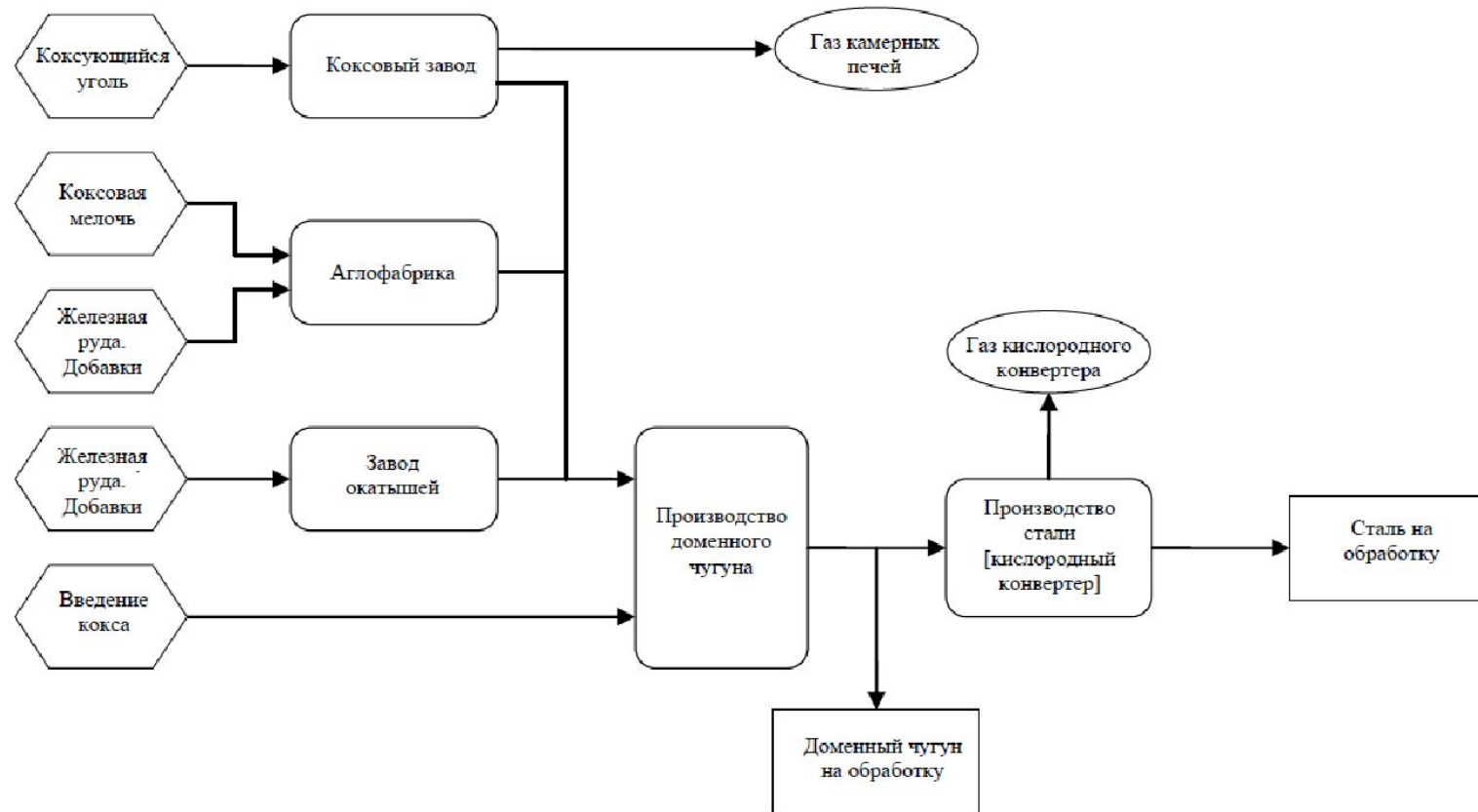


Тема 2. Типовые выбросы различных отраслей промышленности

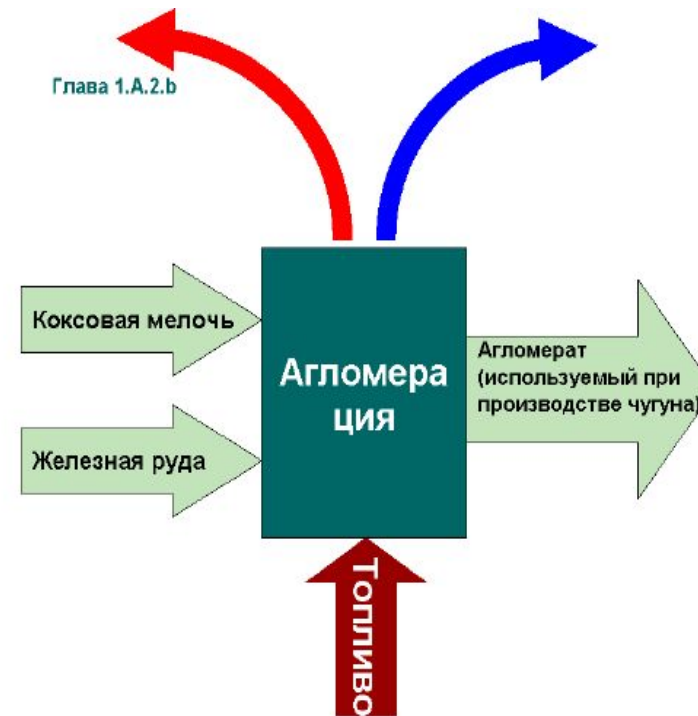
- Черная металлургия. Включает основные процессы производства стали: производство доменного кокса, агломерата, окатышей, переработку железной руды, выплавку чугуна, стали, литьё стали и, очень часто, сжигание доменного газа и газа из камерных печей для поддержания других процессов

Основные процессы интегрированного производства чугуна и стали



Агломерация – это термический процесс окускования мелких материалов (руды, рудных концентратов, содержащих металлы отходов и др.), являющихся составными частями металлургической шихты, путем их спекания с целью придания формы и свойств (химического состава, структуры), необходимых для плавки.

- Шихта, подаваемая в агломерационные установки, может включать порошкообразные железные руды, добавки (например, известь или оливин), и железосодержащие переработанные материалы из последующих технологических процессов производства железа и стали (например, пыль при очистке доменного газа).
- Коксовая пыль (мелкий печной кокс с размером частиц <5 мм) - это самый широко используемый технологический материал в агломерационных установках.
- Доменный газ или коксовый газ, полученный в основном комплексе в процессе интегрированного производства железа и стали, могут использоваться в агломерационных установках.



Выбросы агломерационных установок

- Выбросы SO_2 в большинстве своем происходят из серы, содержащейся в коксе, который используется в качестве топлива.
- NO_x главным образом выделяется в атмосферу в виде NO в связи с быстрым охлаждением отходящего газа. Оксиды азота формируются при сгорании азотистых соединений, содержащихся в коксе (ок. 80 %) и железной руде (ок. 20 %).
- Сырьевые материалы содержат тяжелые металлы (ТМ). Выбросы ТМ при агломерации связаны с выбросами пыли. При агломерации некоторые ТМ могут улетучиваться или переходить в летучие соединения (например, хлориды) и следовательно могут присутствовать в отходящем газе. К числу ТМ относят цинк (Zn), свинец (Pb) и кадмий (Cd). Мышьяк (As) проникает в атмосферу в газообразной форме (As_2O_3), проходя через сухие газоочистители.

Доменное производство

- Углерод подается в доменную печь главным образом в виде кокса, полученного из металлургического сортового коксующегося угля (однако, он также может быть в виде древесного угля, полученного из древесины, или в других формах углерода.).
- Углерод выполняет две функции в производстве железа. Во-первых, он является восстановителем для преобразования оксидов железа в железо. Во-вторых, углерод служит источником энергии для выработки тепла при экзотермической углеродно-кислородной реакции.
- Доменный газ получают в процессе горения кокса в доменных печах. Как правило, он отделяется и используется в качестве топлива частично на заводе и частично в других технологических процессах сталеплавильного производства или на электростанциях, предназначенных для сжигания доменного газа. Доменный газ может также отделяться и направляться из железообрабатывающего и сталеплавильного цеха в установку коксования основного производства и сжигаться для получения энергии в коксовых печах.

Выбросы доменного производства.



- Основными выбросами при загрузке доменной печи является монооксид углерода (CO), диоксид углерода (CO₂), водород (H₂) и сульфид водорода (H₂S). Загрузка плавильных печей является источником определенного количества пыли в течение короткого периода времени.

Производство стали

- Заводы с полным металлургическим циклом, как правило, включают доменные печи и основные сталеплавильные печи с подачей кислорода (ОПКП) или в некоторых случаях мартеновские печи (МП).
- Вторичную переработку стали чаще всего проводят в электродуговых печах (ЭДП).
- Производство стали в ОПКП начинается с загрузки в конвертер 70–90 % жидкого чугуна и 10–30 % стального металлолома. Далее, кислород высокой степени чистоты смешивается с углеродом в железе для получения экзотермической реакции, которая обеспечивает плавку шихты, когда понижается уровень содержания углерода. Железо из доменной печи обычно содержит 3–4 % углерода, который должен быть снижен менее чем на 1 %, очищен и легирован для получения желаемой марки стали.
- Производство стали в ЭДП как правило начинается с загрузки 100 % повторно используемого стального металлолома, который плавится с помощью электрической энергии, подаваемой к шихте через углеродные электроды, а затем очищается и легируется для получения желаемой марки стали.

Выбросы сталеплавильного производства

- Наряду с CO и CO₂, основным выбросом кислородно-конвертерного производства является обогащенная тяжелыми металлами пыль. Основная часть выбросов пыли состоит из частиц с размером менее 10 мкм (Руководство по инвентаризации выбросов ЕМЕП/ЕАОС 2009) .

Структура выбросов Челябинского электрометаллургического комбината

(Форма "2-ТП (воздух)" Сведения об охране атмосферного воздуха ОАО
"ЧЭМК", 2005-2011 гг. //ОАО "Челябинский электрометаллургический
комбинат")

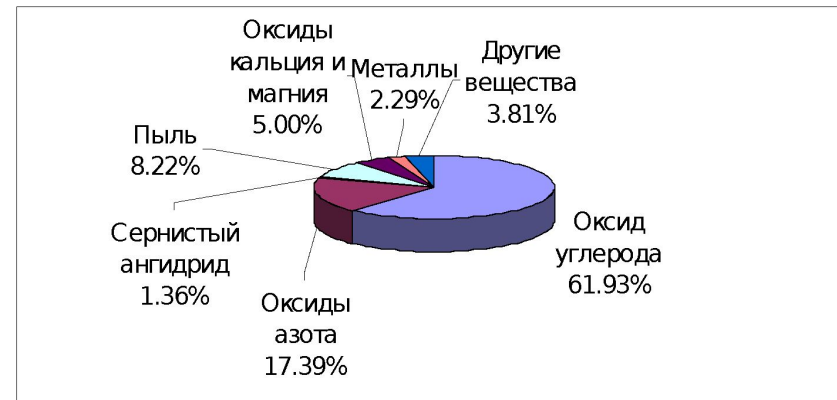
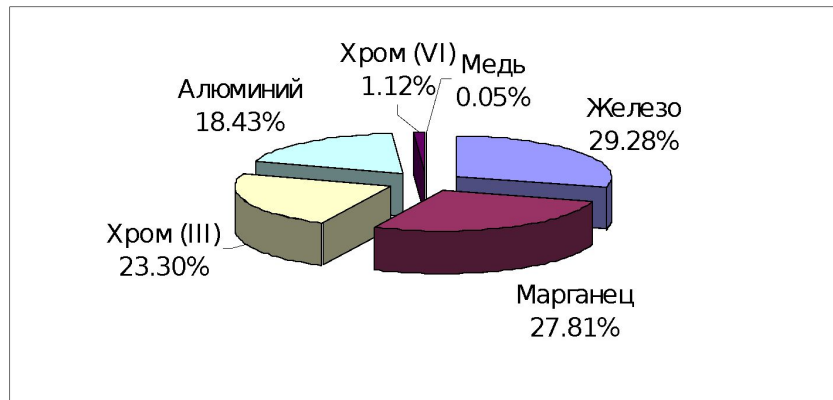
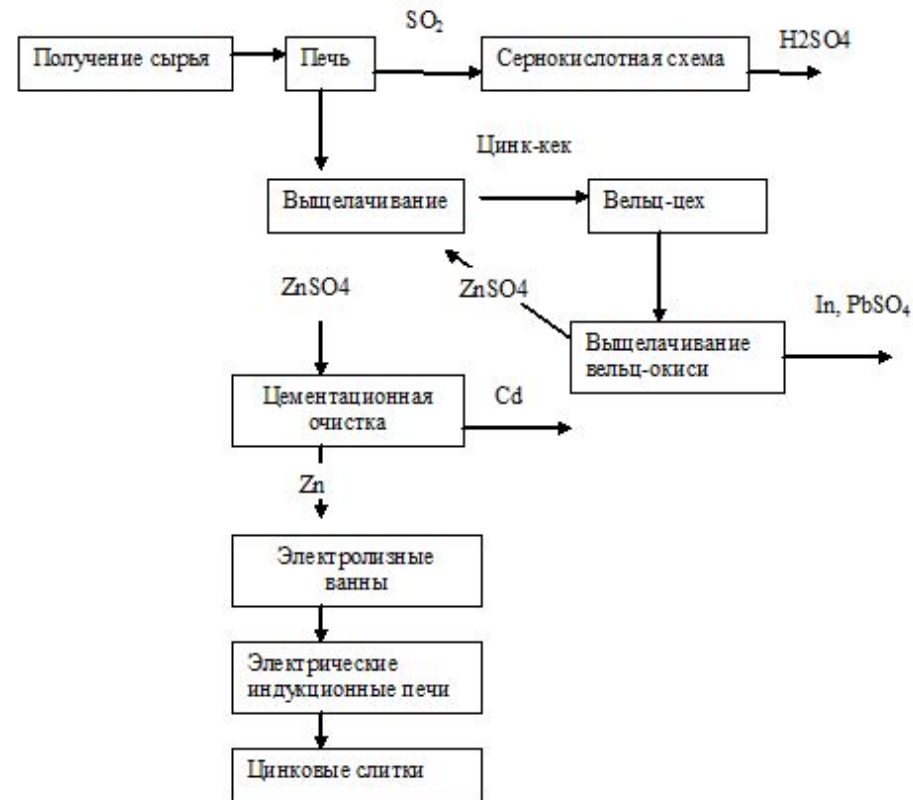


Схема гидрометаллургического извлечения цинка на ОАО ЧЦЗ



Цветная металлургия. Гидрометаллургическая схема получения цинка

- **Разгрузка цинкового концентрата и хранение.** Сульфидный цинковый концентрат с содержанием цинка 45-55 % поступает в 69-ти тонных железнодорожных вагонах и разгружается в крытом складе обжигового цеха. Основное вредное вещество: пыль концентрата (взвешенные вещества)
- **Обжиг сульфидного цинкового концентрата.** Концентраты различных поставщиков смешиваются для усреднения содержания цинка и примесей. Для обжига концентрата используется 5 печей кипящего слоя. Окисление сульфидов происходит при температуре около 950 °С за счёт подачи воздуха, обогащённого кислородом. Конечными продуктами являются цинковый огарок и сернистый газ. Цинковый огарок поступает на выщелачивание, а сернистый газ на получение серной кислоты. Основное вредное вещество: пыль концентрата и огарка, диоксид серы (сернистый ангидрид).

Получение серной кислоты

- Для утилизации сернистого газа установлены пять сернокислотных систем. Газ с содержанием SO_2 8-10 % очищается от пыли, осушается и подаётся на каталитическое окисление кислородом воздуха на ванадиевом катализаторе. Полученный после окисления серный ангидрид орошается разбавленным раствором серной кислоты с получением концентрированной серной кислоты.
- Основные вредные вещества: сернистый ангидрид; аэрозоль серной кислоты.

Выщелачивание цинкового огарка

- Выщелачивание цинкового огарка ведут в две стадии отработанным электролитом после электролиза цинка. Извлечение цинка в раствор составляет 80-86 %. Часть цинка остаётся в остатке от выщелачивания (цинковый кек), который направляется в вельц-цех. Цинковый раствор после предварительной очистки от меди, железа и силикатов направляется на тонкую очистку от вредных для электролиза примесей. Основное вредное вещество: пары сульфата цинка, меди и кадмия(взвешенные вещества), пары отработанного цинкового электролита(100гр/л серных кислот), окись кадмия

Электролиз цинка

- **Очистка цинкового раствора от примесей.** Электролиз цинка очень чувствителен к содержанию примесей меди, кадмия, кобальта, никеля, германия, таллия, сурьмы, олова, мышьяка. Для очистки растворов используется двухстадийная цементационная очистка цинковой пылью. Содержание вредных для электролиза примесей снижается до 0,3-0,4 мг/л и менее. Очищенный цинковый раствор с содержанием цинка 130-150 г/л направляется на охлаждение и удаление из раствора гипса и, далее, на электролиз цинка. Из осадков I стадии цементационной очистки извлекают кадмий.
- **Электролиз цинка.** Очищенный цинковый раствор смешивается с отработанным электролитом для повышения содержания цинка до 50-55 г/л и подаётся в электролизные ванны. Осаждение металлического цинка ведётся при постоянном токе 350-450 А/м². В качестве катода используется алюминиевый лист. Анод изготовлен из свинца, легированного серебром (0,7 %). Время наращивания цинка – 48 часов. Вес катода с цинком – около 160 кг. Катодный цинк сдирается на 3-х автоматических сдирочных комплексах и направляется на переплавку. Раствор после электролиза частично обогащается очищенным цинковым раствором и возвращается на электролиз цинка, а частично направляется на выщелачивание цинкового огарка и вельц-оксида.
- **Переплавка катодного цинка.** Катодный цинк переплавляется в двух электрических индукционных печах производительностью до 200 тысяч тонн цинка в год каждая. Одна печь используется для получения чистого цинка, другая для производства цинк-алюминиевого сплава.
- **Основные выбросы от отделения электролиза цинка:** пары отработанного цинкового электролита(серная кислота); пыль дросса(окись цинка); хлор; хлористый водород; пары хлористого аммония.

Переработка цинкового кека

- **Вельцевание цинкового кека.** Цинковый кек содержит около 20 % цинка, индий, кадмий, свинец, медь. Для извлечения этих металлов его смешивают с коксовой мелочью и нагревают до 1250-1350 °С во вращающейся трубчатой печи – вельц-печи. Тепло выделяется за счёт сгорания коксовой мелочи и экзотермических реакций. Продуктами вельцевания являются вельц-окись, которая содержит около 75 % оксида цинка, оксиды кадмия, индия и свинца и медистый клинкер (3-4 % меди и 30-35 % железа). Вельц-окись направляется на выщелачивание, а клинкер отгружается на медные предприятия.
- **Выщелачивание вельц-окси.** Выщелачивание вельц-окси ведут отдельно от растворения цинкового огарка для извлечения индия и свинца в товарную продукцию. На первой стадии выщелачивания при конечном pH=3,8-4,6 в раствор переходят только цинк и кадмий. Этот раствор объединяется с раствором после выщелачивания цинкового огарка. На второй стадии выщелачивания при конечной кислотности 35-55 г/л серной кислоты в раствор переходит индий. Этот раствор направляется на извлечение индия. Остаток после выщелачивания – свинцовый кек, довыщелачивается для снижения потерь цинка и отгружается на свинцовые предприятия.
- **Вредные вещества, выбрасываемые в атмосферу:** пыль цинкового кека; окись цинка; сернистый ангидрид; окись азота; окись углерода.

Структура выбросов ЧЦЗ в 2011 г.

- Как видно из рисунка, большинство выбросов приходится на основные загрязнители атмосферы (сернистый ангидрид, диоксид азота, оксиды углерода). Выбросы металлов составляют около 1%.

