

**Сплавы, производства компании Lastek, для  
технического обслуживания и ремонта  
оборудования, используемого на цементном заводе**

## Введение

В процессе производства цемента, проблемой «Номер 1» департамента, занимающегося обслуживанием оборудования, является износостойкость оборудования.

Компания Lastek предлагает Вашему вниманию современные сварочные технологии и сплавы, предотвращающие и уменьшающие износ. Научно-исследовательский отдел компании занимается разработкой специальных сплавов по запросу департаментов ведущих мировых компаний-производителей цемента, которые занимаются обслуживанием промышленного оборудования.

Для облегчения понимания сути проблемы, мы условно разделили процесс производства цемента на 4 этапа:

1. Карьерные работы, транспортировка и работы по погрузке-разгрузке сырьевых материалов.
2. Обработка сырьевых материалов.
3. Клинкeroобразование.
4. Заключительная обработка и расфасовка цемента.

Несомненно, производство цемента является более сложным технологическим процессом, подход к которому может отличаться на различных заводах. В связи с чем, не существует универсальной документации по производству цемента. Данная документация подлежит постоянному уточнению и дополнению равно как с помощью, так и во благо обслуживающего персонала цементных заводов.

## **Оглавление**

### **1. Карьерные работы, транспортировка и работы по погрузке – разгрузке сырьевых материалов**

- 1.1. Землеройные машины
- 1.2. Грузовые машины
- 1.3. Оборудование для дробления

- 1.3.1. Роликовые дробилки
- 1.3.2. Щековые дробилки
- 1.3.3. Молотковые дробилки
- 1.3.4. Ударные дробилки
- 1.3.5. Жираторные дробилки
- 1.3.6. Конические дробилки

- 1.4. Грузоподъемники
- 1.5. Краны

### **2. Обработка сырьевых материалов**

- 2.1. Шнеки
- 2.2. Шаровая мельница

### **3. Клинкeroобразование**

- 3.1. Вентилятор
- 3.2. Мельница для клинкера
- 3.3. Вращающаяся печь для обжига цемента
  - 3.3.1. Подставка под пошипники
  - 3.3.2. Кольца печи
- 3.4. Ленточный конвейер

### **4. Заключительная обработка и расфасовка цемента**

- 4.1. Расфасовка цемента
- 4.2. Мельница для помола гипса
- 4.3. Цементная мельница

# **1. КАРЬЕРНЫЕ РАБОТЫ, ТРАНСПОРТИРОВКА И РАБОТЫ ПО ПОГРУЗКЕ-РАЗГРУЗКЕ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ.**

Известковый карьер

Грузовые машины 1.2

Землеройные машины  
1.1.

Дробилка вторичного дробления 1.3.

Вибрационное сито

Хранение известняковой породы и других сырьевых материалов

Дробилка первичного дробления  
1.3.

Грузоподъемник  
1.4.

## Введение:

Цемент является гидравлическим мелкозернистым порошковидным вяжущим веществом. За счет гидравлического эффекта цемент вступает реакцию с водой.

Цемент получают посредством перемола и тщательного размешивания следующих компонентов: клинкер, печной шлак, зольная пыль и сульфат кальция. Постоянными компонентами цемента являются клинкер и сульфат кальция.

В связи с тем, что основные составляющие компоненты цемента, за исключением сульфата кальция ( $\text{CaSO}_4$ ), являются оксидами, а 65% оксидов клинкера получаются из извести, большинство цементных заводов были построены вблизи известняковых карьеров и залежей туффа.

Характеристики известковой породы, процентное содержание карбоната кальция, жесткость и содержание воды, способ получения и описание производственного процесса («влажный» или «сухой») приведены в разделе 2.

Добыча твердой известняковой породы из карьера осуществляется посредством взрывчатых веществ и механических ковшей (транспортировка производится с помощью самосвалов). Добыча мягкой известняковой породы осуществляется посредством экскаваторов (транспортировка осуществляется с помощью ленточного конвейера).

Дробление известняковой породы производится при помощи ряда дробилок. Измельченная известняковая порода высушивается и сберегается вблизи других измельченных химреактивов, в состав которых входит кремний и алюминий (аналогично глине и сланцу).

Дробление сырьевых материалов состоит из двух этапов:

- 1) первичное дробление;
- 2) измельчение посредством вторичной дробилки.

## 1.1. Землеройные машины

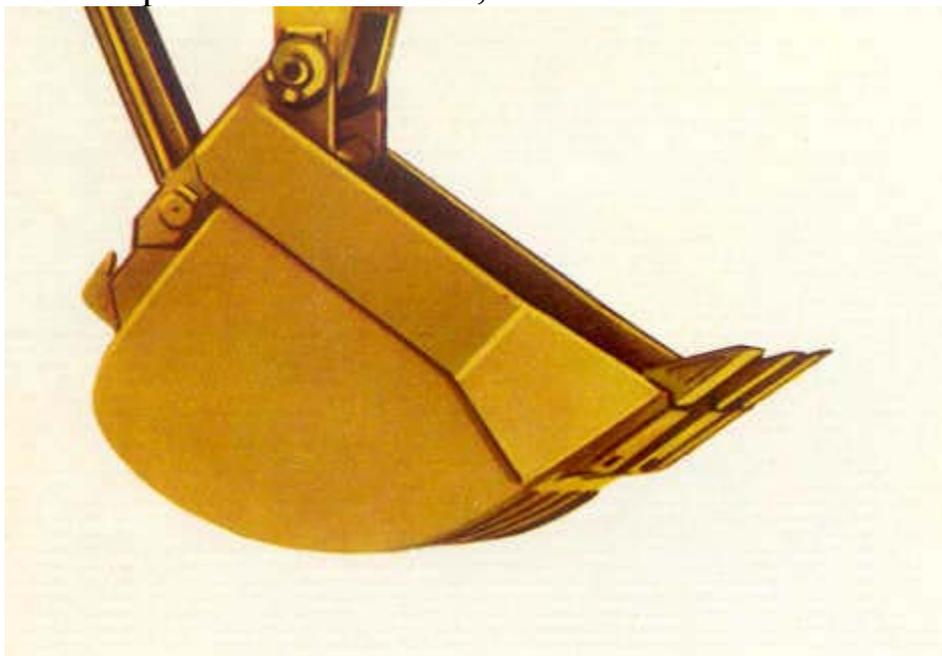
### *Зубья*

Наплавка зубьев осуществляется с помощью электрода Lastek 27, или электрода Lastek 2400, в зависимости от степени абразивного износа. В случае чисто абразивного износа: Расположите электрод Lastek 2400 поперек направления износа. В случае тяжелой ударной нагрузки: Расположите электрод Lastek 27 вдоль направления износа. Перед наплавкой новых зубьев, предварительно удалите острые концы.

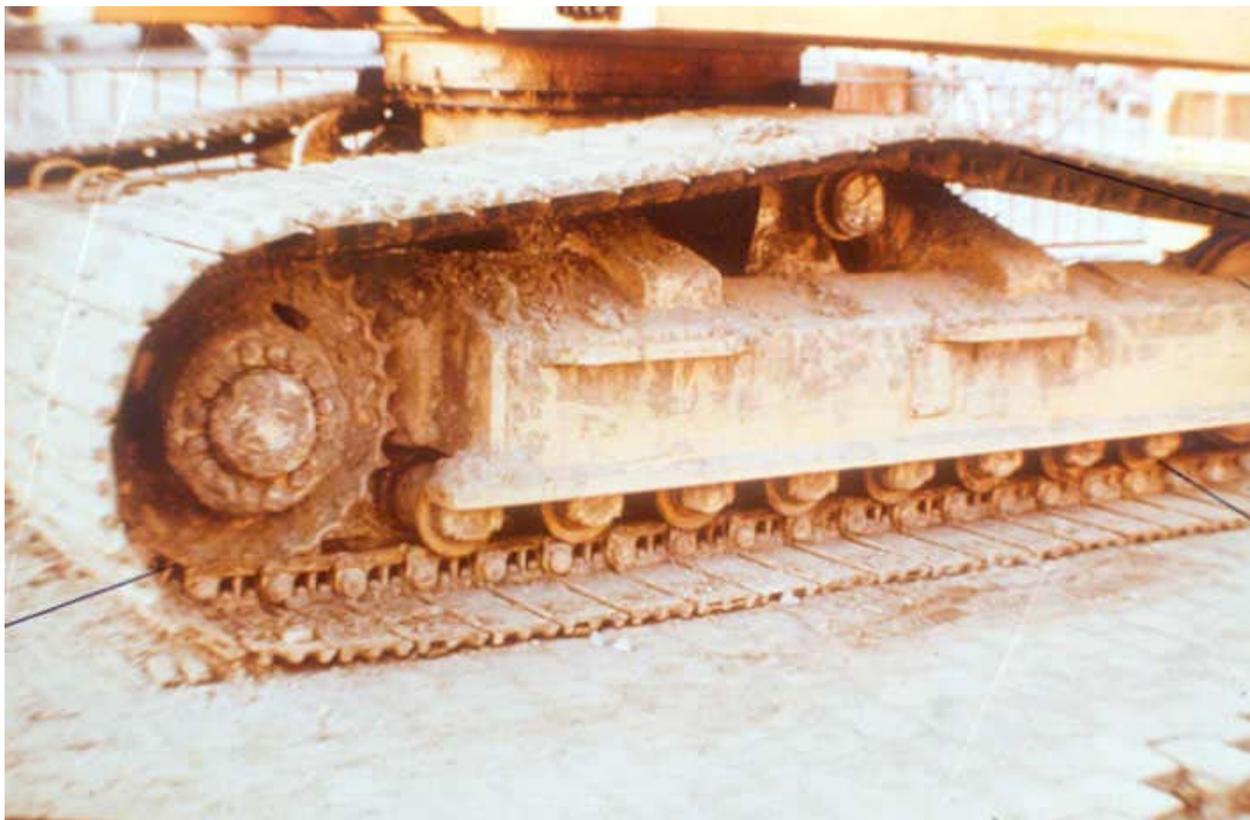


Для защиты кромок, между зубьев, посредством электрода Lastek 210E, наносят слой износа (на основе карбида кремния).

Изношенные детали ковша отрезаются (Lastek 1000 или Lastek 1900) и сварка новых плит производится с помощью электродов, характеризующихся высоким пределом прочности, таких как Lastek 10015 (для стали T1) или Lastek 85 или Lastek 90 (для низколегированных сплавов, плит из изностойкой стали).



## *Гусеничная передача землеройной машины*



Износ вследствие трения сталь к стали:

- ролики гусеничной передачи
- шестерня гусеничной передачи.

Оптимальный режим достигается при использовании двух различных сплавов для нанесения твердосплавного покрытия:

- Lastek 25 – при твердости 30 Rc, поддающийся механической обработке, односторонний
- Lastek 27 – при твердости 60 Rc, для достижения наилучших показателей износостойкости сопряженной детали.

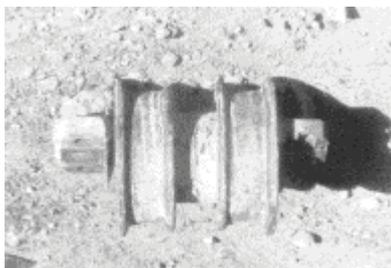
Оба сплава отличаются сопротивлением абразивному изнашиванию и ударным нагрузкам. Причем наплавленный металл характеризуется трещиностойкостью, даже после нанесения нескольких слоев.

Может быть использована как порошковая электродная проволока (Lastifil 250G) (или тверже), так и ударопрочная проволока (Lastifil 239GM).

### *Верхние и нижние ролики (1)*

Наплавка данных роликов осуществляется с помощью Lastek 25, или посредством нанесения одного или двух базовых слоев с помощью Lastek 27 и Lastek 25.

Комбинация вышеприведенных электродов позволяет получить деталь, поддающуюся механической обработке и характеризующуюся улучшенным сопротивлением износу (вследствие двухслойной наплавки с помощью Lastek 27).



Некоторые ролики изготавливаются из упрочненной стали. Долговечность данных роликов можно обеспечить наплавкой твердых трещиностойких сплавов с помощью Lastek 807 или Lastek 9066.

При наплавке роликов сварочный электрод должен быть расположен горизонтально, а ролик вращаться в вертикальной плоскости. Наплавка поверхности ролика производится поперечными колебаниями электрода (так называемое **движение качания**). Наплавленный слой достаточно тонкий и ровный.

### *Ведущее колесо (2)*



Ведущее колесо гусеничной передачи обычно изготавливают из углеродных или низколегированных сплавов. Отслоившиеся или поврежденные слои удаляются с поверхности ведущего колеса при помощи Lastek 1900. При значительном износе, предварительно наплавливают подслои электродом Lastek 90, а

затем наносят верхний износостойкий слой при помощи электрода Lastek 25. По желанию заказчика, может быть произведена механическая обработка электрода Lastek 25.

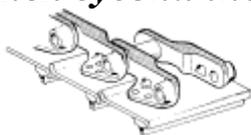
### ***Шестерня гусеничной передачи (3)***



В зависимости от типа гусеничной передачи, износ поверхности может наблюдаться в центральной части или на боковых сторонах шестеренок гусеничной передачи.

При значительном износе, наплавка поверхности осуществляется при помощи электрода Lastek 25 (или сварочной проволоки Lastifil 350GM) с подслоем, наплавленным электродом Lastek 807 (или подслоем из Lastifil 8070).

### ***Звенья гусеничной ленты***



Звенья гусеничной ленты (траки) изготавливаются из упрочненной или низколегированной стали.

Наплавка подслоя производится посредством электрода Lastek 807. Обработка поверхности осуществляется электродом Lastek 27.

Наплавка вала ведущего колеса осуществляется электродом Lastek 27.

Изношенные звенья на внешней стороне гусеничной ленты (для обеспечения наилучшего сцепления с грунтом) обрабатываются следующим образом:

- V- скос изношенного звена гусеничной ленты + нового стального звена (сталь  $\pm 60 \text{ кг/мм}^2$ )

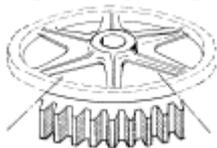


- сварка звеньев электродом Lastek 8000
- наплавка внешних звеньев гусеничной ленты осуществляется посредством электрода Lastek 25 (сварочной проволоки Lastifil 350GM) (для работы на скалистом грунте) или электрода Lastek 2400 (сварочной проволоки Lastifil 2400G) (для работы на более мягком грунте).

Высота гусеничного трака зависит от вида рабочего грунта:

- скалистый грунт: низкое расположение роликов
- грязный грунт: более высокие звенья гусеничной цепи.

Износу также подвержены механические части ковша, канатно-скребковые экскаваторы, краны, фронтальные погрузчики (например, приводной механизм кабины водителя).



Наплавка зубьев приводной шестерни (предварительно выдержанных в 200°C -300°C пламени пропана) осуществляется при помощи электрода Lastek 25.

Наплавка роликов кабины водителя осуществляется при помощи электрода Lastek 807 и электрода Lastek 25.

## **1.2. Транспортировка – Самосвалы**

Кузов самосвала, используемого для карьерных работ, подвержен значительному абразивному износу и громадным ударным нагрузкам.



Наплавка защитного покрытия на нижнюю панель кузова производится электродом Lastek 27 или электродом Lastek 2400. В случае значительного износа панели, удалите изношенные детали электродом Lastek 1000 или электродом Lastek 1900, и восстановите несущую панель кузова электродом Lastek 20.

### **1.3. Дробилки**

В данном параграфе описаны различные виды дробилок, используемых в цементной промышленности.

Во избежание многозначности толкования, в данном документе взята за основу классификация Вольтера Дуда («Симент Дейте Бук»).

- Роликовые дробилки
- Щёковые дробилки
- Молотковые дробилки
- Ударные дробилки

- Конусные дробилки
- Конические дробилки

### **1.3.1.Роликовые дробилки**

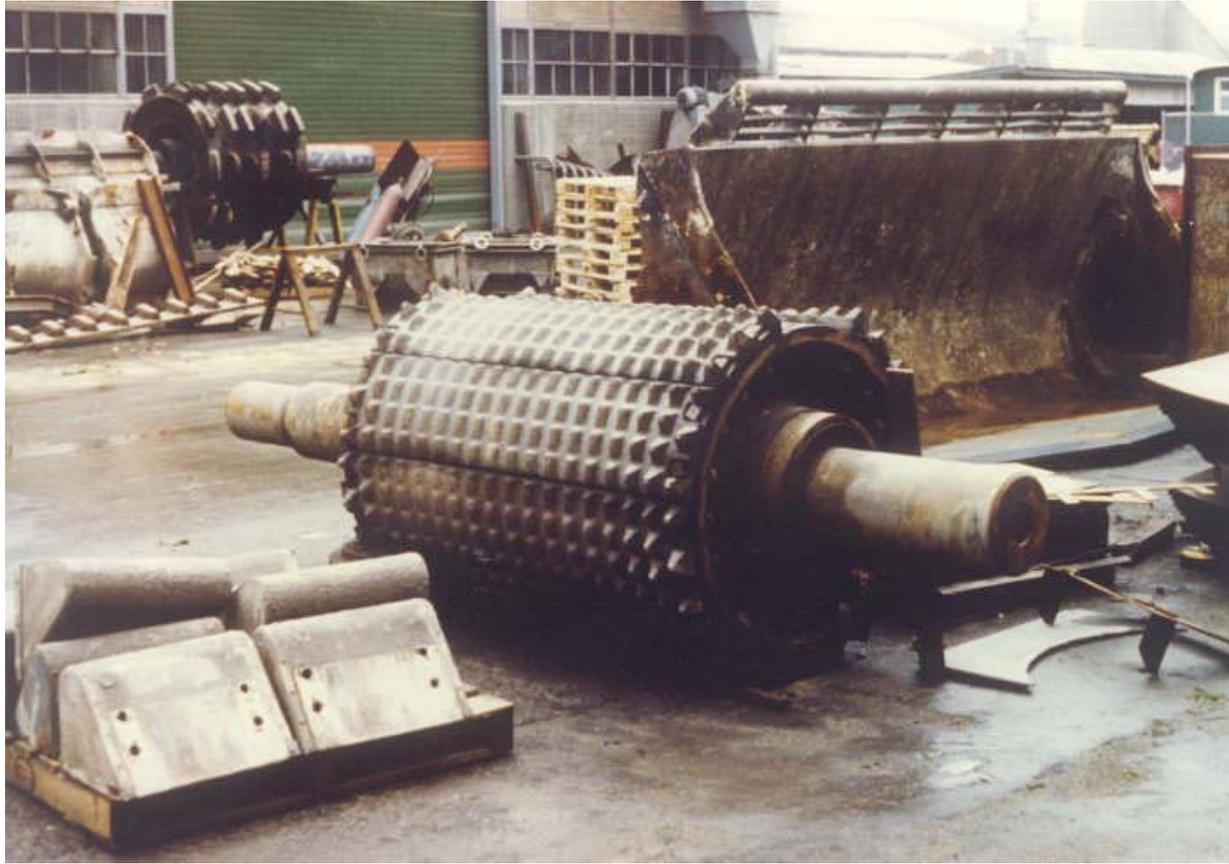
Принцип действия роликовых дробилок основан на пропуске материала между двумя вращающимися роликами, которые измельчают его давлением.

В зависимости от материала, который подлежит измельчению, поверхность роликов либо выравнивают, либо рифлят, либо шлифуют.

В зависимости от твердости материала, ребра дробилки располагаются либо параллельно, либо перпендикулярно оси ролика.

На нижеприведенном рисунке изображены две возможные модификации роликовой дробилки:

- с зубьями на цилиндрическом сегменте (на переднем плане)
- со съемными дробящими плитами (на заднем плане).



Дробилка с зубьями на цилиндрическом сегменте используется в качестве первичной дробилки. Дробилка, изображенная на заднем плане вышеприведенного рисунка, используется в качестве вторичной дробилки.

Первичная дробилка состоит из двух роликов с 6 цилиндрическими сегментами и 11 несъемными зубьями. Компенсация износа зубьев возможна за счет уменьшения расстояния между роликами. Зубья в центре сегмента изнашиваются быстрее, нежели зубья на внешних концах сегмента. Восстановление изношенных участков зубьев в центре цилиндрического сегмента производится во время остановки работы дробилки (без разборки дробилки).

В обслуживающих сварочных аппаратах используются блоки из литой стали, предварительно обработанные и наплавленные при помощи электрода Lastek 27 или электрода Lastek 2027. Данные блоки присоединяются к изношенным зубьям посредством электрода Lastek 807 или сварочной проволоки Lastifil 807.



Данная технология позволяет сократить время производственного процесса, избежать разбора роликов до износа внешних зубьев, а также продлить срок службы зубьев дробилки.

При полном износе обоих роликов дробилки, производится замена или ремонт сегментов дробилки. Для восстановления поверхности изношенных зубьев, на них размещают и закрепляют при помощи болтов пресс-форму, состоящую из двух длинных и двух коротких медных пластин. Затем производят наплавку данной пресс-формы посредством Lastek 8071.

Вторичная роликовая дробилка, используемая для перемола малых фрагментов породы, также снабжена двумя парными роликами. Ролики соприкасаются со съемными пластинами, на которых расположены 4 ряда зубьев (по 16 зубьев в каждом).

Как Вы можете видеть на нижеприведенном рисунке:

- 1) Данные пластины имеют слегка искривленную форму, что облегчает их фиксацию на роликах.
- 2) Фиксация пластин осуществляется при помощи паза.
- 3) Пластины подвержены значительным нагрузкам.



s

При значительном износе данные пластины подлежат замене.

Компания Lastek провела несколько тестовых испытаний по восстановлению данных пластин. Прежде всего, необходимо контролировать количество подводимого тепла. Для компенсации напряжения усадки сварочного материала и избежания деформации, для нижних сторон пластины используют сварочные валики.

### **1.3.2. Щечная дробилка**

Щечная дробилка является наиболее широкоиспользуемым типом дробилки в цементной промышленности (зачастую, в качестве первичной дробилки).

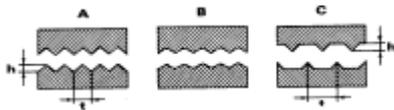
Уменьшение размеров поврежденного материала осуществляется посредством размещения между двумя щеками дробилки:

- фиксированной щеки
- подвижной щеки.



s

Щеки дробилки состоят из двух сплошных рифленых стальных блоков. На нижеприведенном рисунке изображены 3 возможных варианта конструктивного расположения ребер.



При измельчении твердой, полутвердой и хрупкой породы, рифленых бронеплит используется конструктивное решение А. Угол между рабочими поверхностями ребер дробилки составляет  $90^\circ - 110^\circ$ . При измельчении более крупного твердого щебня, используется конструктивное расположение ребер В; угол между ребрами должен составлять  $100^\circ - 110^\circ$ . При измельчении очень твердых горных пород, плит, используется конструктивное расположение ребер С.

Наиболее оптимальное соотношение между шириной и высотой дробилки составляет:

$t \sim 2a3xh$  для конструктивного решения А

$t \sim 4a5xh$  для конструктивного решения С

В зависимости от габаритов измельчаемого материала, ширина ребер щековой дробилки, используемой в качестве первичной дробилки, составляет 50 – 150 мм. Ширина ребер щековой дробилки, используемой для вторичного дробления, составляет 10 – 40 мм.

Для измельчения известняковой породы используются так называемые «супер высокие ребра». (см. нижеприведенный рисунок) Высота каждого третьего или четвертого ребра значительно превышает высоту стандартных ребер (с целью предотвращения образования пластинчатых или иглообразных частиц перемалываемого материала).



Нижняя часть фиксированной щеки более подвержена износу, нежели нижняя часть подвижной щеки.

Строение вкладыша для дробилки позволяет поворачивать вкладыш на угол более 180°, тем самым, перемещая его изношенную часть и повышая его срок службы. Срок службы вкладыша для дробилки составляет 800 – 1000 часов. После чего его необходимо заменить или отремонтировать.

Вкладыши для дробилок изготавливаются из аустенитной марганцевой стали (12 – 14% Mn). Для того чтобы избежать трудностей во время сварки вкладыша для дробилки, протестируйте вкладыш при помощи магнита: аустенитная марганцевая сталь не обладает магнитными свойствами (однако, происходит намагничивание зон закалки, поэтому необходимо провести аналогичный тест и на боковых сторонах блока!).

Для сварки данной марки стали:

- нанесите слой подложки при помощи электрода Lastek 8000 или электрода Lastek 2027
- произведите наплавку посредством электрода Lastek 22 или электродов Lastek 2271, Lastek 27 или электрода Lastek 2027.

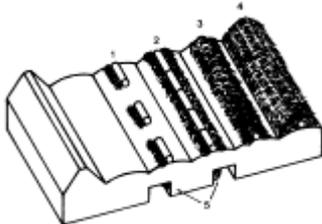
В избежания охрупчивания марганцевой стали во время сварки, рабочая температура не должна превышать 350°C. В избежания перегрева детали во время сварки, необходимо или поместить её в водяную ванну, или охлаждать сжатым воздухом.

Наплавка сильноизношенных щек дробилки производится следующим образом:

1. Расположите несколько брусков (марганцевой стали или ударопрочной стали) на щеку дробилки. Присоедините бруски и щеку электродом Lastek 8000, Lastek 807 или электродом Lastek 90 к блоку.

Примечание: Минимально возможная температура – варите поочередно в нескольких областях.

2. Заполните щели при помощи других брусков.
3. Наплавьте поверхность брусков посредством электрода Lastek 22 или электродов Lastek 2271, Lastek 27 или электрода Lastek 2027.
4. Восстановите первоначальную (или модифицированную) форму поверхности щеки дробилки с помощью того же сварочного электрода.
5. Во избежание деформации наплавленной щеки дробилки, во время процесса наплавки произведите выпрямление щеки посредством электрода большого диаметра (при высокой температуре) и наплавки сварочных валиков на обратной стороне щеки, расположенных определенным образом по всей поверхности.



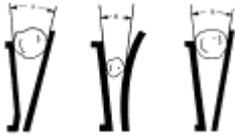
Кривизна поверхности одной или обеих щек дробилки позволяет продлить их срок службы.



Дробилки с искривленной формой щек характеризуются большим выпускным отверстием. Это обеспечивает равномерный износ поверхности щек и более равномерный помол материала. Однако, в результате применения только выпуклых вкладышей, слегка снижается производительность дробилки. В связи с этим, иногда используют выпукло вогнутые вкладыши, обеспечивающие

увеличение поверхности помола, а как следствие и повышение производительности дробилки.

На нижеприведенном рисунке приведены 3 типа конструкционного решения взаимного расположения щек дробилки:

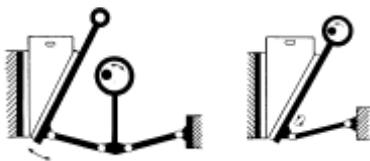


Угол между щеками дробилки сравнительно мал ( $15 - 20^\circ$ ). Степень снижения размеров частиц материала, подлежащих помолу в дробилке, зависит от угла между щеками дробилки.

Чем меньше угол между щеками дробилки, тем ниже степень снижения размеров частиц материала, подлежащих помолу. При угле между щеками дробилки в  $15-20^\circ$ , размер частиц, подлежащих помолу в дробилке, снижается в 4 – 6 раз.

Наиболее широкоиспользуемые типы щековых дробилок (смотрите рисунок внизу):

- щековая дробилка с двумя коленорычажными механизмами (дробилка Блейка) (на рисунке слева)
- щековая дробилка с одним коленорычажным механизмом (на рисунке справа).



При измельчении скалистого грунта, одна щека щековой дробилки с двумя коленорычажными механизмами совершает колебательные движения. Высокое сжимающее усилие применяется не только к измельченному материалу, но и к щекам дробилки.

Щековая дробилка используется для сжатия твердой и очень твердой породы больших размеров.

Подвижная щека щековой дробилки может совершать как движения вперед – назад, так и движения вверх-вниз. Уменьшение размеров частиц, подлежащих помолу – за счет трения.

Для наплавки щек щековой дробилки с одним коленорычажным механизмом, используют электрод Lastek 2400. Для наплавки щек щековой дробилки с двумя коленорычажными механизмами, используют электрод Lastek 27.

### 1.3.3. Молотковая Дробилка

Молотковые дробилки широко используются в цементной промышленности. Принцип работы дробилок основан на ударном воздействии молотков дробилки. Молотковые дробилки используются для измельчения твердой и среднетвердой известняковой породы (иногда дробилки используются для измельчения известковой глины). Молотковые дробилки осуществляют 60- или даже 80-ти кратное измельчение частиц известняковой породы.

Молотковые дробилки классифицируются на молотковые дробилки с одним валом и молотковые дробилки с двумя валами (или на однороторные и двухроторные дробилки, оснащенные молотками).

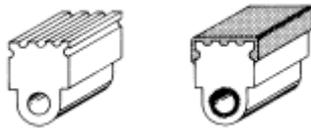
Вес съемного молотка, в зависимости от размеров дробилки, составляет от 20 до 200 кг.

Молотковые дробилки производятся из марганцевой стали (12-14% Mn). Степень износа ударного молотка, в зависимости от измельчаемого материала, составляет от 1.5 до 3.0 грамм на тонну измельчаемого материала.

Наплавка молотков осуществляется следующим образом:

- Очистите поверхность молотка при помощи проволочной щетки
- Для повышения износоустойчивости поверхности молотка, прорежьте канавки посредством электрода Lastek 1900 (смотрите рисунок внизу)
- Наплавьте твердым сплавом канавки при помощи электрода Lastek 22 или электрода Lastek 2271, или сварочной проволоки Lastifil 8071

- Перед наплавкой слоя износа электродом Lastek 27 или электродом Lastek 2271, предварительно нанесите подложку посредством электрода Lastek 807 или сварочной проволоки Lastifil 807 или сварочной проволоки Lastifil 8070
- Аналогичным образом производят наплавку боковых сторон и кромок молотков. Произведите также наплавку внешних сторон отверстия под вал.
- Температура сварки аустенитной марганцевой стали – ниже 350°C



#### **1.3.4. Ударные дробилки**

Процесс измельчения при помощи ударной дробилки включает три этапа:

1. порода подвергается воздействию динамических нагрузок со стороны лопастного колеса
2. перемол осуществляется в результате удара породы о стенки дробилки. Ударившись об стенки, порода отскакивает и вновь поступает на лопастное колесо.
3. перемол осуществляется вследствие взаимного столкновения частиц пород.

Процедура ремонта лопастного колеса аналогична процедуре восстановления изношенных участков поверхности молотковых дробилок (Марганцевая сталь).

Во избежание деформации ударной дробилки, рекомендуется во время сварки регулярно вращать её составные детали.

На нижеприведенном фотоснимке изображена ударная дробилка:



Другие распространенные типы ударных дробилок:



На рисунке слева: одноударная дробилка, оснащенная дробильными плитами и дробильными брусками

На рисунке справа: ударная дробилка, оснащенная двумя лопастными колесами.

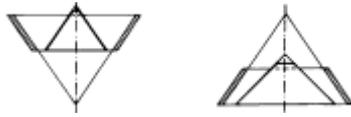
### 1.3.5. Жираторные дробилки

Жираторные дробилки иногда называют конусными дробилками, хотя между ними имеются некоторые структурные различия.

Принцип действия обеих разновидностей дробилок основан на размельчении породы между стационарным конусообразным дробящим кольцом (расположенным снаружи) и дробящим конусом; конус вращается вокруг эксцентрично установленного вертикального вала.

Дробление при помощи конусной дробилки (аналогично щековой дробилке) осуществляется посредством сжатия породы.

На рисунке внизу отображены структурные различия между жираторными и конусными дробилками:



На рисунке слева: жираторная дробилка с дробящим конусом и коническим дробящим кольцом, развернутые в противоположные стороны.

На рисунке справа: коническая дробилка с дробящим конусом и коническим дробящим кольцом, развернутыми в одну сторону.

Все детали подверженные износу изготавливаются из марганцевой стали, и наплавляются способом аналогичным методу наплавки дробилок из марганцевой стали других типов.

Следует отметить, наплавке подлежат только основание конуса и кольцо (в зависимости от характера износа). На верхней части конуса (которая менее подвержена износу) валики для наплавки располагают между незащищенными зонами.

### 1.3.6. Конические дробилки

Конструкция и принцип действия конической дробилки слегка отличны от конструкции и принципа действия жираторной дробилки. Малая дробильная камера с меньшим углом наклона обеспечивает более тонкий помол породы. В связи с вышесказанным конические дробилки в основном используются в качестве вторичных дробилок, тогда как жираторные дробилки – в качестве первичных дробилок. Верхушка конуса конической дробилки, в отличие от жираторной дробилки, не снабжена подвесным механизмом, что обеспечивает непрерывную подачу материала для помола.

Процесс восстановления изношенных поверхностей аналогичен для обеих разновидностей дробилок.

#### 1.4. Ковши подъемника.

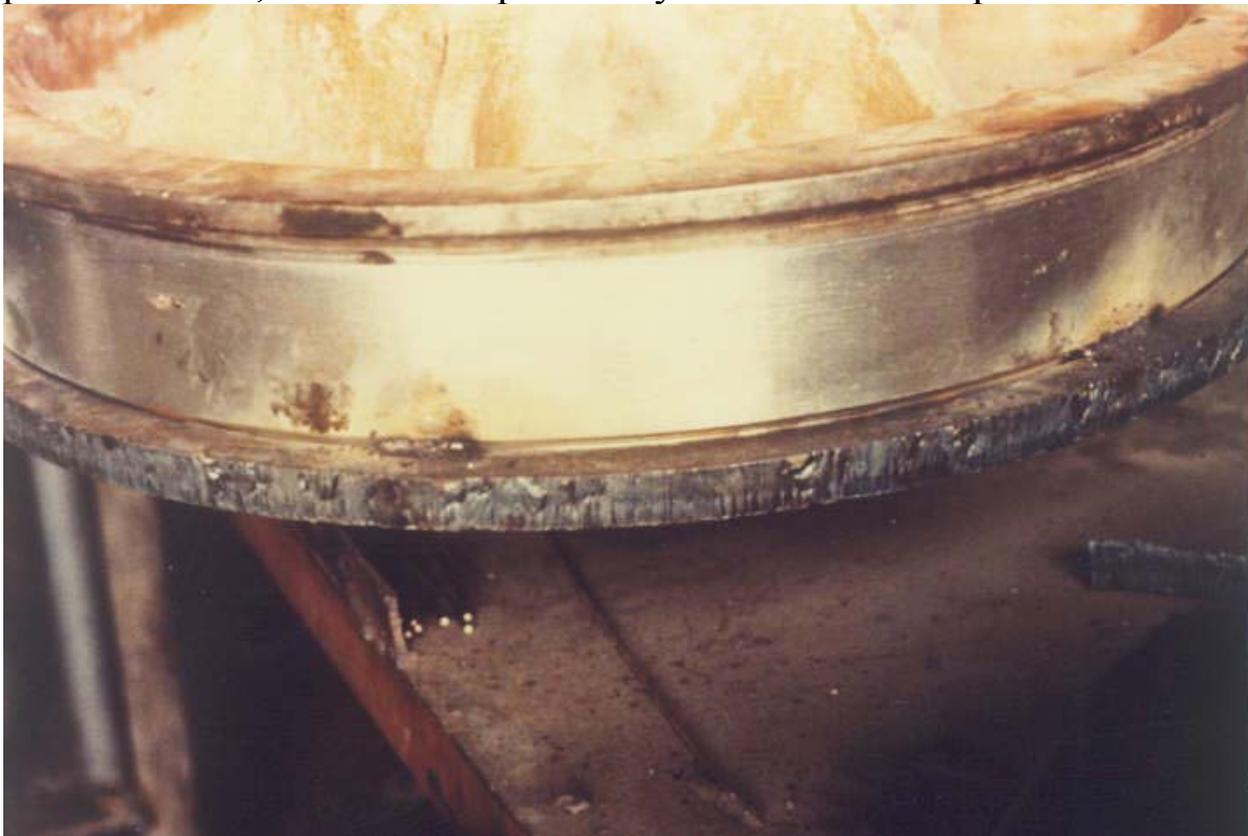
Для повышения износостойкости наплавьте кромки ковша при помощи электрода Lastek 2400.

При наличии трещин на ковше, обработайте поверхность ковша посредством электрода Lastek 1900, а затем заварите трещины посредством электрода Lastek 90.



### 1.5. Колеса подвижных кранов.

Колеса кранов подвержены износу при подъеме грузов, их раскачивании, а также во время запуска и останова крана.



На рисунке сверху стальная пластина расположена на изношенном участке поверхности колеса. Механизированная наплавка при помощи сварочной проволоки Lastifil 250 или сварочной проволоки Lastifil 350GM позволяет защитить внешнюю поверхность колеса.



Колесо подвижного крана после наплавки защитного покрытия

## 2. Обработка сырьевого материала.

а. Влажный процесс:

Вибрационное сито

Смесительный барабан

Хранение измельченной  
известковой породы и других химических реактивов

Шаровая мельница 2.2.

Смесительный бак с перемешивающим устройством

б. Сухой процесс:

Разделитель

Резервуар для хранения  
с перемешивающим устройством

Резервуар для хранения

Шаровая мельница 2.2.

Шнековый конвейер

## **Введение:**

Обработка сырьевого материала состоит из его перемола (до гранул размер которых меньше 0.1 мм) и его гомогенизации.

### **а) Влажный процесс**

Данный метод применяется для измельчения мягкой и влажной известковой породы. Процентное содержание воды в известняковой породе составляет до 35%. «Пульпу» получают при помощи смесительного барабана или смесительной камеры с перемешивающим устройством. После чего пульпу измельчают посредством шаровой мельницы, и пропускают через вибрационное сито. Известняковую пульпу хранят вблизи других химических реактивов и органического кремния. Влажную известняковую пульпу хранят в резервуарах, в которых перемешивающее устройство поддерживает однородность смеси.

### **б) Сухой процесс**

Сырьевой материал поступает в шаровую мельницу. Материал циклично поступает с разделителя в шаровую мельницу и, наоборот, до тех пор, пока не будет достигнуто необходимое качество помола. Затем полученный порошок через шнековый конвейер поступает в печь.

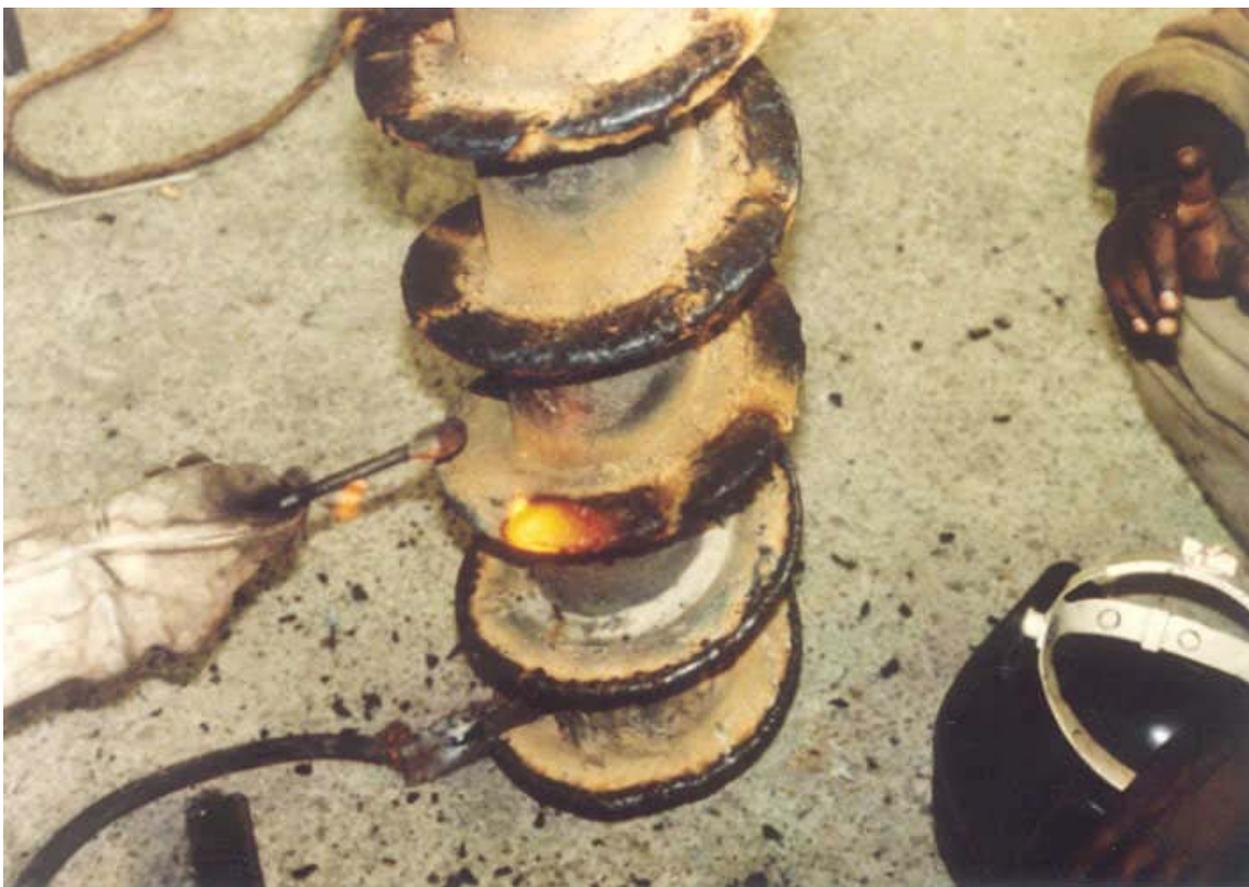
## **2.1. Шнековые конвейеры**

Шнековые конвейеры используются для транспортировки сырьевых материалов. На завершающих стадиях технологического процесса они также используются для транспортировки товарного цемента к месту расфасовки. Шнековые транспортеры подвержены абразивному износу и, следовательно, подлежат ремонту. В связи с тем, что перед проведением ремонтных работ необходимо предварительно разобрать шнек, технологический процесс прерывается, и производители терпят значительные материальные убытки.

### ***Наплавка шнекового конвейера:***

Сплавы, используемые для наплавки твердым способом, должны повышать срок службы деталей конвейера:

- для наплавки деталей лицевой части конвейера используется электрод Lastek 211
- для облегчения работы ремонтного персонала, расположите шнековый конвейер вертикально



- Затем, переведите конвейер в горизонтальное положение, и наплавьте его кромки электродом Lastek 211. Процесс наплавки упрощается, если кто-то помогает вращать шнек (смотрите фотоснимок).

Наплавка электродом Lastek 211 обеспечивает однородность защитного покрытия за счет «разбрызгивания» карбида вольфрама на поверхности наплавляемой детали.

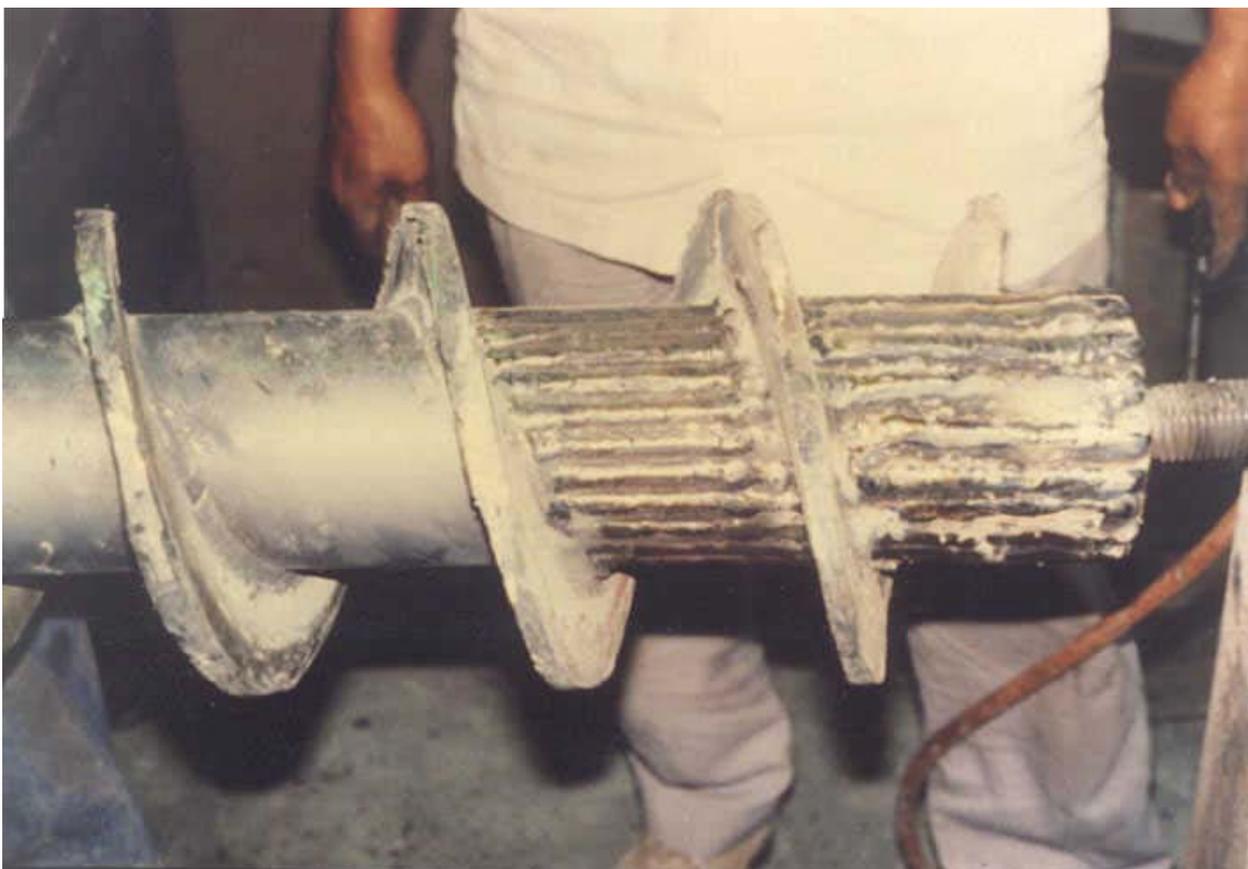


- При значительном износе деталей конвейера, предварительно нанесите слой подложки электродом Lastek 85, Lastek 807 или электродом Lastek 90.



На фотоснимке сверху изображен шнек перед его обработкой до необходимых размеров.

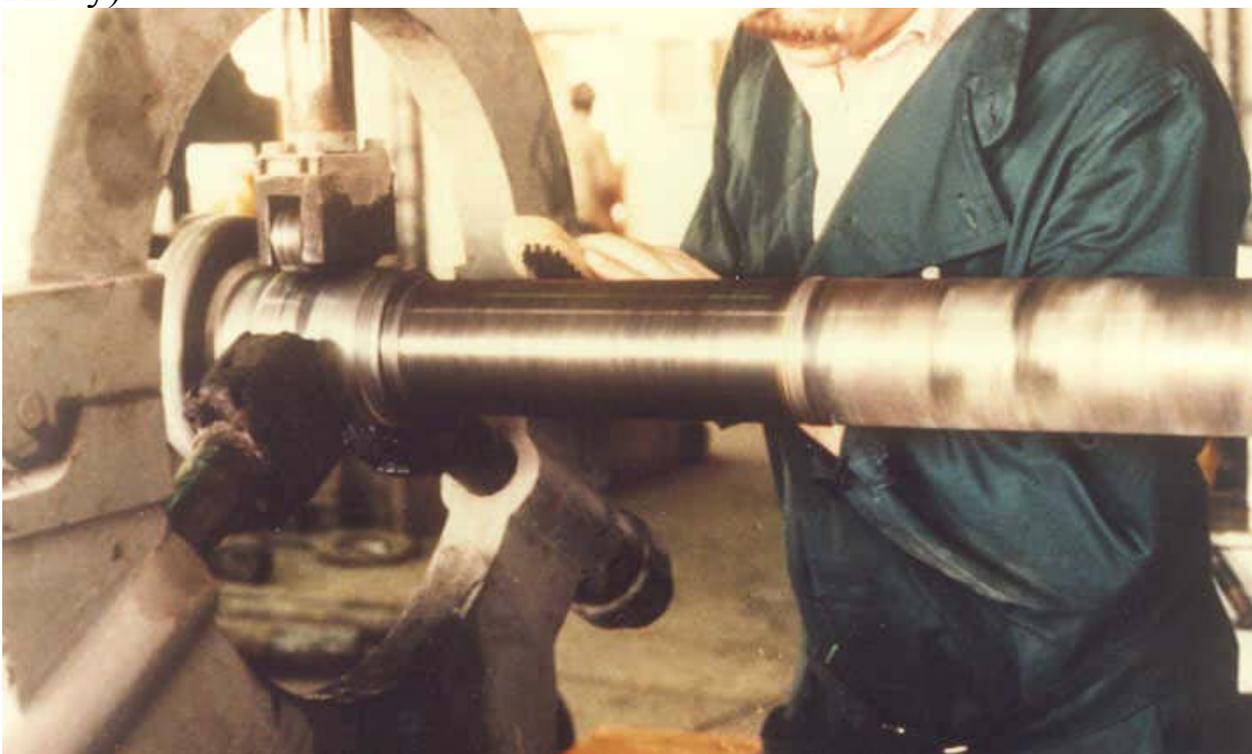
- На стороне нагнетания шнека, наплавка вала производится посредством электрода Lastek 2400 или электрода Lastek 231 (смотрите фотоснимок внизу)



- На другом конце опорная поверхность также изношена. Наплавка алюминиево-бронзового покрытия на изношенную опорную поверхность вала осуществляется следующим образом:
  1. Очистите и обезжирьте поверхность.
  2. Для восстановления поверхности вала используйте электрод Lastek 64. Производите сварку по окружности или в горизонтальном направлении посредством поворота валиков на угол более  $180^{\circ}$ .



- Для подгонки вала до нужного диаметра, алюминиево-бронзовое покрытие подвергают механической обработке (фотоснимок внизу).



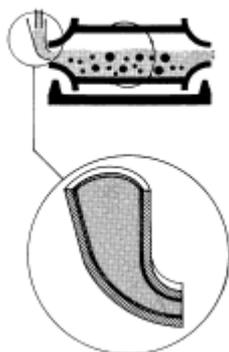
## 2.2. Шаровые мельницы

В шаровой мельнице измельчение материала осуществляется посредством металлических шариков, расположенных внутри трубчатой камеры, которая вращается вокруг продольной оси.

Внутри шаровая мельница защищена посредством плит износа, изготовленных из легированного хромом и молибденом твердого несвариваемого чугуна (нихард или его аналоги).

Внутренние поверхности впускного отверстия мельницы наплавляют электродом Lastek 26 или электродом Lastek 27.

На рисунке снизу показано впускное отверстие мельницы в продольном разрезе (слой наплавки обозначен при помощи точек) (Смотрите также п. 4.3, стр. 31)



### 3. Клинкeroобразование.

Выход для отработанных газов

Входное отверстие для сырьевых материалов

Вентилятор 3.1.

Электрофильтр    Дегидрация    Декарбонизация    Обжиг

Подвод Топлива

Охлаждения клинкера

Основания роликов 3.3.1.

Кольца печи 3.3.2.

Мельница для клинкера  
3.2.

Резервуар для клинкера

Ленточный конвейер  
3.4.

## Введение

Измельченный однородный порошок (для сухого процесса) или пульпа (для влажного процесса) постепенно нагревается во вращающейся печи до температуры 1450°C.

Нагрев осуществляется за счет передачи тепла от газообразных продуктов сгорания (топлива, угля или газов) к сырьевым материалам.

Сырьевые материалы подвергаются в печи для обжига следующим трансформациям:

- Дегидратация: полный нагрев до температуры 100 – 500°C
- декарбонизация или кальцинирование: выброс CO<sub>2</sub> и паров летучих щелочей при температуре 800 – 1100°C
- обжиг (образование клинкера): частичное плавление при температуре 1200-1300°C, получение гидравлических соединений при температуре 1450°C.

Затем материал подвергается обработке пламенем во вращающейся печи. Слегка наклоненная и вращающаяся горизонтально металлическая печь защищена внутри посредством огнеупорных кирпичей. Дегидратация и декарбонизация сырьевых материалов осуществляется во вращающейся печи (смотрите рисунок) или в другом теплообменном устройстве. Теплообменник, как правило, представляет собой ряд циклонных уловителей (металлических цилиндров), в которых пыль оседает и нагревается за счет тепла, выделяемого частицами газа (Циклоны на рисунке не показаны).

На завершающих стадиях технологического процесса (при температуре около 1200°C) клинкер в печи трансформируется в гранулы. Охлаждение осуществляется при помощи воздуха. Нагретый воздух поступает в печь или используется для нагрева других материалов.

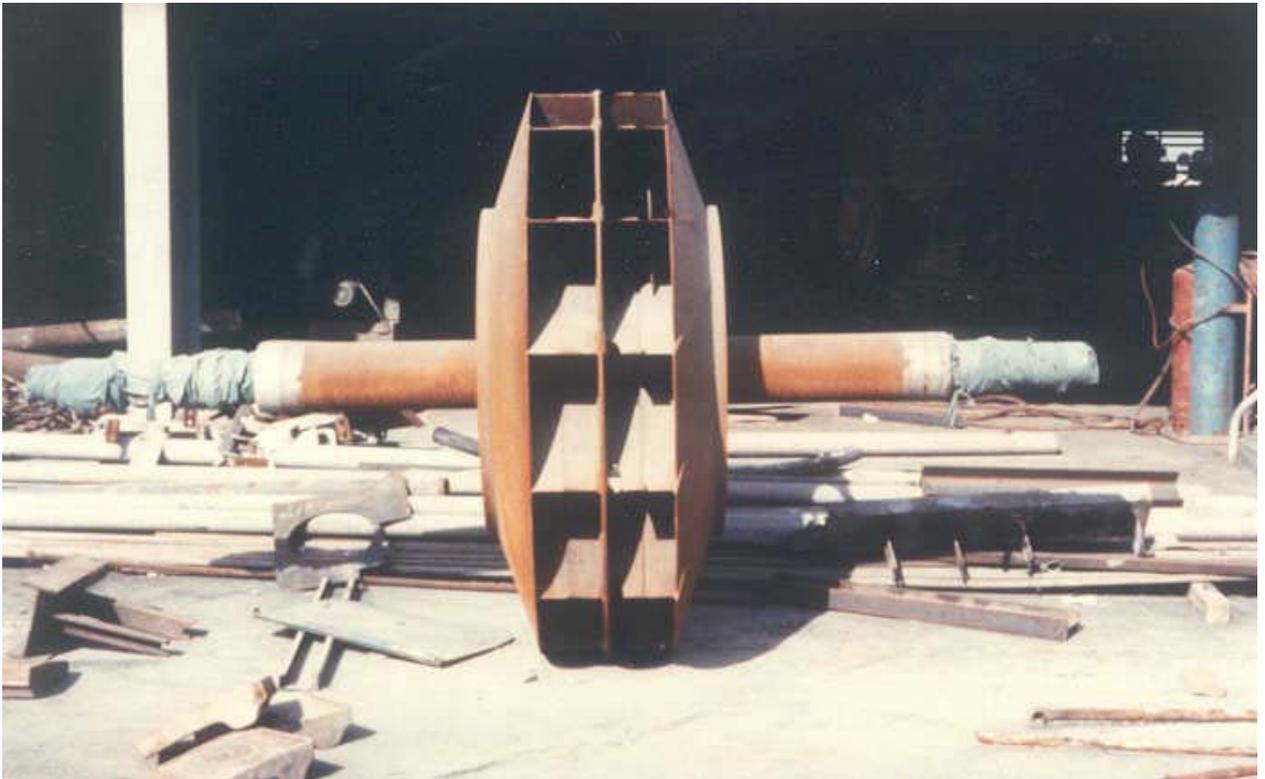
Отработанные газы выходят через дымоход при температуре ниже 200°C. Отработанные газы предварительно фильтруют в целях их очистки от мелкой пыли.

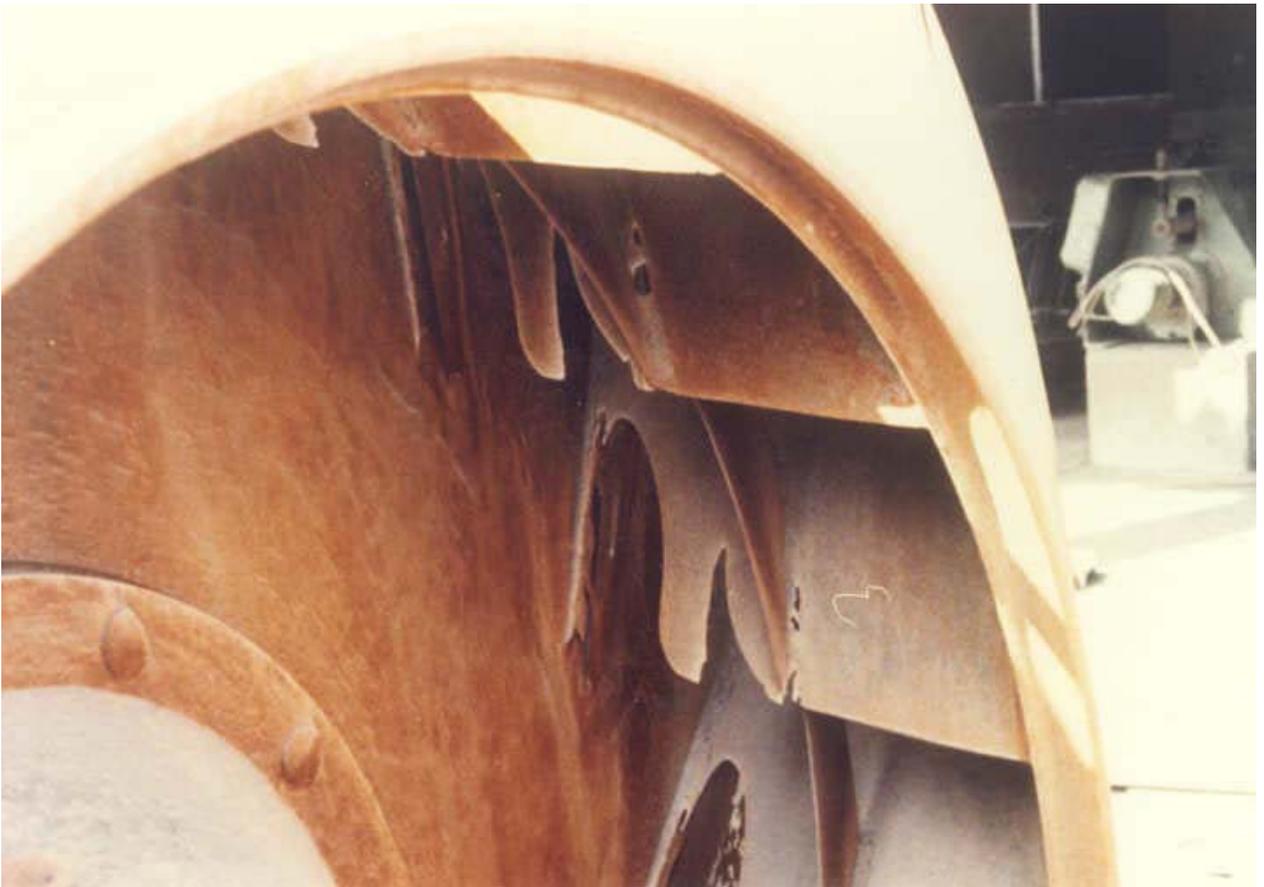
Для обработки клинкера до необходимых размеров фракций, вначале сырье обжигают в печи, а лишь затем перемалывают в мельнице для клинкера. После этого измельченный клинкер доставляют в складское помещение.

### 3.1. Вентилятор

Лопастей вентилятора подвержены износу при соприкосновении с частицами цемента.

Срок службы лопастей вентилятора, как правило, составляет около 3 месяцев. Обработка изношенных лопастей оборудованием производства компании Lastek, увеличивает их срок службы до 12 месяцев.





Наплавка изношенных лопастей вентилятора:

- Очистите поверхность лопастей (шлифовка)
- Распылите на поверхности лопастей очень твердый абразивостойкий порошок при помощи сварочной горелки для напыления (Lastek P906 или Lastek P909)
- При отсутствии сварочной горелки для напыления, производства компании Lastek, используйте Lastek 211 (электрод для наплавки очень тонкого слоя карбида вольфрама).

При наличии деформаций, произведите настройку вентилятора.

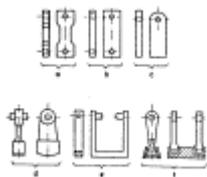
### **3.2. Мельница для клинкера**

Измельчение клинкера в мельнице осуществляется при помощи молотков различных типов.

Наплавка молотков мельницы может быть произведена электродом Lastek 27 или электродом Lastek 2400.

При наплавке молотков из аустенитной стали используют ту же производственную технологию, что и при восстановлении

изношенных участков щечных дробилок (максимальная температура сварки - 350°C) (смотрите 1.3.2.)



### 3.3. Вращающаяся печь



На рисунке снизу изображены наиболее подверженные износу детали вращающейся печи:

- кольца вокруг вращающейся печи (2)
- основания роликов, служащие опорой для этих колец (1)



### 3.3.1. Основания роликов

Динамическая нагрузка на поверхность роликов (около 250 тонн) приводит к образованию трещин, как на поверхности, так и на сторонах роликов. Вес ролика составляет 15 тонн. Ролик совершает 3 полных оборота в минуту.

Перед ремонтом, сваркой или шлифовкой, ролик необходимо предварительно разобрать. Время технологического простоя при замене и ремонте роликов составляет как минимум 2 – 3 недели.

Восстановление поверхности роликов:

- Удалите при помощи электрода Lastek 1900 с поверхность ролика отслоившиеся частицы и чешуйки металла. Зачистите тем же электродом трещины.
- Очистите поверхность ролика.
- Посредством электрода Lastek 9065 заправьте трещины и обработайте поверхность до необходимых размеров.



Перед заменой ролика, предварительно отшлифуйте его поверхность.

На рисунке снизу изображен подвешенный ролик



Восстановление изношенных сторон ролика:

Трещины обрабатывают электродом Lastek 1900, а затем заваривают электродом Lastek 9095.



### 3.3.2. Кольца печи

Шелушение поверхности колец вызывает вибрацию печи, которая впоследствии приводит к образованию трещин на кольцах.

При шелушении поверхности колец, удалите при помощи шлифовки или электрода Lastek 1900 с поверхности колец чешуйки металла. Наплавьте поверхность колец сварной проволокой Lastifil 807 или сварной проволокой Lastifil 8070.

При наличии трещин на поверхности колец, обработайте и наплавьте трещины электродом Lastek 1900 и Lastek 9065 соответственно.

Перед ремонтом колец, необходимо предварительно выдержать кольцо при температуре 200°C.

Причиной того, что после ремонта на поверхности кольца снова появились трещины (хотя ремонтные работы были выполнены надлежащим образом), является подъем кольца с нарушением технологических норм.

Кольца не крепятся к печи: печь и кольцо разделены зазором. Тест на наличие или отсутствие зазора между печью и кольцом заключается в следующем:

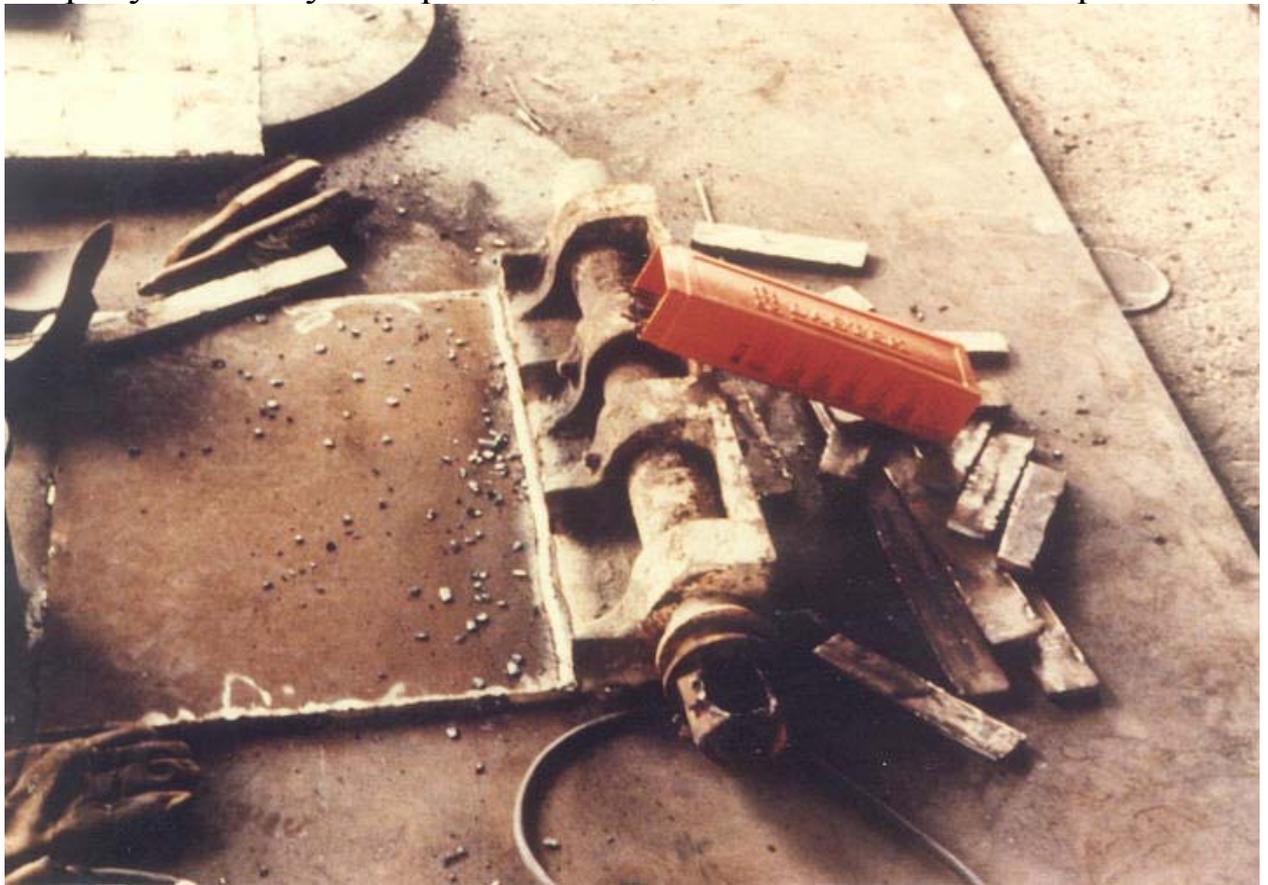
- кольцо и печь на одном и том же уровне помечают мелом
- несовпадения пометок после нескольких поворотов кольца, свидетельствует о наличии зазора.

Отсутствие зазора приводит к повторному образованию трещин.

### 3.4. Ленточный конвейер



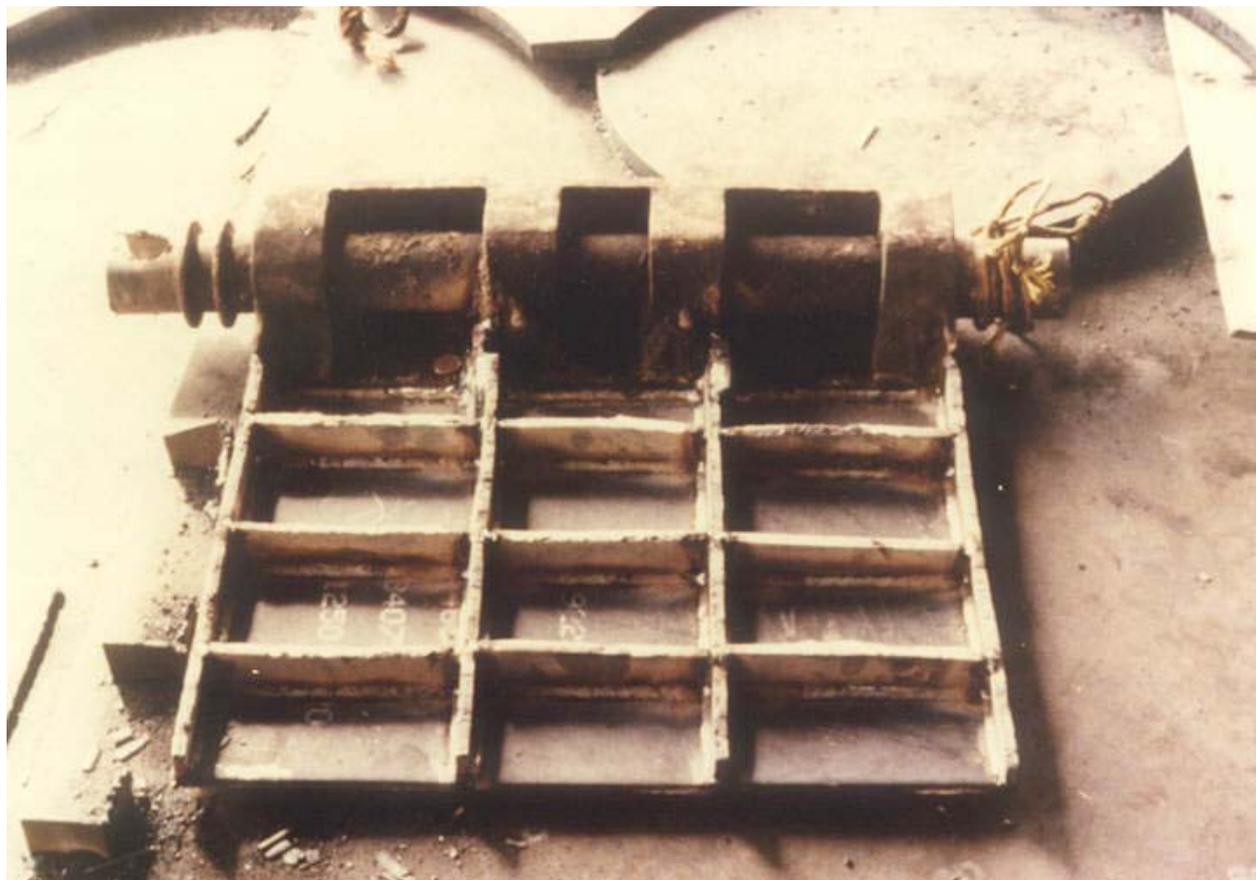
На рисунке снизу изображены секции ленточного конвейера



Нижняя сторона секции конвейера упрочнена малогабаритными металлическими пластинами.

В связи с тем, что секции конвейера изготавливаются из трудносвариваемой стали, рекомендуется приваривать пластины

к секциям конвейера электродом Lastek 90, Lastek 807 или электродом Lastek 802.



Звенья для перемещения секций конвейера также подвержены износу и образованию трещин.

Восстановление поверхности вышеупомянутых звеньев производится электродом Lastek 90, Lastek 807 или электродом Lastek 802.

## 4. Заключительная обработка и расфасовка цемента

A B C D

A: Клинкер

B: Цемент (смотрите мельница для цемента 4.2)

C: Шлак

D: Гипс

Резервуары с цементом

Турбинный сепаратор

Цементная мельница 4.3.

Загрузочный бункер  
4.1.

Бестарная транспортировка

Транспортировка в мешках

## **Введение:**

Технология производства цемента заключается в перемешивании в заданных пропорциях и измельчении в однородный мелкий порошок в цементной мельнице клинкера, шлака, зольной пыли и гипса.

В цементной мельнице порошок поступает в турбинный сепаратор, разделяющий мелкие и твердые частицы смеси. Мелкие частицы порошка поступают в бункер, а твердые частицы подвергают повторному помолу.

Готовый цемент либо расфасовывают в мешки на автоматических расфасовочно-упаковочных линиях, либо хранят на складе до его дальнейшей транспортировки по морю или железной дороге.

### **4.1. Расфасовка**

Загрузочные бункеры для упаковки цемента в мешки подвержены износу.

Внутреннюю поверхность бункера, иногда, защищают керамическим материалом.

При отсутствии защитного покрытия, бункеры можно защитить при помощи Lastek P906 или Lastek P910 (металлический порошок на основе карбида вольфрама).

Как выходные отверстия, так и трубы (в особенности колено трубы) для транспортировки цемента, подвержены абразивному воздействию цемента.



### **4.2. Мельница для помола гипса**

Молотки используются для измельчения гипса до нужных размеров.

Молотки присоединяются к диску (диаметром около 0.5 м, и толщиной около 15 мм), который вращается с очень высокой скоростью.

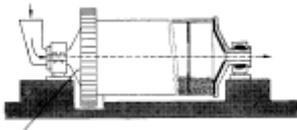
Молотки, как правило, изготавливают из марганцевой стали (13% Mn). Молотки подлежат замене через 3 – 4 недели.

Молотки также можно изготовить из углеродистой стали (40 – 60 кг/мм<sup>2</sup>) и защитить при помощи сварочной горелки для напыления (производства компании Lastek) и металлического порошка P910.

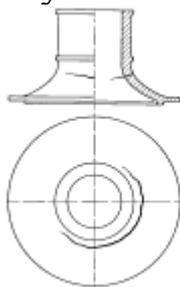
Благодаря напылению защитного покрытия срок службы молотка увеличивается до 1 – 4 месяцев.

### 4.3. Цементная мельница

Производительная мощность цементных мельниц составляет около 250 тонн/час. Цементные мельницы испытывают значительные нагрузки, и как результат – подвержены образованию трещин.



Наиболее подвержено образованию трещин впускное отверстие мельницы. (Впускное отверстие мельницы изготавливают из литой стали; например, GS52 – GS45 или GS20Mn5) Смотрите рисунок внизу:



В большинстве случаев, цементная мельница поставляется без запасных частей. В связи с тем, что на производство и установку новой детали требуется время (от 1 месяца и больше), компания должна располагать технологиями по ремонту оборудования на месте его эксплуатации.

Перед началом ремонтных работ, измерьте при помощи ультразвука или других доступных измерительных инструментов и методов точную длину и глубину трещины.

Обработайте трещину электродом Lastek 1900.

Очистите поверхность детали.

При ремонте детали из литой стали GS-45, GS-52, GS-20Mn5, используйте электрод Lastek 20.

Детали из GS-45, GS –52 не подлежат предварительному нагреву.

Детали из GS-20Mn5 предварительно нагревают до температуры 300 - 400°C.

Постепенность охлаждения детали, при нанесении изоляционного покрытия на нагретую зону, позволяет избежать образования мартенсита в зоне нагрева, нагрузок при наплавке и деформаций поверхности детали.