

Технологии Loesche для  
**ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ  
И ПРОИЗВОДСТВА МИНЕ-  
РАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ  
СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ШЛА-  
КОВ**





# Особенности технологии Loesche для сухого обогащения металлургических шлаков



Строительство мельницы Loesche типа LM 15.200.

Разработанная фирмой Loesche технология сухого обогащения для извлечения металлов из металлургических шлаков сочетает в себе все преимущества ранее известных процессов:

- эффективное и экономически выгодное извлечение металла из крупнозернистых частиц;
- почти 100%-ное извлечение металла из тонких классов благодаря усовершенствованной технике сухого помола, классификации и сепарации ультратонких частиц;
- получение из шлаков свободного от металлов порошкообразного продукта с точно заданным гранулометрическим составом для использования в промышленности и строительстве.

Этот метод особенно подходит для обработки

- шлаков электросталеплавильных печей
- конвертерных шлаков
- модифицированных шлаков сталелитейных заводов
- шлаков цветной металлургии

После обогащения крупных фракций шлаков (извлечение металла, например, фракции > 20 мм, измельчение минеральных включений до размера < 20 мм) путем дробления, просеивания и операций разделения, таких как сенсорная сортировка, магнитная сепарация и (или) сухое разделение по плотности, предварительно измельченные фракции шлака подаются в мельницу Loesche.

В специальной мельнице Loesche производятся одновременно селективный помол и классификация минеральных фракций до заданной тонины, вскрытие и предварительное обогащение металлических включений. Диапазон тонины минеральной фракции можно при этом настраивать. Например, можно настроить как тонины 2 мм, так и на тонины 5000 по Блейну или больше. Принцип действия мельницы допускает работу с различными характеристиками измельчаемости и различными значениями удельной плотности веществ, содержащихся в размалываемом материале.

В процессе работы мельницы легкий материал заданной фракции выносится потоком газов вверх через сепаратор в фильтр системы газоочистки и попадает в силос, в это время сильно обогащенный металлом материал через кольцевой зазор уходит в нижнюю часть мельницы

Если нижний поток материала, обогащенный металлом, не достиг требуемого содержания >90% металла, то подключаются последующие операции по сухому обогащению (например, сенсорная, магнитная сепарация, либо сортировка по плотности). Отходы после сортировки возвращаются в контур циркуляции мельницы, что позволяет извлечь почти 100 % металла в виде металлопродукта и 100 % минерального продукта с заданными размерами частиц.

Сухая технология обогащения Loesche позволяет получить в единой установке два продукта, имеющих рыночную стоимость. Дополнительным преимуществом является отсутствие необходимых при мокром обогащении процессов обогащения остаточных шламов. На представленной ниже блок-схеме показан типичный вариант технологии обогащения шлаков.



Установка мельницы Loesche типа LM 15.200, Волица (Польша), 2009 г.

# Принцип извлечения металла в мельнице Loesche

Подлежащий измельчению металлосодержащий шлак ① загружается в мельницу по центру или сбоку.

На помольном столе ② материал под действием центробежной силы перемещается в направлении края помольного стола, попадая при этом под помольные валки, подпружиненные гидроневматическим способом ③.

Вследствие возникающей под валками механической нагрузки осуществляется избирательное измельчение минеральной фракции, в то время как металлические частицы лишь освобождаются от налипших на их поверхность минеральных частиц, сохраняя в весьма значительной степени свою форму. Тяжелые частицы металла ④ накапливаются в нижних обогащенных слоях материала на помольном столе, выше находится легкая минеральная фракция ⑤.

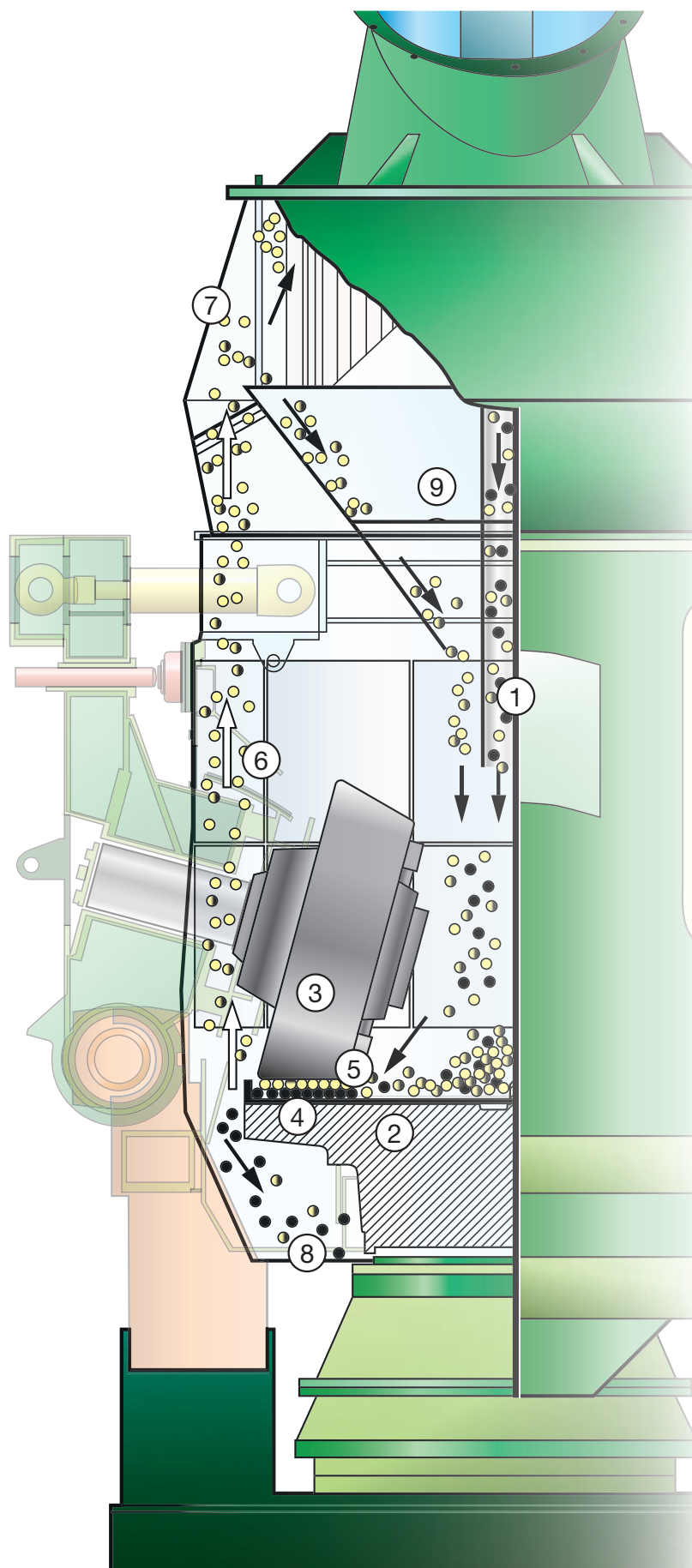
После измельчения материалы транспортируются к краю помольного стола, где расположен задерживающий кольцевой порог.

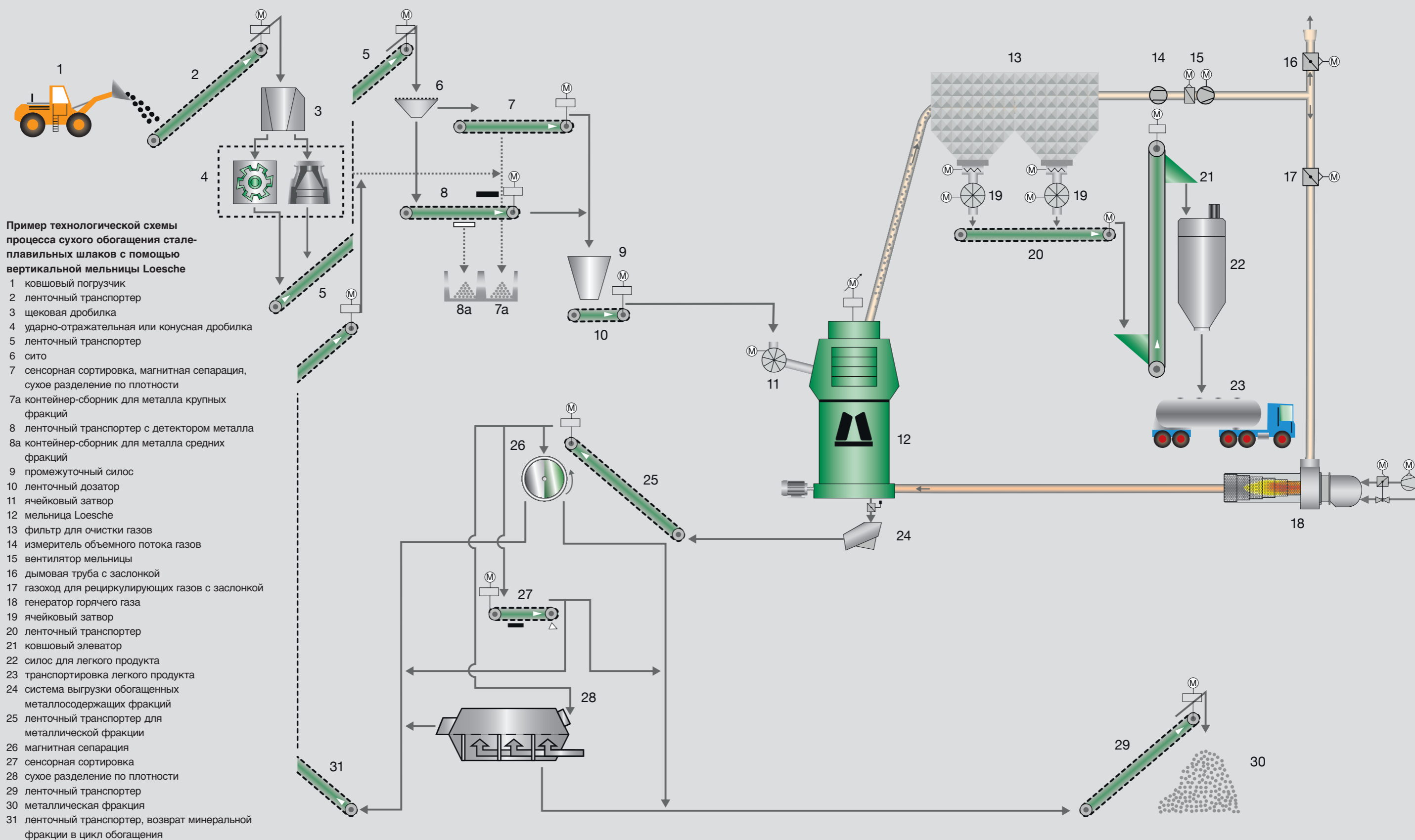
Легкая минеральная фракция выносятся с восходящим потоком газа ⑥ в сепаратор ⑦, а частицы металла, обладающие более высокой плотностью, не захватываются потоком газа и падают вниз, против потока газа, в систему разгрузки ⑧.

Материал минеральной фракции, со сростками металла, отделяется сепаратором и снова подается в цикл помола через конус для сбора крупки ⑨.

В выгружаемой снизу металлической фракции остается, естественно, небольшое количество минерального материала, что может вызвать необходимость дополнительной сортировки металлической фракции.

Такой принцип действия дает возможность извлечь практически 100 % металлов, содержащихся в шлаках в чисто металлической (не связанной с другими элементами) форме.



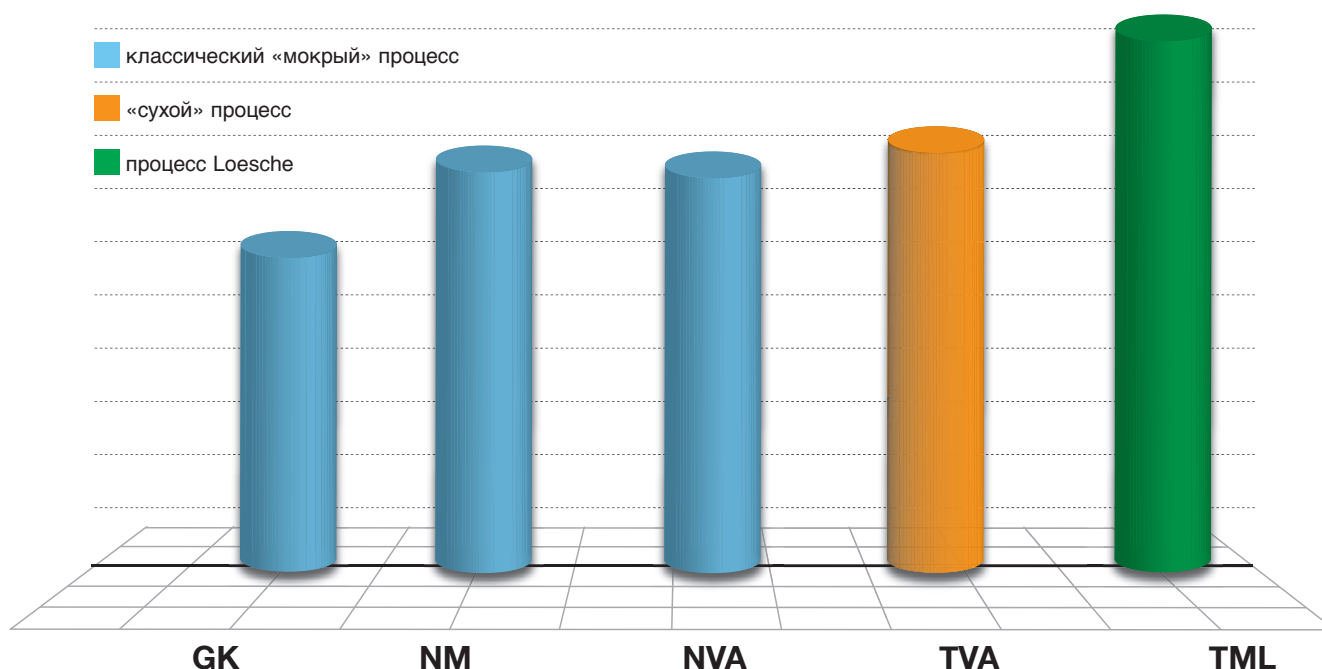


**Пример технологической схемы процесса сухого обогащения сталеплавильных шлаков с помощью вертикальной мельницы Loesche**

- 1 ковшовый погрузчик
- 2 ленточный транспортер
- 3 щековая дробилка
- 4 ударно-отражательная или конусная дробилка
- 5 ленточный транспортер
- 6 сито
- 7 сенсорная сортировка, магнитная сепарация, сухое разделение по плотности
- 7a контейнер-сборник для металла крупных фракций
- 8 ленточный транспортер с детектором металла
- 8a контейнер-сборник для металла средних фракций
- 9 промежуточный силос
- 10 ленточный дозатор
- 11 ячейковый затвор
- 12 мельница Loesche
- 13 фильтр для очистки газов
- 14 измеритель объемного потока газов
- 15 вентилятор мельницы
- 16 дымовая труба с заслонкой
- 17 газоход для рециркулирующих газов с заслонкой
- 18 генератор горячего газа
- 19 ячейковый затвор
- 20 ленточный транспортер
- 21 ковшовый элеватор
- 22 силос для легкого продукта
- 23 транспортировка легкого продукта
- 24 система выгрузки обогащенных металлосодержащих фракций
- 25 ленточный транспортер для металлической фракции
- 26 магнитная сепарация
- 27 сенсорная сортировка
- 28 сухое разделение по плотности
- 29 ленточный транспортер
- 30 металлическая фракция
- 31 ленточный транспортер, возврат минеральной фракции в цикл обогащения



## Сравнение экономичности процессов



Особенности технологии Loesche: высокая эффективность использования сухого минерального продукта в сравнении с низкой эффективностью использования образующегося в мокром процессе шламового продукта.

Обширные исследования использования материалов показали, что сухое измельчение на мельнице Loesche позволяет получать сухой порошкообразный минеральный продукт универсального применения.

Обогащение крупнозернистого материала  
(выход металла: 50–70 %)

GK Извлечение металла из отвалов только в диапазоне крупных фракций (~ > 20 мм) посредством несложного процесса сортировки  
Продукция: крупные частицы металла, вскрытые при дроблении сростки минерала с остатками металла, частицы различного размера

Мокрый размол  
(выход металла: > 95 %)

NM Мокрый помол шлака  
Отделение металла при классификации, сортировке по плотности и (или) магнитной сепарации  
Продукция: металл, влажный шлам с твердыми частицами различного размера

Процесс с мокрым предварительным обогащением NVA  
(выход металла: 65–85 %)

Концентрация металла в первичных концентратах (например, на пневматических отсадочных столах, классификаторах с восходящим потоком); мокрый помол только первичных концентратов  
Продукция: металл, минеральные фракции промытые и классифицированные (например, 0/2, 2/8, 8/16 и т.д.), находящиеся частично в тонко измельченном влажном шламе с твердыми частицами различного размера.

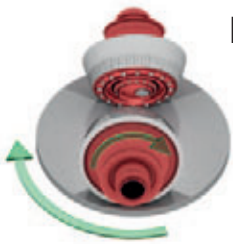
Процесс с сухим предварительным обогащением  
(выход металла: 60–85 %)

TVA Концентрация металла в первичных концентратах (например, на (пневматических отсадочных столах, классификаторах с псевдооживленным слоем); сухой помол только для первичных концентратов  
Продукция: металл, минеральные материалы классифицированные (например, 0/2, 2/8, 8/16 и т.д.), находящиеся частично в тонко измельченной пыли с частицами определенного размера

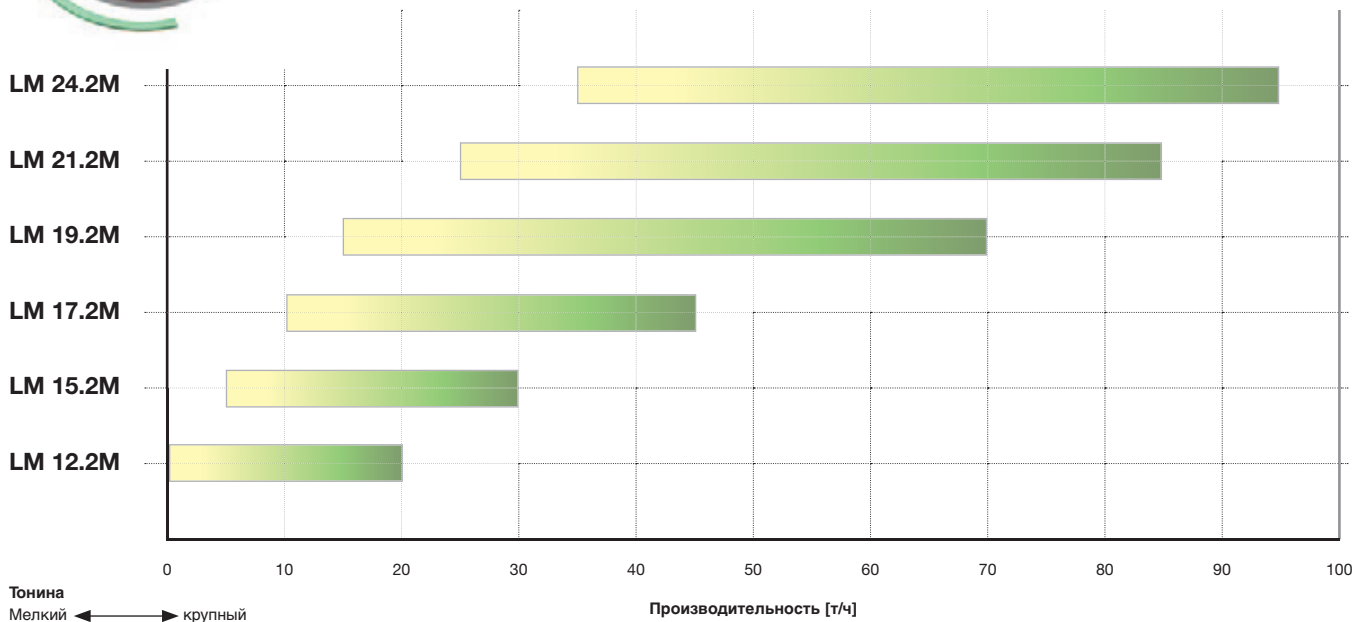
Процесс сухого обогащения Loesche  
(выход металла: > 95 %)

TML Сухой помол шлака  
Отделение металла в процессе помола в замкнутом цикле, дополнительное обогащение посредством классификации, сортировки по плотности и (или) магнитной сепарации  
Продукция: металл, сухой минеральный порошкообразный продукт с регулируемыми характеристиками (например, гранулометрический состав и т.д.)

# Типовой ряд и производительность установок



Производительность [т/ч] как функция от типоразмера мельницы LM



Тонина  
 Мелкий ← → крупный  
 Тяжелый ← → легкий  
 Измельчаемость



Приводы помольного стола мельницы, готовые к сборке

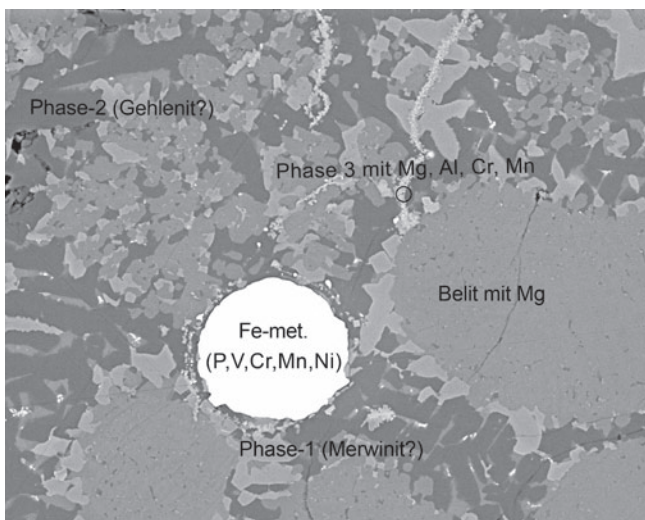




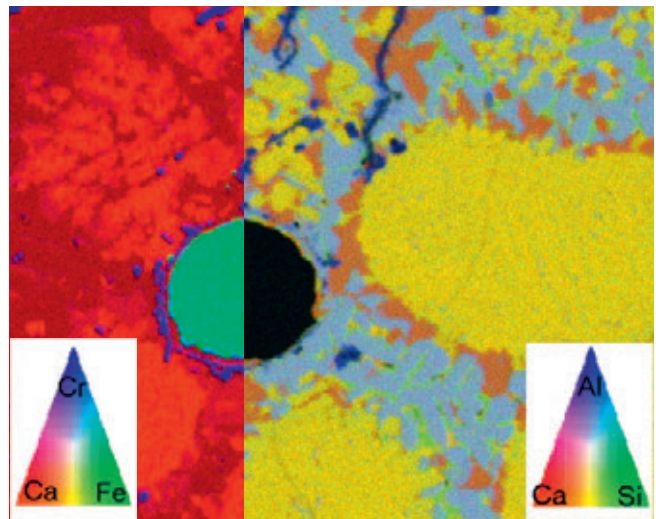
Сталеплавильный шлак и металлические включения



Сырьевые шлаки



Микроскопия в отраженном свете с типичными фазами для сталеплавильного шлака



Типичное распределение элементов в сталеплавильном шлаке



Легкий продукт (наполнитель) в сравнении



Тяжелый продукт (металл) и легкий продукт (наполнитель) после сухой сортировки по плотности (< 2 мм)

Loesche GmbH  
Sales Ores & Slags  
Hansaallee 243  
40549 Düsseldorf  
Tel. +49 - 211 - 53 53 - 777  
Fax +49 - 211 - 53 53 - 500  
E-mail: ores@loesche.de  
www.loesche.com/ores

OOO Loesche  
Berezhkovskaya Naberezhnaya 16a/2  
P.O. Box 97, 121059 Moscow  
Russian Federation  
Tel. +7 - 495 - 988 50 81  
Fax +7 - 495 - 988 60 86  
Email: info@loesche.ru  
www.loesche.ru

**LOESCHE** ®  
INNOVATIVE ENGINEERING