

*к.т.н, доц. Новохатский А.М.,  
ст. преподаватель Михайлюк Г.Д.,  
аспирант Карпов А.В.,  
к.т.н, доц. Тищенко О.М.  
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

## **ЗВУКОПРОНИЦАЕМОСТЬ МАТЕРИАЛОВ АГЛОДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Наведено коефіцієнти звукопроникності матеріалів аглодоменого виробництва. Отримано залежності зміни звукопроникності агломерату й антрациту, від їхнього фракційного складу. Запропоновано рекомендації з вибору оптимальної суміші матеріалів при частковій заміні коксу антрацитом.*

### **Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.**

Высокопроизводительная и экономичная работа доменной печи в значительной мере зависит от того, как организовано движение и распределение газов и шихты в ее рабочем пространстве. Движение газов и распределение их в печи определяется множеством факторов, но главным из них является гранулометрический состав шихты. Рациональное распределение загружаемых материалов на колошнике при высокой колеблемости крупности, обеспечит необходимую газопроницаемость по всему сечению печи, что позволит в большей мере использовать тепловую и химическую энергии газового потока.

Поэтому актуальными являются работы, направленные на анализ зависимости газопроницаемости столба шихтового материала от его гранулометрического состава.

**Анализ исследований и публикаций.** В настоящее время имеется ряд способов контроля гранулометрического состава шихты, которые условно можно разбить на несколько классов: лазерные, оптические, механические, магнитные и звуковые. Они основаны на использовании физических и механических свойств испытуемого материала.

Метод контроля, основанный на использовании лазерного луча [1], является недостаточно изученным, также данный способ дорогой и, кроме того, позволяет определять состав материала по крупности только поверхностного слоя.

Контроль крупности материала по свету, отраженному от поверхности слоя [2], имеет большую погрешность в том плане, что изменяет-

ся окраска кусков, соответственно изменяется и отражательная способность.

Ручной и механизированный рассев шихтовых материалов имеет ряд недостатков, основным из которых является то, что анализ производится очень редко, а его результаты не представительны, более того, способ нельзя автоматизировать, он не соответствует современной культуре производства и нормам экологии, поскольку при замерах образуется большое количество мелкодисперсной пыли. Более того, при частых отсевах, ячейки сит изнашиваются от абразивного истирания шихтовыми материалами, и результаты замеров становятся метрологически не верны.

Использование магнитного поля в качестве зондирующего инструмента для определения крупности материала [3-5] имеет недостаточную точность и ряд ограничений, поскольку в металлургии используются как немагнитные материалы, так и железорудные материалы, обладающие различными магнитными свойствами, изменяющимися в зависимости от окисленности железа.

В связи с выше перечисленным, для анализа зависимости газодинамической проницаемости материала от его грануло-метрического состава, был выбран наиболее простой, дешевый применимый в условиях черной металлургии бесконтактный способ, заключающийся в пропускании через слой шихтовых материалов звуковых колебаний [6].

**Постановка задачи.** Исследовать зависимость звукопроницаемости материалов аглодоменного производства от их фракционного состава.

#### **Изложение материала и полученные результаты.**

Схема установки для акустических исследований анализируемой пробы [6] приведена на рисунке 1.

Установка состоит из звукоизолированного контейнера 1 с пробой анализируемого материала, на которой сверху помещена насадка с приемником звуковых колебаний 2, а снизу – насадка с излучателем звуковых колебаний, электронного блока 4 и цифрового вольтметра 8.

В состав электронного блока 4 входят:

- генератор гармонических колебаний 5 с частотой 250 Гц, амплитудой 1 В и нестабильностью амплитуды и частоты не более  $\pm 1,0\%$ ;
- усилитель мощности 6, обеспечивающий на нагрузке 4 Ом сигнал амплитудой до 10 В при искажениях формы не более  $\pm 1,0\%$ ;
- полосовой фильтр 7 с резонансной частотой 250 Гц и затуханием 20 дБ/дек.

Цифровой вольтметр 8 обеспечивает измерение сигналов с усилителя мощности и после полосового фильтра в диапазоне от 0 до 10 В с погрешностью не более  $\pm 1,0\%$ .

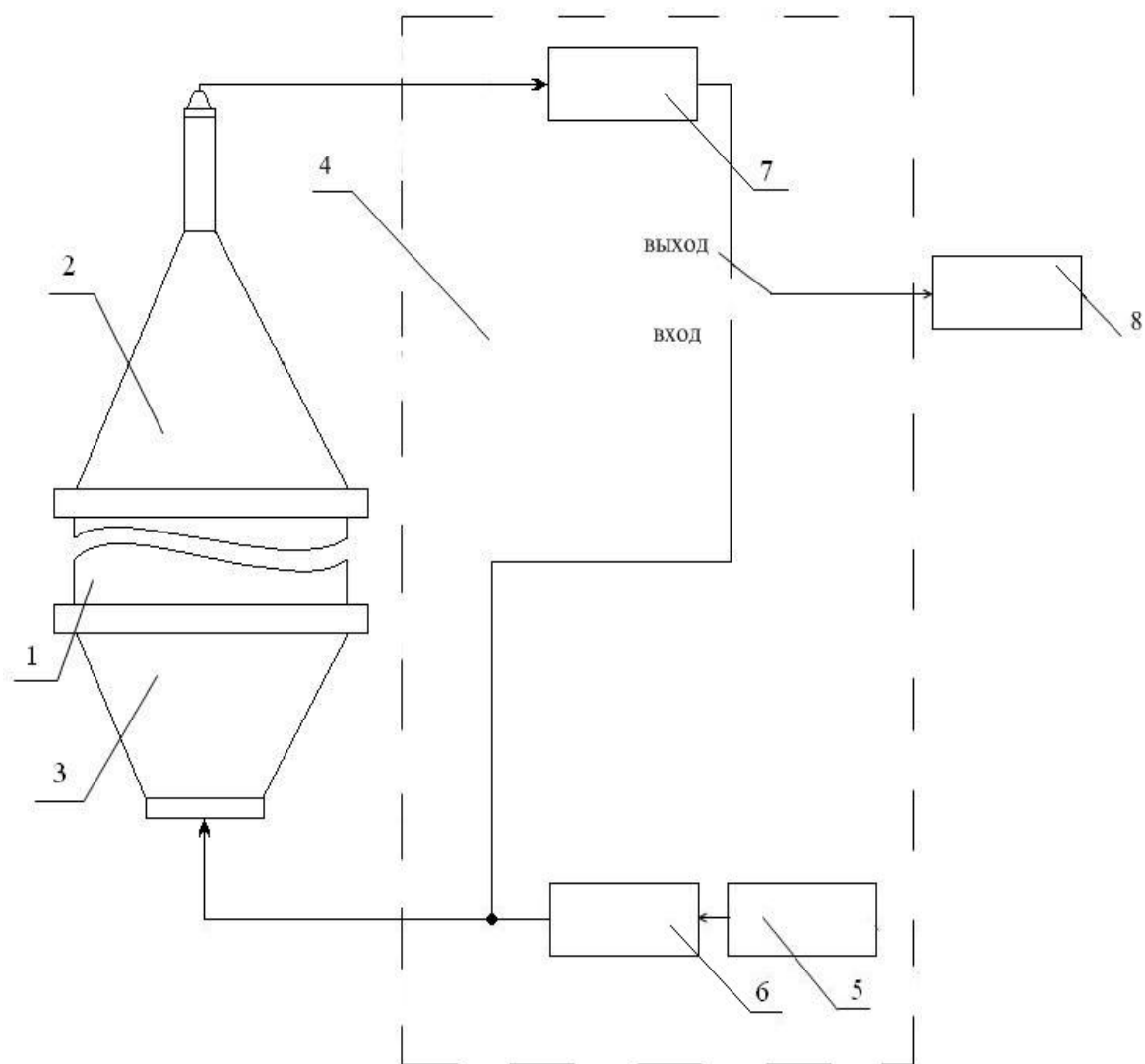


Рисунок 1 - Схема установки для акустического исследования слоя шихтовых материалов доменной плавки

- 1 – контейнер с пробой анализируемого материала;
- 2 – насадка с приемником звуковых колебаний;
- 3 – насадка с излучателем звуковых колебаний;
- 4 – электронный блок;
- 5 – генератор гармонических колебаний;
- 6 – усилитель мощности;
- 7 – полосовой фильтр;
- 8 – цифровой вольтметр.

Все исследования проводились с частотой звука 250 Гц.

При помощи установки найдены коэффициенты звукопроницаемости основных шихтовых материалов, используемых в доменном производстве - агломерата, окатышей, кокса и угля (табл. 1).

Таблица 1 - Коэффициенты звукопроницаемости шихтовых материалов

Материал	Коэффициент звукопроницаемости
Агломерат	0,41÷1,01
Окатыши	0,95÷1,00
Кокс	1,03÷1,04
Уголь	0,65÷1,03

Лучшим с точки зрения звукопроницаемости, является кокс. Коэффициенты звукопроницаемости окатышей и кокса существенно не отличаются друг от друга, это объясняется стабильным фракционным составом и высокой механической прочностью окатышей.

Коэффициент звукопроницаемости агломерата и угля похожи, данное явление можно объяснить низкой механической прочностью данных материалов.

Кокс и окатыши, имея высокие прочностные и газодинамические характеристики, не требуют подробного анализа их звукопроницаемости.

Для того чтобы получить газодинамические характеристики агломерата, был определен коэффициент звукопроницаемости для содержания в нем фракций -5 мм и 5-10 мм в диапазоне 0-40%, с шагом в 5%. Результаты представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 - Значения коэффициента звукопроницаемости

% фракции -5мм в агломерате	Коэффициент звукопроницаемости	% фракции -5мм в агломерате	Коэффициент звукопроницаемости
0	0,995	25	0,415
5	0,875	30	0,253
10	0,801	35	0,178
15	0,668	40	0,102
20	0,490		

Таблица 3 - Значения коэффициента звукопроницаемости

% фракции -10 мм в агломерате	Коэффициента звукопроницаемости	% фракции -10 мм в агломерате	Коэффициента звукопроницаемости
0	1,009	25	0,983
5	1,004	30	0,976
10	0,999	35	0,972
15	0,995	40	0,969
20	0,989		

По результатам таблиц построены графики зависимостей, которые представлены на рисунках 2 и 3.

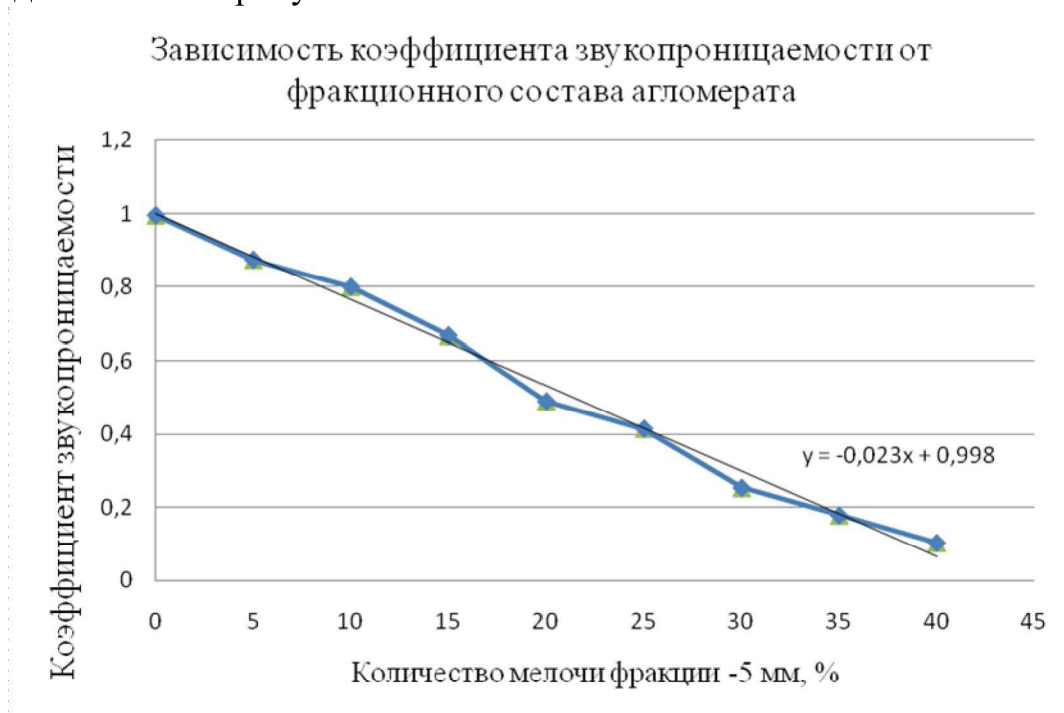


Рисунок 2 - Зависимость коэффициента звукопроницаемости от содержания мелочи в промышленном агломерате (фракции – 5 мм)

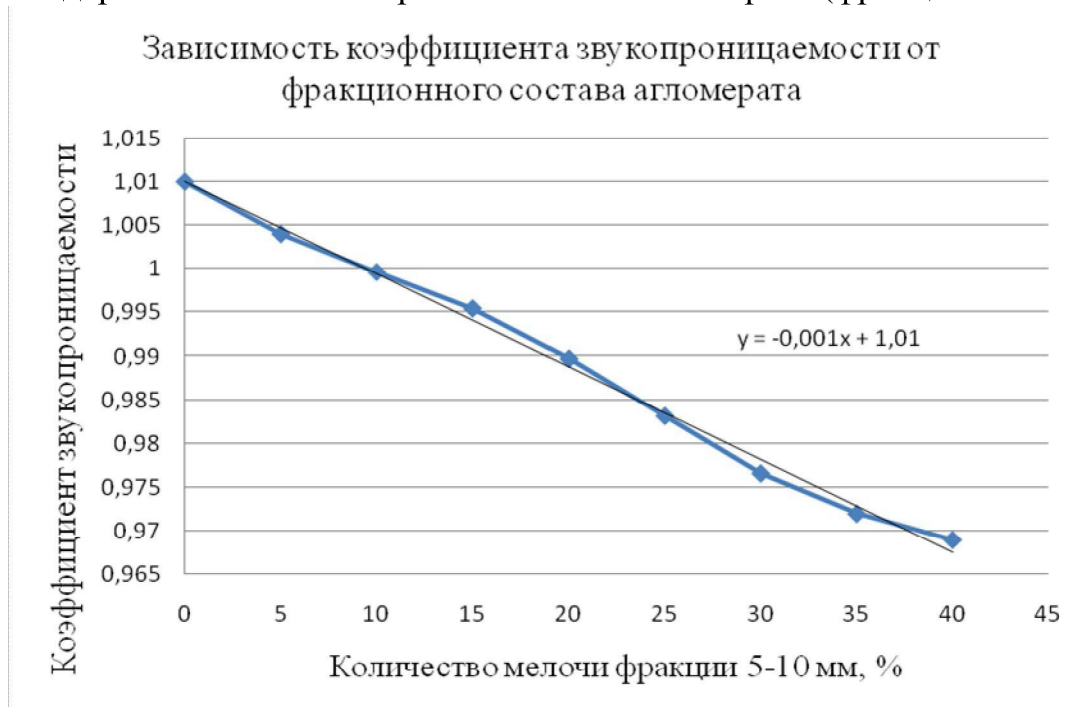


Рисунок 3 - Зависимость коэффициента звукопроницаемости от фракционного состава агломерата (фракции 5-10 мм)

Содержание фракции -5 мм значительно влияет на звукопроницаемость агломерата (рис. 2). Агломерат, не содержащий данную фракцию, имеет высокий коэффициент звукопроницаемости, однако повышение содержания фракции -5 мм, понижает его, вплоть до практически полной потери звукопроницаемости при 40% данной фракции.

Как видно из графика (рис. 3) содержание в агломерате фракции 5-10 мм практически не влияет на звукопроницаемость. При нулевом содержании данной фракции в агломерате коэффициент звукопроницаемости равен 1,01, а при содержании её 40 %, он равен 0,969.

Влияние фракционного состава антрацита на коэффициент звукопроницаемости показано в таблице 4.

Таблица 4 - Значения коэффициента звукопроницаемости антрацита

Фракционный состав антрацита	Коэффициент звукопроницаемости
Без отсева	1,0302
Фракция 25+ мм	1,0319
Фракции 25-50 мм	1,0329

Из таблицы следует, что наиболее оптимальным, по газодинамическим свойствам, является фракционный состав 25-50 мм. Однако изменение коэффициента незначительно, вследствие чего можно сделать вывод, что при выборе оптимального фракционного состава антрацита для загрузки в печь, нужно руководствоваться другими факторами.

Так же исследовалось влияние фракции -5 мм на газопроницаемость слоя антрацита. Результаты представлены на рисунке 4.

В результате видно, что повышение в антраците фракции -5 мм до 20% значительно ухудшает звукопроницаемость, а дальнейшее повышение практически не изменяет данный показатель. Это происходит вследствие большой разницы во фракционном составе антрацита. Если фракционный состав агломерата колеблется в пределах 0-25 мм, то у антрацита этот показатель приблизительно равен 0-150 мм.

Поскольку при производстве чугуна все материалы загружаются в доменную печь послойно, для оценки газопроницаемости шихтовых материалов в реальных условиях, были получены коэффициенты звукопроницаемости смесей: агломерат и уголь, агломерат и кокс, кокс и уголь (табл.5). При исследованиях применялся агломерат и кокс фракции свыше 10 мм.

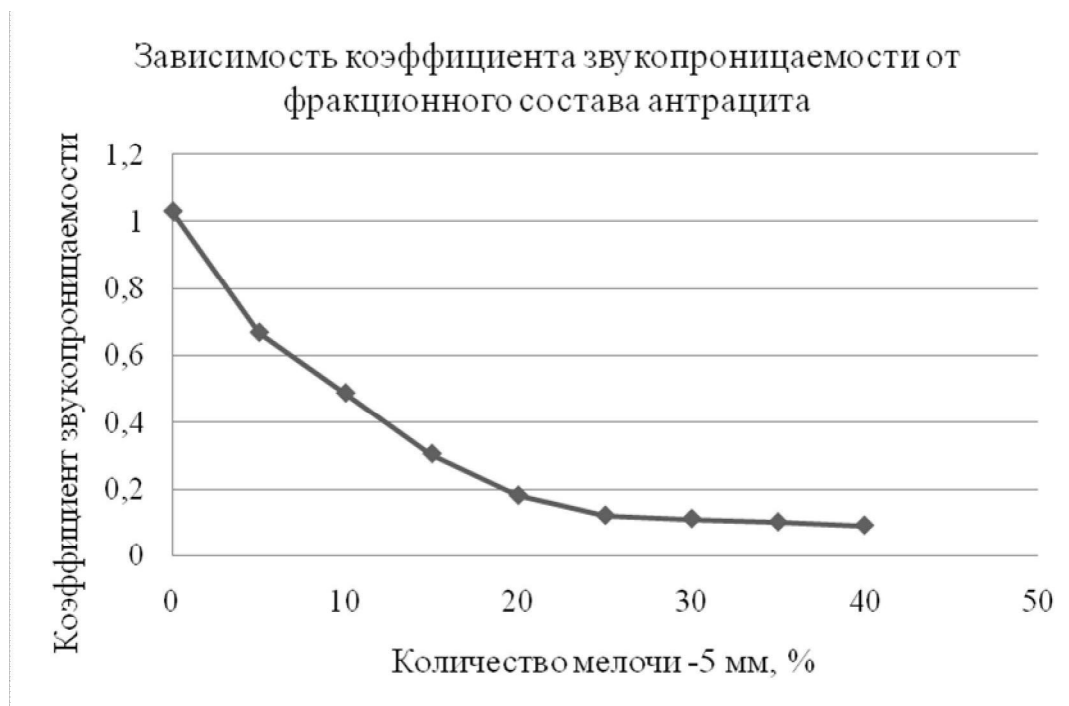


Рисунок 4 - Зависимость коэффициента газодинамической проницаемости от фракционного состава антрацита (фракции -5 мм)

Таблица 5 - Значения коэффициента звукопроницаемости в зависимости от состава смеси материалов

Смесь материалов	Фракционный состав угля, мм	Коэффициент звукопроницаемости
Агломерат и уголь	0-150	1,0007
	25-50	1,0011
Агломерат и кокс	-	1,0028
Кокс и уголь	0-150	1,0084
	25-50	1,005

Как видно из таблицы данные смеси материалов имеют практически одинаковую звукопроницаемость.

Наиболее высоким коэффициентом звукопроницаемости обладает смесь кокс и уголь, но такая смесь не желательна, так как антрацит в смеси с коксом резко снижает порозность слоя, поскольку отношение диаметров мелких к крупным частицам у чистого скипового кокса находится в пределах  $0,3 \div 0,5$ , а в смеси с антрацитом  $d_M/d_K=0,03$ .

Коэффициент звукопроницаемости слоя материалов при загрузке угля вместо кокса в смеси с агломератом ниже, нежели в смеси с коксом. Однако данная смесь более приемлема, потому что антрацит, имея

низкую механическую прочность, при перегрузках измельчается и его гранулометрический состав становится близок к гранулометрическому составу агломерата, в связи с этим смесь агломерата с углем является более однородной, нежели с коксом.

**Выводы и направления дальнейших исследований.** Получены зависимости звукопроницаемости материалов в зависимости от их фракционного состава. Представлены рекомендации по выбору оптимальной смеси материалов при замене кокса антрацитом. В дальнейшем предполагается применить полученные результаты для корректирования технологии ведения доменной печи, а также оптимизации системы загрузки угля, при замене им кокса.

*Приведены коэффициенты звукопроницаемости материалов аглодомного производства. Получены зависимости изменения звукопроницаемости агломерата и антрацита от их фракционного состава. Предложены рекомендации по выбору оптимальной смеси материалов при замене кокса антрацитом.*

*The coefficients of sound-transmitting of materials of aglo-blast-furnace production are resulted. Dependences of change of sound-transmitting of agglomerate and anthracite are got, from their factious composition. Recommendations on the choice of optimum mixture of materials at replacement of coke are offered by an anthracite.*

### **Библиографический список**

1. Hancock P. Optical analyser of a granulometric composition // *Engineering and Mining Journal*. 1978. - v. 179. - №9. -P.383.
2. А.с. 864063 СССР МКИ<sup>3</sup> G 01 n15/02. Устройство для определения гранулометрического состава зернистого материала. / Тарасов А.М., Полянский В.Б., Сарвазян А.П. и др. -№2548451/18-25; заявлено 24.11.77; опубл. 15.09.81, Бюл. №34.
3. А.с. 453626 СССР МКИ<sup>3</sup> G 01 n27/70. Способ гранулометрического анализа дисперсных материалов. / А.И. Царутян -1827975/26-25; заявлено 12.09.72; опубл. 15.12.74, Бюл. №46.
4. А.с. 448368 СССР МКИ<sup>3</sup> G 01 n15/02 G 22b 1/14, G 05d 27/02. Способ непрерывного контроля гранулометрического состава окатышей / Т.И.Гуленко, В.П. Медведев, Е.Н. Коваленко -№1730140/23-26; заявлено 27.12.71; опубл. 30.10.74, Бюл. №40.
5. United States Patent №4,843,894 USA, Measurement of sizes of falling particles / Hirokatsu Jashiro, Jiro Ohno Appl. №95,967, Filed: Sep. 14, 1987, Data of Patent Jul. 4, 1989.



6. Деклараційний патент України №64473А С 21В 7/24. Спосіб оцінювання газодинамічних властивостей шихтових матеріалів. Новохатський О.М., Литвинов Л.Ф., Михайлюк Г.Д., Димченко Є.М., Кузнецов О.М., Тищенко О.М., Саприкін М.М. Заявл.09.06.2003, опубл. 16.02.2004., Бюл. №2.

*Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Петрушовым С.Н.*