

УДК 666.94

## ВЛИЯНИЕ АССОРТИМЕНТА МЕЛЮЩИХ ТЕЛ НА КИНЕТИКУ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

**КЛИНКЕРА**

**Иньков Г.В.**

Научный руководитель: **Смаль Д.В.**

*БГТУ им. Шухова*

*Malvin0.tnt@mail.ru*

В данной статье рассмотрено определение взаимосвязей дисперсионного состава клинкерного порошка и затрат на его получение. Целью научно-исследовательской работы является, изучение влияния предварительного измельчения клинкера на процесс его тонкого измельчения. В статье ставится задача рассмотреть характеристики реакционных свойств материала. На основе анализа применение шаровых загрузок с минимальным объемом пустот позволяет увеличить производительность с сохранением и возможным увеличением качества цемента. Чтобы получить максимально большую производительность шаровой мельницы клинкера и максимально уменьшить расход электроэнергии, нужно изменять коэффициент заполнения и ассортимент загрузки шаровой мельницы мелющими телами. При проведении экспериментальной части обрабатывались различные режимы помола, т.е. с разными составами мелющих шаров. В качестве мелющих тел использованы стальные шары различных диаметров. Для анализа представлены образцы цемента, помолотые с шаровой загрузкой. Проанализировав полученные результаты, были выявлены следующие закономерности: повышение плотности упаковки способствует более тонкому измельчению загрузки.

**Ключевые слова:** Клинкер, цемент, проба.

## EVALUATION OF THE IMPACT OF A GRINDING LOAD ON THE KINETICS OF CRUSHING CEMENT

**Inkov G.V.**

This article describes the definition of the relationships of the dispersion composition of the clinker powder, and the cost of its receipt. The aim of the research work is the study of the effect of preliminary grinding of the clinker in the process of fine grinding. The article seeks to examine the characteristics of the reaction properties of the material. Based on the analysis of the use of ball downloads with minimal void volume allows you to increase productivity with the preservation and possible increase of the cement quality. To get the most performance ball mill of clinker and reduce energy consumption, you need to change the fill factor and the range of load of the ball mill grinding bodies. When carrying out the experimental part were worked out different modes of grinding, i.e. with different grinding balls. As

---

grinding media used steel balls of different diameters. For analysis the samples of cement ground with ball download. After analyzing the results has revealed the following patterns: improving packing density contributes to a more finer grind download.

**Keywords:** Clinker, cement, alloy.

Одной из задач при помоле клинкера является определение взаимосвязей дисперсионного состава клинкерного порошка и затрат на его получение [1]. Для наиболее лучших характеристик реакционных свойств материала нужно повысить удельную поверхность способствующую ускорению гидратации частиц цемента и обуславливающую на проявление новых свойств материала, ранее недоступных без тонкого измельчения клинкера [2]. Чтобы получить максимально большую производительность шаровой мельницы клинкера и максимально уменьшить расход электроэнергии, нужно изменять коэффициент заполнения и ассортимент загрузки шаровой мельницы мелющими телами [3].

Целью научно-исследовательской работы является, изучение влияния предварительного измельчения клинкера на процесс его тонкого измельчения.

С этой целью проводили следующие работы: пробу клинкера усредняют квартованием и взвешивают навеску 100 гр на технических весах. Таким образом, подготовили 5 проб, которые измельчали при различных шаровых загрузках. Навеску клинкера массой 100 гр. помещаем в керамическую мельницу объемом 1 литра.

Затем подбираем шаровые загрузки. Взвешиваем на весах шары.

Для помола клинкера завода Себряковцемент использовались следующие составы загрузок:

- №1: шары  $\varnothing 20$  (40%) -  $\varnothing 40$ (60%) 800г/1200г.
- №2: шары  $\varnothing 20$  (60%) -  $\varnothing 40$ (40%) 1200г /800г.
- №3: шары  $\varnothing 40$  мм(74%) -  $\varnothing 17$  мм(26%)1480-520г.



*Рисунок 1*

Помещаем шары первой мелющей загрузки в мельницу, закрываем крышку и ставим на валку на 10 мин. Через каждые 10 мин проводим измерения по удельной поверхности и остатка на ситах.

При проведении экспериментальной части обрабатывались различные режимы помола, т.е. с разными составами мелющих шаров.

В работе исследовали клинкера Себряковского завода. Далее БЦЗ и СЦЗ соответственно.

В качестве мелющих тел использованы стальные шары размерами;  $\varnothing 40$ ,  $\varnothing 25$ ,  $\varnothing 20$ ,  $\varnothing 17$ ,  $\varnothing 10$  мм (см.выше).

Таблица 1. Остатки на сите ( $R_{008}$ , %) БЦЗ

Время помола, мин	Состав мелющей загрузки							
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
	1200г $\varnothing 40$ 800г $\varnothing 20$ 60%/40%	1200г $\varnothing 20$ 800г $\varnothing 40$ 40%/60%	1000г $\varnothing 40$ 1000г $\varnothing 40$ 50%/50%	2000г $\varnothing 40$ 100%	2000г $\varnothing 20$ 100%	<b>1480г <math>\varnothing 40</math></b> <b>74%</b> <b>26%</b>	1700г $\varnothing 40$ 300г $\varnothing 10$ 85%/15%	1240г $\varnothing 40$ 800г $\varnothing 25$ 60%/40%
10	25	22	24,8	31	21,8	<b>26</b>	23,6	28
20	26,8	21,4	22,2	25	15	<b>24,2</b>	31,4	27,2
30	14,8	8,4	9	24	5,2	<b>12,4</b>	22,6	14
40	8	4	5	18,4	3	-	-	8,2
50	-	-	-	13,2	2,6	-	-	-
60	-	-	-	10	-	-	-	-

Таблица 2. Влияние ассортимента шаровой загрузки на удельную поверхность цемента (СЦЗ)

Время помола, мин	Удельная поверхность $S$ , м <sup>2</sup> /кг		
	Состав мелющей загрузки		
	№1	№2	№3
	1200г $\varnothing 40$ 800г $\varnothing 20$ 60%/40%	<b>1480г <math>\varnothing 40</math></b> <b>520г <math>\varnothing 20</math></b> <b>74%/26%</b>	1200г $\varnothing 20$ 800г $\varnothing 40$ 40%/60%
10	146	<b>150</b>	96
20	193	<b>230</b>	171
30	254	<b>297</b>	250
40	317	-	315

Наилучшая размалываемость 297 м<sup>2</sup>/кг клинкера СЦЗ достигается при 30 минутах при шаровой загрузке  $\varnothing 40$  мм(76%) -  $\varnothing 17$  мм(26%). Проба этого состава в начале времени от 0 до 20 мин., имеет преимущества по набору значения удельной поверхности.

Таблица 3. Остатки на сите ( $R_{008}$ , %) СЦЗ

Время помола, мин	Состав мелющей загрузки		
	№1	№2	№3
	1200г $\varnothing 40$ 800г $\varnothing 20$ 60%/40%	<b>1480г <math>\varnothing 40</math></b> <b>520г <math>\varnothing 20</math></b> <b>74%/26%</b>	1200г $\varnothing 20$ 800г $\varnothing 40$ 40%/60%
10	22,2	<b>15,6</b>	7,6
20	22	<b>23,8</b>	17,6

30	17,6	19,2	4,0
40	9,4	10,2	2,5

(Черным цветом выделены пробы для гранулометрии). Шаровая загрузка  $\varnothing 20$  мм (100%) обеспечила самые низкие остатки на сите № 02 (24 %) из всех сравниваемых составов шаровых загрузок. Самое низкое значение остатка на сите № 02 показала загрузка с размером шара 40 мм.

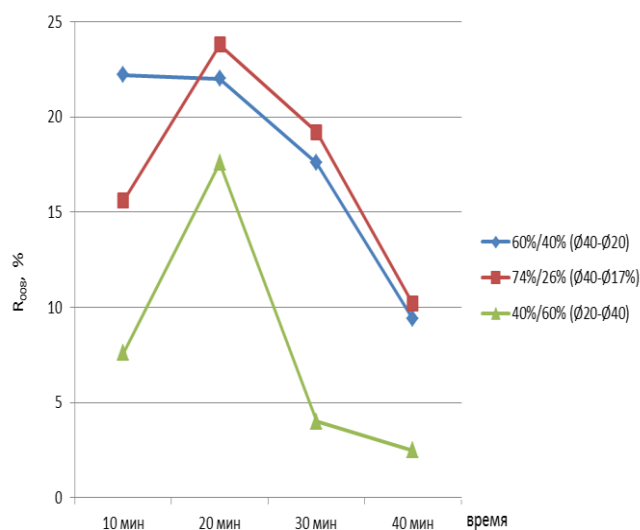


Рисунок 2. Зависимость остатка на сите №002 от состава загрузки (БЦЗ).

При длительности помола 30 мин, для состава  $\varnothing 40$  мм, размалывает клинкер как минимум на 38% хуже, чем показал себя состав  $\varnothing 20$  ( $R_{002}$ %).

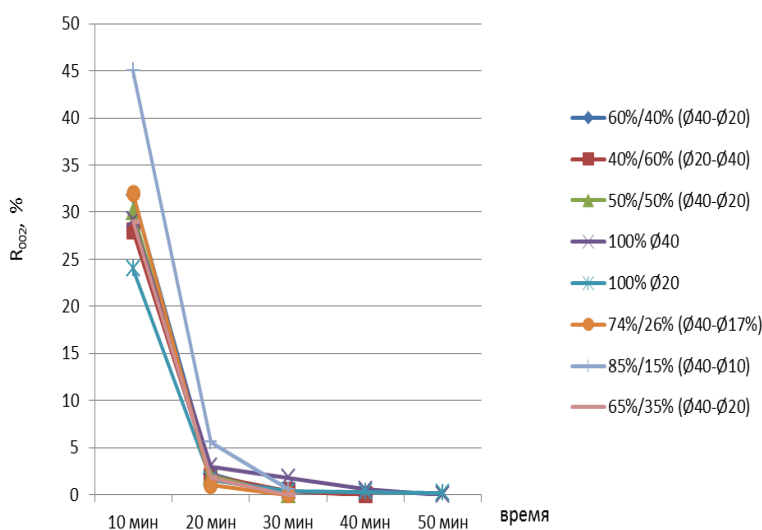


Рисунок 3. Зависимость остатка на сите №008 от состава загрузки (БЦЗ).

Зависимости, представленные на рис. 4 показывают, что мелющая загрузка  $\varnothing 40$  мм(100%) представляет чуть более низкие результаты, состав  $\varnothing 20$  мм(100%) показал минимальный остаток на

сите ( $R_{008\%}$ ). Остальные составы обеспечили средние значения остатков на сите  $R_{008\%}$ . При отработке состава загрузки  $\varnothing 40 - (2000\text{гр})$  после 10 минут и последующие 20 минут наблюдался крупнодисперсный порошок, в котором присутствовали не помолотые частички клинкера, после 30 минут помола происходило незначительное налипание на стенки мельницы. На других режимах это происходило после 20 минут, мелющие тела при этом оставались незначительно налипшим цементом.

О налипании на стенки мельницы можно было судить по характерному шуму от работы мелющих тел. Он бы характерного приглушенного тона. При составе загрузки  $\varnothing 40(1200\text{гр}) - \varnothing 20(800\text{гр})$  не помолотые частицы клинкера доизмельчались быстрее, чем в остальных.

Шаровая загрузка 60%/40% ( $\varnothing 40-\varnothing 20$ ) выявила минимальные значения остатков на сите  $R_{002, \%}$ , по сравнению с загрузкой 74%/26% ( $\varnothing 40-\varnothing 17\%$ ).

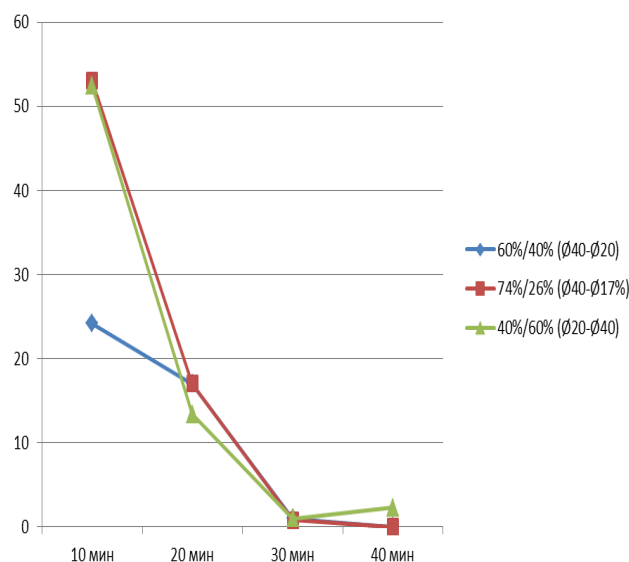


Рисунок 4. Зависимость остатка на сите №008 от состава загрузки (СЦЗ).

Загрузка 40 %/60 % ( $\varnothing 20-\varnothing 40$ ), обеспечила самые низкие остатки на сите № 008, из всех сравниваемых составов шаровых загрузок.

Мелющая загрузка 74 %/ 26% ( $\varnothing 40-\varnothing 17\%$ ), показала худшие значения.

В цементе Себряковского завода данный график чуть уже, что свидетельствует о более узкой величине крупности.

Широкий гранулометрический состав предпочтительней, поскольку в процессе роста прочности основную роль играет фракция зерен от 3 до 30 мкм. Зерна размера менее 5 мкм способствуют повышению прочности лишь в первые дни после начала затворения, но прочность в более длительные сроки сравнительно невысока. Фракции размера 60 мкм почти не влияет на прочность цемента. Прочность на сжатие через 2 суток

обусловлена наличием зерен около 6 мкм, через неделю – наличием зерен менее 25 мкм, а через 28 суток – наличием зерен менее 30 мкм.

Для анализа представлены образцы цемента, помолотые с шаровой загрузкой соотношением **1480г -  $\phi$ 40, 520г -  $\phi$ 20 (74%/26%)**.

### **Выводы**

Проанализировав полученные результаты, были выявлены следующие закономерности:

1. В ходе проделанных экспериментов наиболее подходящими для помола является ассортимент мелющих тел в соотношении  $\phi$ 40 – 1200 г,  $\phi$ 20 – 800 гр и  $\phi$ 20 – 1200 гр,  $\phi$ 40 – 800 г.
2. Применение шаровых загрузок с минимальным объемом пустот позволяет увеличить производительность с сохранением и возможным увеличением качества цемента.
3. Вероятнее всего, повышение плотности упаковки способствует более тонкому измельчению загрузки  $\phi$ 20, обеспечивающие самые низкие значения на сите ( $R_{008\%}$ ).

### **Список литературы**

1. Ходаков В.В. / Тонкое Измельчение материалов в строительной промышленности. – Москва, 1972. –183 с
  2. Дешко Ю.И. Крыхтин Г.С. Креймер М.Б / Измельчение материалов в цементной промышленности. – Москва, 1966. – 144 с.
  3. Технология ремонта химического оборудования (1981) Chem 21 info /info/Справочник химика, износ мелющих тел 2007. – 23 с.
-