



# ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Научный руководитель – Боярских Г.А.  
Авторы – Паньков С.А., Чуркин В.А.



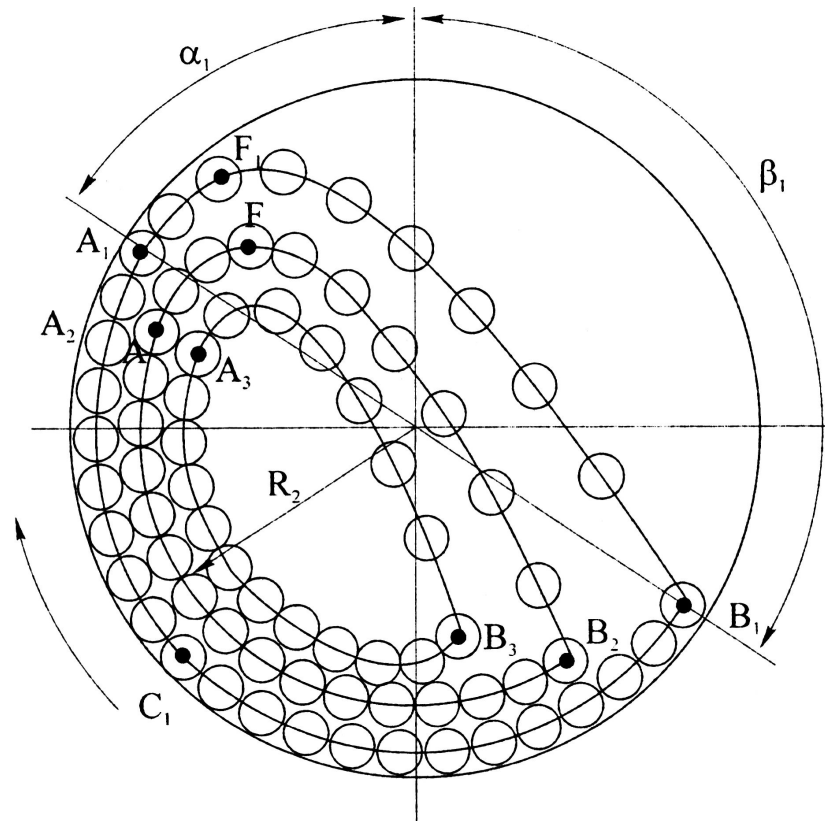
# Направления интенсификации

- повышение производительности по руде
- повышение производительности по готовому классу
- снижение энергоемкости процессов измельчения
- повышение надежности измельчительного оборудования

# Недостатки шаровых мельниц

- большой удельный расход энергии
- вследствие соударения шаров происходит их быстрое разрушение, в результате чего требуется их регулярное пополнение, что резко увеличивает эксплуатационные расходы
- деформированные шары в виду ухудшения мелющих свойств не обеспечивают регламентированной производительности шаровой мельницы

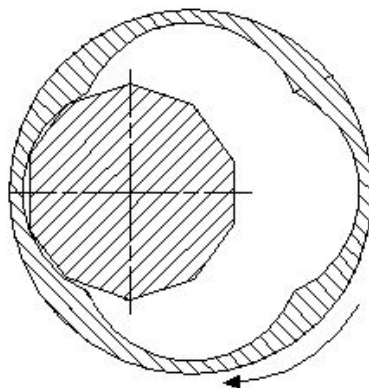
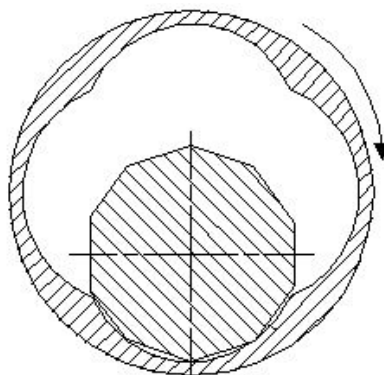
# Контур шаровой загрузки при водопадном режиме работы



# Предлагаемые нововведения

- заменить стержни другими, меньшими по количеству, но большими по диаметру
- снабдить внутреннюю поверхность барабана продольными гребнями, в выступах между которыми стержни мог бы подниматься на больший угол
- снабдить поверхность стержней футеровкой, которая за счет малой площади контакта с материалом обеспечивала бы большие напряжения

# Движение внутреннего барабана в мельнице



# Вид испытательного стенда перед началом эксперимента



# Экспериментальный стержень





# Лабораторная мельница



# П. А. Ребиндер

- Работа, затрачиваемая на измельчение, в общем случае является суммой двух энергий.
- $A = \sigma\Delta S + K\Delta V$
- При крупном дроблении
$$\sigma\Delta S \ll K\Delta V$$
$$A \sim V$$
- При мелком дроблении
$$\sigma\Delta S \gg K\Delta V$$
$$A \sim S$$

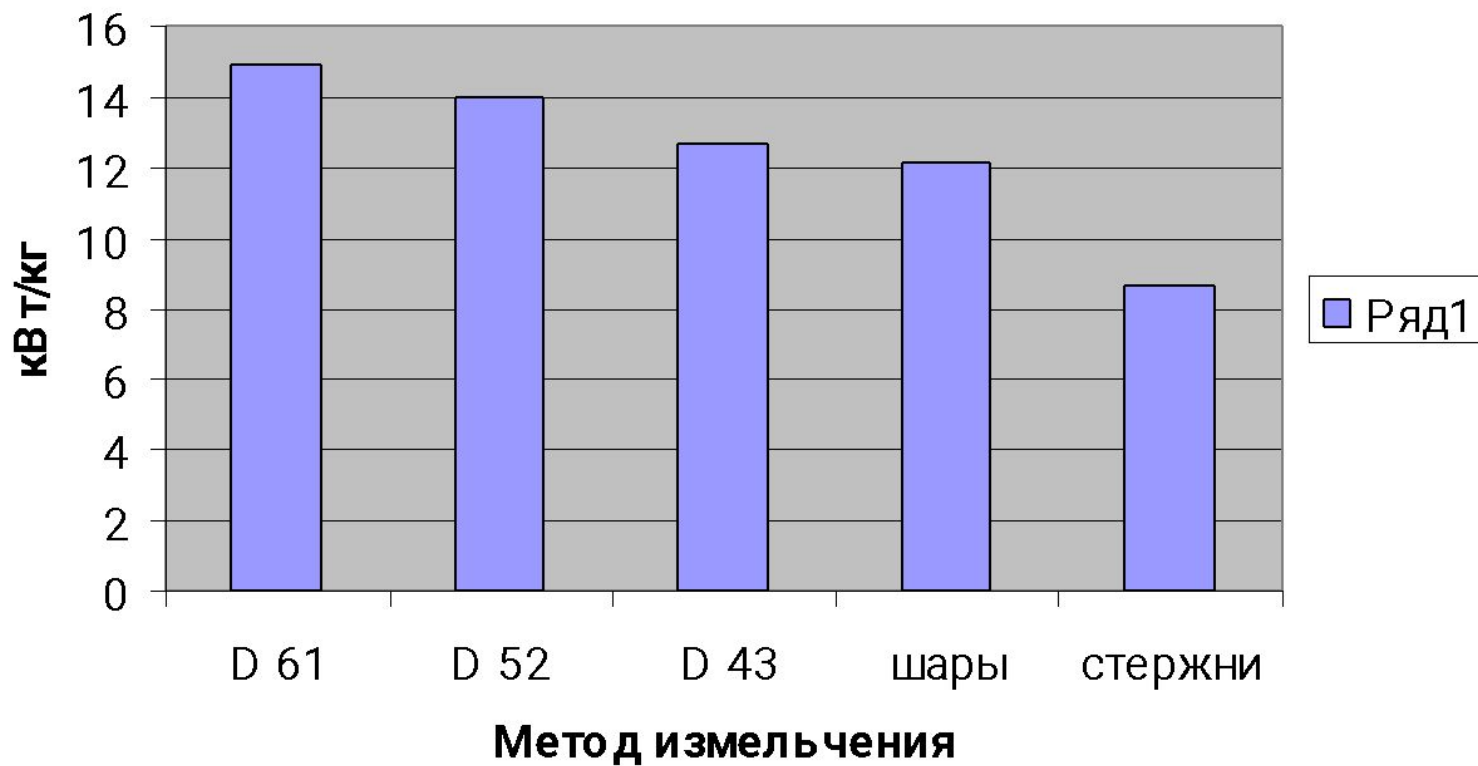
# Величина энергозатрат при различных методах измельчения



| Метод измельчения                   | Стержень D 61 | Стержень D 52 | Стержень D 43 | шары   | стержни |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------|---------|
| Удельная мощность, кВт/т, $10^{-3}$ | 0,6813        | 0,862         | 1,21          | 0,6765 | 0,52    |



# Масса заявленного класса, полученная различными методами

| Время, мин | Стержень<br>D 61 | Стержень<br>D 52 | Стержень<br>D 43 | шары  | стержни |
|------------|------------------|------------------|------------------|-------|---------|
| 15         | 0,654            | 0,672            | 0,528            | 0,82  | 0,983   |
| 30         | 0,74             | 0,758            | 0,834            | 0,635 | 1,231   |
| 45         | 0,778            | 0,816            | 0,942            | 1,16  | 1,566   |
| 60         | 0,77             | 0,856            | 0,968            | 1,198 | 1,6     |
| Сумма, кг  | 2,942            | 3,102            | 3,272            | 3,813 | 5,38    |

## Энергоемкость измельчения



- 
- 
- Уменьшение подводимой энергии для разрушения материала определенного размера с обеспечением качества и количества готового продукта ведет к повышению эффективности процесса

- 
- 
- Машины вспомогательной технологии, не участвующие непосредственно в измельчения, способствуют интенсификации процесса.