремнезема в железорудном сырье	+ 28,20
Содержание окиси кальция в железорудном сырье	+ 53,00
Содержание железа в агломерате	+ 41,30
Содержание закиси железа в агломерате	+ 40,00
Содержание кремнезема в агломерате	+ 33,60
Содержание окиси кальция в агломерате	+ 36,10
Основность агломерата	+ 57,70

Результаты вычислений (табл. 2, 4 и 5) позволяют считать, что основное влияние на качество агломерата по всем параметрам его химического состава оказывает качество усреднения шихтовых материалов. Внедрение автоматических систем весового дозирования компонентов аглошихты дает большой эффект на тех аглофабриках, которые используют хорошо усредненное железорудное сырье (например, улучшение качества агломерата по закиси железа на ММК по сравнению с ММЗ выше в 2,5 раза).

Таким образом, основными путями улучшения качества агломерата на аглофабрике Макеевского завода являются улучшение качества усреднения шихтовых материалов на рудном дворе завода, реконструкция трактов шихтоподачи с целью увеличения их усреднительной способности и внедрения автоматических систем весового дозирования в шихтовом отделении № 1.

ВЫВОДЫ

1. Анализ работы аглофабрики Макеевского металлургического завода показывает, что внедрение систем весового дозирования ведет к улучшению качества путем уменьшения колеблемости закиси железа в агломерате на 10,3%.

2. Реконструкция трактов шихтоподачи с целью увеличения усреднительной способности ведет к улучшению качества агломерата путем уменьшения колеблемости содержания железа на 2,9% и колеблемости основности на 7,85%.

3. На качество агломерата основное влияние оказывает качество подготовки шихтовых материалов на усреднительных складах металлургических предприятий (табл. 5).

4. Положительные результаты внедрения автоматических систем весового дозирования выше на тех аглофабриках, где лучше качество подготовки шихтовых материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. М. Вишневский. Новое в подготовке шихтовых материалов. Изд-во «Донбасс», Донецк, 1966.

2. Е. Ф. Вегман. Окускование руд и концентратов. Изд-во «Металлургия», М., 1968.