МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ СТАЛИ И СПЛАВОВ

(ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

На правах рукописи

ГОЛУБЕВ ОЛЕГ ВАЛЕНТИНОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЭЛЕМЕНТОПОТОКА ХРОМА

И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ

УТИЛИЗАЦИИ ШЛАМОВ ХРОМАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

МЕТОДАМИ ЧЁРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Специальность 05.16.07 - металлургия

техногенных и вторичных ресурсов

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель - кандидат технических наук доцент Черноусое П.И.

МОСКВА

2003

Содержание

і

ВВЕДЕНИЕ 4

ГЛАВА 1. ХРОМ, ЕГО НАХОЖДЕНИЕ В ПРИРОДЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧЕЛОВЕКОМ 5

1.1. ПОЛОЖЕНИЕ В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ, ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХРОМА 5

1.2. ИСТОРИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОТКРЫТИИ ХРОМА 8

, t 1.3. ХРОМ в ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ 9

1.3.1. Содержание хрома в литосфере Земли 9

• .

j 1.3.2. Минералогия хрома 10

1.3.3. Содержание и поведение хрома в почвах 14

1.3.4. Хром в природных и техногенных водах 17

1.3.5. Хром в атмосфере 18

1.3.6. Хром в биосфере. 19

1.4. РЕТРОСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ХРОМА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ 20

1.5. РЕСУРСЫ И ДОБЫЧА ХРОМСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ 22

1.6. ХРОМ В СОВРЕМЕННОМ ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ 26

1.6.1. Применение хрома при производстве сплавов с особыми свойствами 27

1.6.2. Использование хромитовых руд в огнеупорном производстве 33

^ t

1.6.3. Производство химических соединений хрома 34

' \* \*■ 1.7. ШЛАМЫ ХРОМАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА 37

і

\*

1.7.1. Общие сведения о хроматах 3 7

1.7.2. Технология производства хроматов и источники образования хроматных шламов. 43

1.7.3. Токсическое действие соединений, содержащих Cr(VI) 47

1.7.4. Анализ известных методов утилизации шламов хроматного производства 52

ВЫВОДЫ 55

ГЛАВА 2. ДВИЖЕНИЕ ХРОМА В ПРИРОДНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДАХ 57

2.1. ПУТИ И ОБЪЁМЫ МИГРАЦИИ ХРОМА В ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ 58

2.2. СОВРЕМЕННАЯ СХЕМА ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХРОМА 61

2.3. ЭЛЕМЕНТОПОТОК ХРОМА В ПРИРОДНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДАХ 67

2.3.1. Методика построения элементопотоков 67

' 2.3.2. Построение элементопотока хрома в природной и техногенной средах 69

\_ 2.3.3. Анализ элементопотока хрома в природной и техногенной средах 75

\* 2.3.4. Элементопоток хрома на металлургическом предприятии полного цикла для условий

Череповецкого металлургического комбината 77

2.3.5. Анализ элементопотока хрома на металлургическом предприятии полного цикла 90

Выводы 93

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ШЛАМОВ

3.1. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ХРОМА В СЛОЖНЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ

СИСТЕМАХ 94

3.1.1. Теоретические основы и методика проведения термодинамического анализа 94

3.1.2. Выбор исходных данных для термодинамического анализа 96

3.1.3. Некоторые результаты термодинамического анализа 100

3.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ШЛАМОВ

ХРОМАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА 104

3.2.1. Описание объекта исследования 104

3.2.2. Подготовка шлама к высокотемпературной обработке 106

3.2.3. Высокотемпературная обработка окускованных шламов 108

3.3. МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ И РЕНТГЕНОФАЗОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ШЛАМОВ ХРОМАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА... 113

3.3.1. Методика проведения рентгенофазового анализа 114

3.3.2. Методика проведения микроскопического исследования 117

3.3.3. Результаты ренгенофазового и микроскопического исследований и их анализ 118

ВЫВОДЫ 129

ВЫВОДЫ 131

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Выводы

В целом по работе можно сделать следующие выводы:

1. Определено, что в настоящее время мощность техногенной и природной составляющих элементопотока хрома сопоставимы и составляют соответственно 4083 и 2590 тыс. т в год. При этом основное количество природного хрома концентрируется в донных отложениях Мирового океана, что делает его недоступным для использования в хозяйственной деятельности человека даже в отдалённом будущем. В то же время основная часть техногенного потока хрома распределяется между металлофондом, накопление в котором составляет 56 % от всего добываемого хрома и отходами горнодобывающей, металлургической и химической промышленности, в которых накапливается 27 % всего добываемого хрома. Хром, находящийся в этих «аккумуляторах» потенциально доступен для извлечения, причём, хром, накопленный в составе металлофонда, активно используется уже на совре¬менном этапе развития технологии. Остальные 17 % хрома, используемого в промышленном производстве, безвозвратно рассеивается в окружающей среде в процессах производства и потребления хромсодержащей продукции.

2. Проведён термодинамический анализ поведения более чем 25 соединений хро¬ма при термообработке в различных термодинамических условиях, в том числе в смесях с различной массовой долей железорудного концентрата. Показано, что для технологии переработки шламов оптимальным является интервал тем¬ператур от 1000 до 1500 °С.

3. На основе данных термодинамического анализа проведены лабораторные ис-следования, показавшие, что при термообработке окускованных шламов со-единения хрома не образуют самостоятельных фаз, а хром переходит либо в шпинельную структуру магнетита, либо в силикатную связку, что исключает его возможное токсичное воздействие на окружающую среду при дальнейшей переработке в восстановительных агрегатах (доменных печах).