

В.И. Пожухов, М.Ю.Пазюк, Ю.М.Пазюк, Е.Н.Барищенко, Ю.А.Лимаренко

**ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА
АГЛОМЕРАЦИОННОЙ МАШИНЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОПЛИВА
ПО ВЫСОТЕ СЛОЯ ШИХТЫ НА АГЛОЛЕНТЕ**

Запорожская государственная инженерная академия

Розроблено математичні моделі, які дали можливість встановити вплив параметрів завантажувального лотка агломашины на процес сегрегації палива за висотою шару на аглострічці. Розроблено технологічні рекомендації, які дозволяють зменшити вміст палива в матеріалі з 4,4 до 4,0%.

Разработаны математические модели, которые дали возможность установить влияние параметров загрузочного устройства агломашины на процесс сегрегации топлива по высоте слоя на аглоленте. Разработаны технологические рекомендации, которые позволяют снизить содержание топлива в материале с 4,4 до 4,0%.

Введение. Одним из наиболее перспективных путей повышения технико-экономических показателей агломерационного процесса является снижение затрат твердого топлива, используемого в процессе спекания. Простейшим методом оптимизации процесса спекания по расходу твердого топлива является перераспределение его в слое материала на аглоленте с целью наиболее полного использования теплоты сгорания.

Анализ практических данных и достижений. Для решения задачи формирования структуры слоя агломерационной шихты на аглоленте необходимо знать, каким образом технологические параметры загрузочных узлов агломашины и свойства самой шихты влияют на распределение фракций по высоте слоя. Такими параметрами являются тип питателя, угол наклона и длина загрузочного лотка, средний диаметр частиц шихты. Для оценки влияния этих параметров на распределение фракций агломерационной шихты по высоте слоя на аглоленте использованы математические модели и методы, описанные в работах [1-4].

Постановка задачи. Задачей работы является исследование влияния различных технологических параметров загрузочных устройств агломерационных машин, в частности среднего диаметра частиц, угла наклона и длины загрузочного лотка, на сегрегационные процессы, протекающие при формировании слоя шихты на аглоленте.

Изложение материалов исследований. Проведен численный эксперимент, схема которого представлена в табл.1. Эксперимент выполнен для условий ОАО «Металлургический комбинат «Запорожсталь», агломашина № 2 (вибрационный питатель) и агломашина № 4 (барабанный питатель).

Для оценки влияния параметров загрузочного устройства и свойств агломерационной шихты на распределение ее классов крупности по высоте слоя на аглоленте, выделим t горизонта слоя: верхний, средний и нижний. В табл.2 и 3 приведены изменения содержания фракций в каждом из горизонтов слоя при изменении параметров загрузочного узла, приведенных в табл.1.

Как видно из табл.2 и 3, увеличение среднего диаметра частиц материала, угла наклона и длины загрузочного лотка приводят к усилению сегрегации в слое. При этом изменение перечисленных выше параметров оказывает наибольшее влияние на содержание фракции -3 мм в верхнем и нижнем горизонтах слоя, в среднем горизонте слоя фракционный состав материала изменяется незначительно.

Таблица 1 – *Схема численного эксперимента по оценке влияния параметров*

*загрузочного узла на распределение фракций агломерационной шихты
по высоте слоя на аглоленте*

Изменяемый параметр	Средний диаметр частиц, мм	Угол наклона загрузочного лотка, град	Длина загрузочного лотка, м	Высота слоя на аглоленте, м
Средний диаметр частиц (α)	4,7	45	1	0,4
	4,8	45	1	0,4
	4,9	45	1	0,4
	5,0	45	1	0,4
Угол наклона загрузочного лотка (l)	4,7	45	1	0,4
	4,7	46	1	0,4
	4,7	47	1	0,4
	4,7	48	1	0,4
	4,7	49	1	0,4
	4,7	50	1	0,4
Длина загрузочного лотка (d_{cp})	4,7	45	1	0,4
	4,7	45	1,1	0,4
	4,7	45	1,2	0,4
	4,7	45	1,3	0,4

Как показывают результаты моделирования, изменение среднего диаметра частиц материала при неизменных параметрах загрузочного лотка оказывает существенное влияние на распределение классов крупности агломерационной шихты по высоте слоя на аглоленте.

Изменение среднего диаметра частиц материала отражает изменение его гранулометрического состава. В условиях ОАО «Металлургический комбинат «Запорожсталь» шихта, подготовленная к спеканию содержит около 44% фракции -3 мм. Поэтому изменение среднего диаметра частиц оказывает наибольшее влияние на содержание именно этой фракции.

Таблица 2 – Изменение содержания фракций в каждом из горизонтов слоя при изменении параметров загрузочного узла агломашины № 2

Параметр	Горизонт слоя	Фракция, мм				
		-3	+3 -6	+6 -10	+10 -12	+12 -14
α	Верхний	3,85	-1,71	-1,15	-0,65	-0,34
	Средний	1,47	-0,65	-0,44	-0,25	-0,13
	Нижний	-4,30	1,91	1,29	0,73	0,38
l	Верхний	4,21	-1,87	-1,26	-0,71	-0,37
	Средний	1,79	-0,79	-0,53	-0,30	-0,16
	Нижний	-4,36	1,94	1,30	0,74	0,38
d_{cp}	Верхний	2,64	-1,17	-0,79	-0,45	-0,23
	Средний	-0,47	0,21	0,14	0,08	0,04
	Нижний	-5,92	2,63	1,77	1,00	0,52

Как показывают результаты моделирования, увеличение среднего диаметра частиц агломерационной шихты приводит к незначительному увеличению содержания фракции -3 мм в верхнем горизонте слоя, в нижнем горизонте содержание этой фракции резко падает. Содержания остальных фракций изменяются незначительно.

Таблица 3 – Изменение содержания фракций в каждом из горизонтов слоя

Параметр	Горизонт слоя	Фракция, мм		
		- 3	+3 -5	+5 -12
α	Верхний	5,30	-2,76	-2,54
	Средний	2,10	-1,09	-1,01
	Нижний	-3,73	1,94	1,79
l	Верхний	5,51	-2,87	-2,65
	Средний	2,52	-1,31	-1,21
	Нижний	-3,93	2,04	1,89
d_{cp}	Верхний	2,33	-1,21	-1,12
	Средний	-0,63	0,33	0,30
	Нижний	-5,82	3,05	2,78

Как видно из результатов моделирования, увеличение угла наклона и длины загрузочного лотка приводят к увеличению содержания фракции 1,5 мм в верхнем горизонте слоя и снижению содержания этой фракции в нижнем горизонте. Распределение остальных фракций по высоте слоя изменяется незначительно.

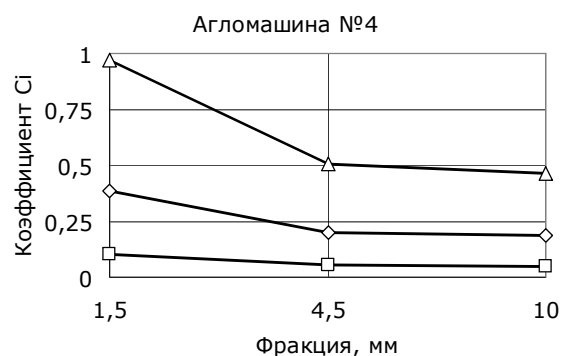
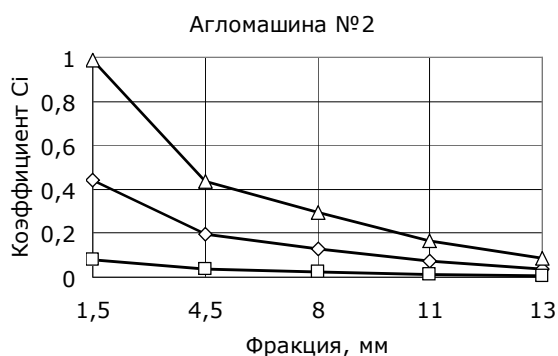
Для сравнения влияния различных технологических параметров на процесс сегрегации агломерационной шихты по высоте слоя на аглоленте использован коэффициент чувствительности сегрегации к изменению параметра процесса C_i , который представляет собой отношение изменения содержания фракции в горизонте слоя (в процентах) к изменению значения параметра технологического процесса (в процентах). Результаты расчета коэффициента C_i для агломашиной № 2 и 4 ОАО «Металлургический комбинат «Запорожсталь» приведены на рис.1.

Сравнение зависимостей, приведенных на рис.1, показывает, что как для барабанного, так и для вибрационного питателей наибольшее влияние на сегрегацию в слое агломерационной шихты на аглоленте оказывает изменение среднего диаметра частиц материала.

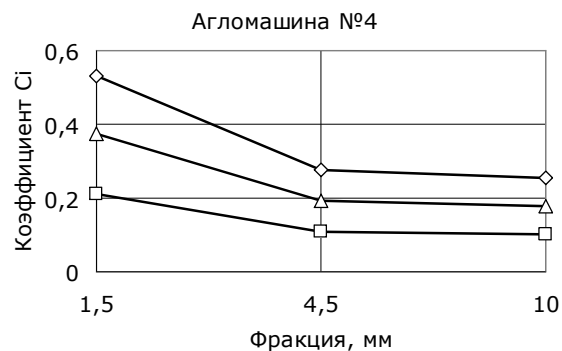
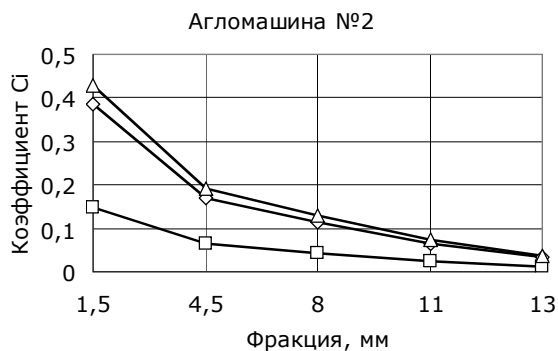
Изменение угла наклона загрузочного лотка оказывает значительное влияние на сегрегацию в слое агломерационной шихты на аглоленте, в то время как изменение длины загрузочного лотка мало влияет на сегрегацию в слое.

Таким образом, наиболее эффективно управлять структурой слоя агломерационной шихты на аглоленте можно, изменяя угол наклона загрузочного лотка. При этом необходимо стабилизировать средний диаметр частиц материала для сведения к минимуму его влияние на процесс сегрегации частиц по высоте слоя.

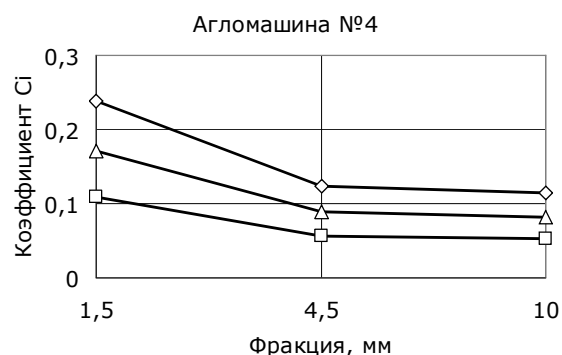
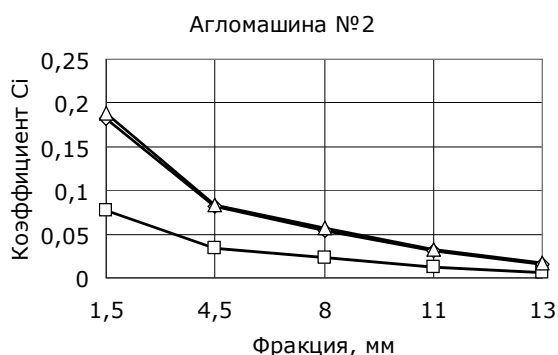
Процесс спекания шихты в высоком слое выдвигает принципиально новую задачу в управлении загрузкой материала на аглоленту. Как показали результаты исследований, прочность агломерата в значительной степени определяется физико-механическими свойствами окомкованной шихты, в первую очередь ее гранулометрическим составом, влажностью и сегрегацией материала по высоте формирующегося слоя. Задача управления процессом сегрегации заключается в стабилизации оптимального распределения частиц окомкованной шихты по высоте слоя. Как было ранее показано, эффективное управление сегрегацией частиц шихты может осуществляться путем целенаправленного изменения угла наклона загрузочного лотка.



а)



б)



в)

◇ - верхний горизонт, □ - средний горизонт, Δ - нижний горизонт

Рисунок 3 – Чувствительность сегрегации к изменению среднего диаметра частиц агломерационной шихты (а), изменению угла наклона (б) и длины загрузочного лотка (в)

Рассмотрим использование предложенного метода для управления распределением топлива по высоте слоя окомкованной агломерационной шихты на аглоленте.

В процессе спекания газообразные продукты горения твердого топлива передают тепло шихте, просушивая и подогревая ее. Теплообмен под зоной горения завершается в узкой зоне подогрева и сушки шихты, высота которой составляет около 50 мм. Как правило, верхние горизонты слоя формируются при пониженных температурах, а нижние – при повышенных. Это приводит к чрезмерному переоплавлению нижних горизонтов слоя и ухудшению механической прочности верхних горизонтов слоя вследствие недостатка теплоты. Поэтому необходимо обеспечить такое распределение топлива по высоте слоя агломерационной шихты на аглоленте, которое обеспечит получение однородного температурного поля на всех горизонтах слоя шихты и позволит избежать нерационального использования теплоты сгорания топлива на последнем этапе спекания.

Для использования разработанного метода управления распределением классов крупности агломерационной шихты по высоте слоя на аглоленте в целях управления распределением топлива по высоте слоя необходимо:

- установить зависимость содержания топлива в грануле окомкованной шихты от ее размера и общего содержания топлива в материале;
- выявить оптимальное распределение топлива по высоте слоя шихты на аглоленте;
- установить, при каком содержании топлива в шихте будет достигнуто наиболее близкое к оптимальному распределение топлива по высоте слоя агломерационной шихты на аглоленте.

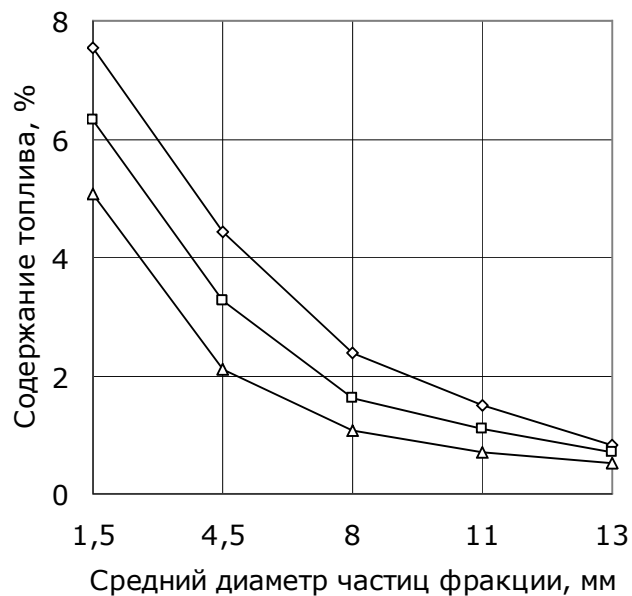
Для установления зависимости содержания топлива в грануле окомкованной шихты от ее размера и общего содержания топлива в материале наиболее целесообразным представляется воспользоваться экспериментальными данными. Это вызвано тем, что аналитическое получение подобной зависимости связано со значительными трудностями при учете особенностей дозирования и усреднения компонентов агломерационной шихты на различных производствах, а также процесса окомкования.

На ОАО «Металлургический комбинат «Запорожсталь» для агломашины № 2 проведен ряд экспериментов, целью которых было определение содержания топлива в каждом из классов крупности окомкованной агломерационной шихты, загружаемой на аглоленту. Для учета влияния общего содержания топлива в материале проведены три группы экспериментов (общее содержание топлива в материале 3, 4 и 5%). Результаты экспериментов приведены на рис.2.

Как видно из результатов экспериментов, уменьшение содержания топлива в шихте оказывает наибольшее влияние на содержание топлива во фракциях 1,5 и 4,5 мм. Это можно объяснить особенностями формирования гранул шихты при окомковании: крупные частицы материала являются центрами гранул, на их поверхности формируется слой из более мелких частиц, в том числе топлива.

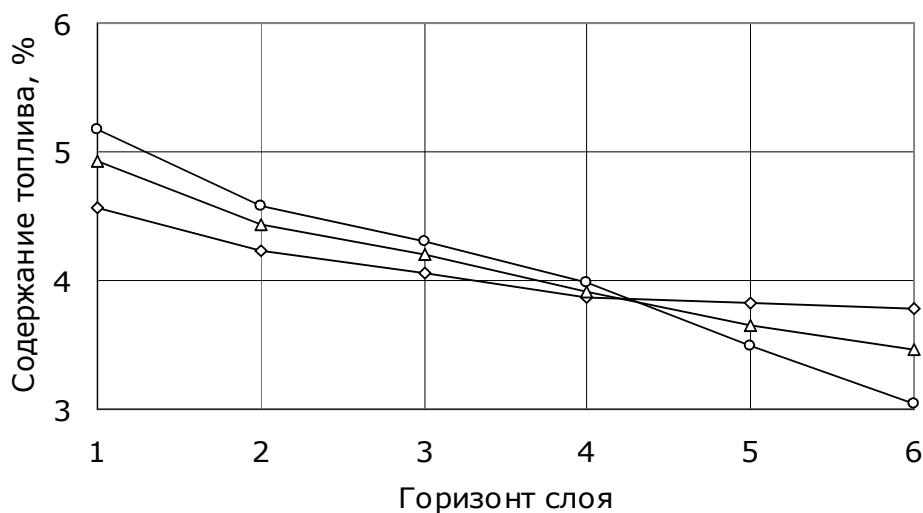
Используя полученные зависимости содержания топлива в грануле шихты от ее размера и распределение классов крупности шихты по высоте слоя, можно рассчитать распределение топлива по высоте слоя агломерационной шихты на аглоленте для различных условий его формирования. На рис.3 показано содержание топлива в каждом из горизонтов слоя для различных углов наклона загрузочного лотка при общем содержании топлива в материале 4%.

Для нахождения оптимального распределения топлива по высоте слоя окомкованной агломерационной шихты на аглоленте воспользуемся результатами экспериментов, проведенных на ОАО «Металлургический комбинат «Запорожсталь». Целью экспериментов было определение оптимального содержания топлива в окомкованной агломерационной шихте, загружаемой на аглоленту, и оптимального распределения топлива по высоте слоя шихты, при котором будет достигнута максимальная производительность агломерационной машины по годному агломерату.



○ - общее содержание топлива в материале 5%, ◇ - общее содержание топлива в материале 4%, Δ - общее содержание топлива в материале 3%

Рисунок 2 – Содержание топлива во фракциях окомкованной агломерационной шихты



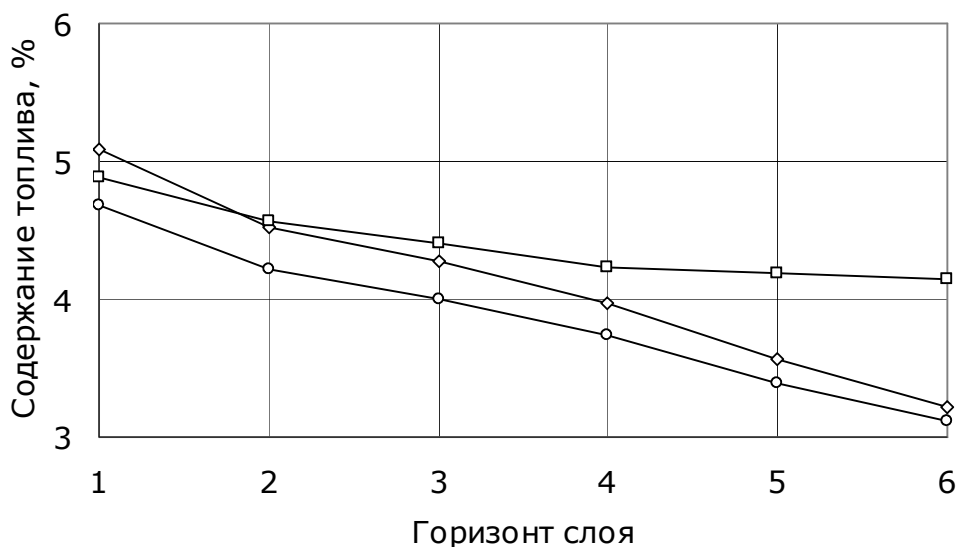
○ - угол наклона загрузочного лотка 50° , Δ - угол наклона загрузочного лотка 47° ,
◇ - угол наклона загрузочного лотка 45°

Рисунок 3 – Содержание топлива в каждом из горизонтов слоя для различных углов наклона загрузочного лотка

В результате экспериментов получено оптимальное распределение топлива по высоте слоя на аглоленте (рис.4), содержание топлива в материале составило 3,8%. На этом же рисунке приведено распределение топлива в материале, соответствующее стандартным технологическим условиям процесса спекания без оптимизации по содержанию топлива и его распределения по высоте слоя. В этом случае содержание топлива в материале составило 4,4%.

Сравнение оптимального распределения топлива по высоте слоя агломерационной шихты на аглоленте и зависимостей, полученных в результате расчетов, показывает, что

наиболее близкое к оптимальному распределение будет получено при содержании топлива в шихте 4% и угле наклона загрузочного лотка 49° (рис.4).



○ - оптимальное распределение топлива, □ - стандартное распределение топлива,
 ◇ - распределение топлива при содержании в материале 4% и угле наклона загрузочного лотка 49°

Рисунок 4 – Распределение топлива по высоте слоя окомкованной агломерационной шихты на аглоленте, полученное путем управления процессом сегрегации:

В настоящее время содержание топлива в шихте составляет 4,4%, угол наклона загрузочного лотка 45° . Таким образом, увеличение угла наклона с 45 до 49° позволит уменьшить содержание топлива в шихте до 4%.

Выводы. По результатам исследований можно сделать вывод о том, что снижение расхода твердого топлива, используемого в агломерационном процессе, может быть достигнуто путем изменения параметров загрузочного устройства, в частности угла наклона загрузочного лотка. Оптимальный на данный момент угол наклона загрузочного лотка в этом случае определяется на основе информации об оптимальном распределении топлива по высоте слоя на аглоленте и текущем значении среднего диаметра частиц окомкованной шихты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожуев В.И., Пазюк Ю.М. Моделирование основных закономерностей формирования структурной неоднородности стационарного слоя полидисперсного материала / *Металлургия (Труды ЗГИА)*. - Запорожье: ЗГИА, 2002. - Вып. 6. - С.5-9.
2. Пожуев В.И., Пазюк Ю.М. Анализ механизма сегрегации агломерационной шихты в слое /. *Металургія (Наукові праці ЗДІА)*. - Запоріжжя: ЗДІА, 2004. - Вип. 9. - С.13-16.
3. Пожуев В.И., Пазюк Ю.М. Алгоритм расчета структуры полидисперсных железорудных материалов на спекательных тележках агломашин / *Збірник наукових праць Кіровоградського державного технічного університету*. - Кировоград: КНТУ, 2004. - Вип. 15. - С.176-182.
4. Пожуев В.И., Пазюк М.Ю., Пазюк М.Ю. Совершенствование конструкции загрузочного лотка агломашины / *Металлургия (Труды ЗГИА)*. - Запорожье: ЗГИА, 2003. - Вып. 8. - С.28-31.

Стаття надійшла до редакції 15.12.2008 р.

Рецензент, проф. А.М.Ніколаєнко