

Преподаватель:

к.т.н., доцент Синёва Светлана Игоревна
svetlana.sinyova@gmail.com

Курс лекций на направлении: «Введение в специальность»
Специализация: «Металлургия цветных, редких и благородных металлов»

Темы предстоящих лекций:

1. Руды и минералы тяжелых цветных металлов
2. Основы технологии переработки руд цветных металлов
3. Цветные металлы и сплавы
4. Основы получения никеля
5. Основы получения меди

В конце курса: экзамен (допуск после сдачи лабораторных работ и успешной защиты реферата)

Удачи!!!!

Лекция № 1:

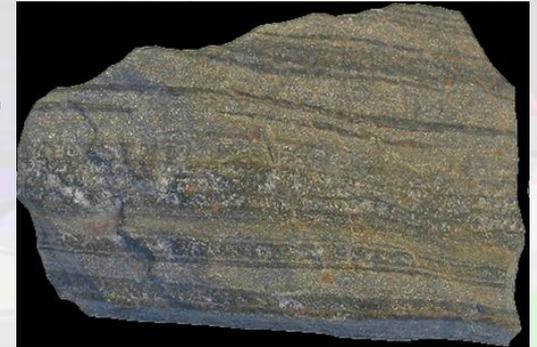


**Руды и минералы
тяжелых цветных металлов**



ПОНЯТИЕ «РУДА» И «МИНЕРАЛ»

Руда – горная порода, содержащая в своем составе металл или металлы в таких количествах, которые при современном уровне развития обогатительной и металлургической технологий могут быть эффективно извлечены в товарную продукцию.



Минерал - химические соединения металлов, образовавшиеся в результате длительного воздействия высоких температур, давления и других геологических факторов



Минералы

Ценные минералы

Пустая порода

Ценные минералы - твердые кристаллические вещества, несущие в себе извлекаемый металл



КЛАССИФИКАЦИЯ РУД

- В зависимости от состава руды и минералы могут быть:
 - оксидными;
 - сульфидными;
 - самородными

Примеры:

1. Сульфиды - халькопирит CuFeS_2
2. Окислы - гематит Fe_2O_3
3. Карбонаты - смитсонит ZnCO_3
4. Алюмосиликаты - каолинит $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
5. Самородные минералы – свободные элементы или их сплавы (Cu, Ag, Au, Pt)



КЛАССИФИКАЦИЯ РУД

- По числу присутствующих металлов:
 - монометаллические;
 - полиметаллические.

- По характеру присутствующей пустой породы:
 - кислые
 - основные

Руда	Содержание основных компонентов, % масс									
	Cu	Ni	Pb	Zn	Fe	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
Cu сульфидная	1-20				40	35-40	15-20	3		
Cu-Ni сульфидная	1-20	1-5			45	25-35	10-20	6	3	4
Cu-Pb-Zn сульфидная	3-10		5-10	7	20	25-35	10-20	3		
Ni окисленная		1-3			5-30		30-40	5		15
Cu окисленная	1-5				2		50-75	6		

Медные руды

Основные сульфидные медные минералы:

1. Ковеллин (CuS),
2. Халькозин (Cu_2S),
3. Халькопирит (CuFeS_2),
4. Борнит (Cu_5FeS_4),
5. Кубанит (CuFe_2S_3),
6. Талнахит (CuFeS_2)

Основными компонентами пустой породы медных руд являются пирит FeS_2 и кварц. Сульфидные медные минералы имеют как гидротермальное, так и магматическое происхождение.



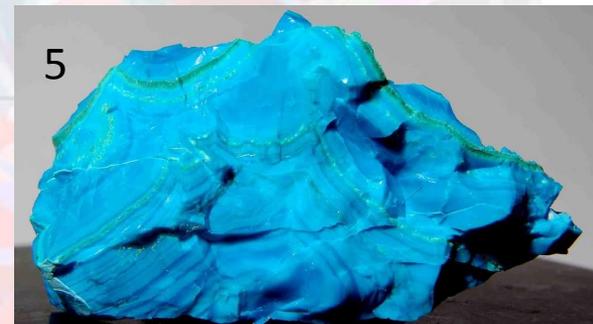
Медные руды

Основные окисленные медные минералы:

1. Малахит ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$),
2. Азурит ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$),
3. Куприт Cu_2O ,
4. Тенорит CuO ,
5. Хризоколла $\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Окисленные медные руды образовались из сульфидных минералов меди путем окисления сульфидов при высоких температурах, например при вулканической деятельности.

Приблизительно 90% известных мировых запасов меди приходится на сернистые руды, примерно 9% – в виде оксидных руд и менее 1% – в виде самородной меди.



Никелевые руды

Окисленные никелевые руды:

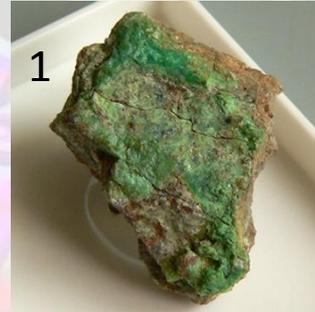
- ✓ Содержат крайне малое количество никеля – от 1,5 до 3%;
- ✓ Являются рудами вторичного происхождения, образовавшись в результате выветривания;
- ✓ Состоят из простых и сложных силикатов магния, железа и алюминия;
- ✓ Никелевые минералы в рудах находятся в тонкодиспергированном состоянии, что обуславливает практическую невозможность их обогащения;
- ✓ отличаются высоким содержанием влаги – в среднем 20-25, а иногда и до 40%;
- ✓ Характеризуются высокой неоднородностью и исключительным непостоянством химического состава как по содержанию никеля, так и по соотношению минералов в пустой породе.



Никелевые руды

Основные никельсодержащие минералы окисленных никелевых руд:

1. Гарниерит $(\text{Ni}, \text{Mg})\text{O} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
2. Непуит $3(\text{Ni}, \text{Mg})\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.



Пустая порода окисленных никелевых руд:

1. Серпентин $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,
2. Каолинит $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,
3. Тальк $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$,
4. Кварц SiO_2
и другие минералы



РУДЫ И ИХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Месторождение (полезного ископаемого) – скопление минерального вещества на поверхности или в недрах Земли, которое по количеству, качеству и горно-техническим условиям разработки пригодно для промышленного освоения, с положительным экономическим эффектом

Классификация месторождений:

По форме:

- газовые (горючие газы углеводородного состава и негорючие газы - гелий, неон)
- жидкие (нефть и подземные воды)
- твёрдые (ценные элементы, кристаллы, минералы, горные породы)

По назначению:

- рудные или металлические (месторождения металлов)
- нерудные или неметаллические (месторождения химического, агрономического, металлургического, технического и строительного сырья)
- горючие (месторождения нефти, горючих газов, углей, сланцев, торфа)
- гидроминеральные (подземные и поверхностные бытовые, технические, бальнеологические и минеральные воды)

Классификация месторождений

- Открытые месторождения
- Закрытые месторождения

По условиям образования месторождения подразделяются на серии

- Экзогенные

Формировались на поверхности и в приповерхностной зоне Земли вследствие химической, биохимической и механической дифференциации минеральных веществ, обусловленной внешней энергией Земли

- Магматогенные

Формировались в недрах Земли при геохимической дифференциации минеральных веществ, обусловленной возникновением магмы и её воздействием на окружающую среду за счёт внутриземных источников энергии

- Метаморфогенные

Формировались в процессе регионального и локального метаморфизма (изменения под действием температуры, давления, газовых и водных растворов) горных пород.

Медные месторождения

Основные страны с богатыми месторождениями меди:

Страна:	Общее количество запасов меди (%):
Чили	22
США	12
Китай	6
Казахстан	5
Польша	5
Индонезия	4
Россия	3
Замбия	3

Лидируют по добыче медной руды:

Страна:	Добыча медной руды (%):
Чили	34
США	10
Индонезия	8
Перу	7
Австралия	6
Канада	5
Россия	4
Польша	3

Самые крупные в мире запасы медных руд сосредоточены в вулканических породах Чилийских Анд.

Эскондида — самый большой в мире карьер, в котором добывают медную руду, расположенный в Чили



Никелевые месторождения



Месторождения сульфидных медно-никелевых руд

- Норильские месторождения:
 - Талнахское
 - Октябрьское),
- Мончегорское месторождение (п. Никель),
- Каула и др. (СНГ),
- Рудный район Сёдбери и месторождение Томпсон (Канада),
- Камбалда (Австралия).



Месторождения окисленных никелевых руд

- Южный Урал,
- Куба,
- Индонезия,
- Новой Каледония,
- Австралия.





СТРУКТУРА ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОВ

Этапы производства металла из рудного сырья:

1. Разведка запасов Геология
2. Добыча руды Горное дело
3. Обогащение руды (получение концентрата) Обогащение
4. Metallургическая переработка концентрата (получение чернового металла) Metallургия
5. Рафинирование металла Metallургия
6. Получение сплава Metallургия
7. Изготовление металлических изделия Metalлообработка

Геологоразведочные работы

Геологоразведочные работы — комплекс различных специальных геологических и других работ, производимых с целью поиска, обнаружения и подготовки к промышленному освоению месторождений полезных ископаемых.

Геологоразведочные работы включают в себя: изучение закономерностей размещения, условий образования, особенностей строения, вещественного состава месторождений полезных ископаемых с целью их прогнозирования, поисков, установления условий залегания, предварительной и детальной разведки, геолого-экономической оценки и подготовки к промышленному освоению.





Добыча руды: Виды разработки рудных месторождений

- 1. Открытым способом (карьер), если руда залегает неглубоко**
- 2. Подземным способом (шахта), если руда залегает глубоко**
- 3. Комбинированным способом (при сложных рудных телах)**



Обогащение руды (получение концентрата)

- **Обогащение** - предварительная подготовка сырья, основанная на различии физических свойств минералов.
- Обогащенную часть называют **концентратом**, отходы - **хвостами**.
- Обогащение возможно только после дробления и измельчения руд до крупности, позволяющей обособить отдельные зерна и расколоть сrostки минералов и пустой пород
- Обогащение упрощает и удешевляет металлургическую переработку руд, способствует расширению ресурсов минерального сырья





СПОСОБЫ ОБОГАЩЕНИЯ РУДЫ

1. Разборка по цвету, блеску и форме кусков минералов
2. Обогащение по твердости, хрупкости и форме кусков
3. Электрическое обогащение
4. Магнитное обогащение
5. Гравитационное обогащение
6. Обогащение в тяжелых средах
7. Флотационное обогащение



Талнахская обогатительная фабрика ГК «Норильский никель»



КОНДИЦИИ КОНЦЕНТРАТОВ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Примерные содержания ценных компонентов в
рудных концентратах цветных металлов:

Медный сульфидный конц. Cu 11-20%, S 30-43%

Медно-никелевый конц. Cu 4-10%, Ni 4-6%

Оловянный конц. Sn 40-55%

Свинцовый конц. Pb 30-78%, Zn 3-14%

Цинковый конц. Zn 25-50%, Cu 2-5%

Титановый конц. TiO₂ 42-63%, Fe 35-55%

Золотой конц. Au 10-250 г/т и более

Металлургическая переработка концентрата

Металлургия и металлургия — (от др.-греч. μεταλλουργέω — добываю руду, обрабатываю металлы) — область науки и техники, охватывающая процессы получения металлов из руд или других материалов, а также процессы, связанные с изменением химического состава, структуры и свойств металлических сплавов.

В первоначальном, узком значении — искусство извлечения металлов из руд.



Металлургия

Черная

Цветная

Пирометаллургия Гидрометаллургия

Пирометаллургия (от др.-греч. πῦρ — огонь) — металлургические процессы, протекающие при высоких температурах (обжиг, плавка и т. п.). Разновидностью пирометаллургии является плазменная металлургия.

Гидрометаллургия (от др.-греч. ὕδωρ — вода) — процесс извлечения металлов из руд, концентратов и отходов различных производств при помощи воды и различных водных растворов химических реактивов (выщелачивание) с последующим выделением металлов из растворов (например, цементацией, электролизом).



Рафинирование металла



Получение сплава



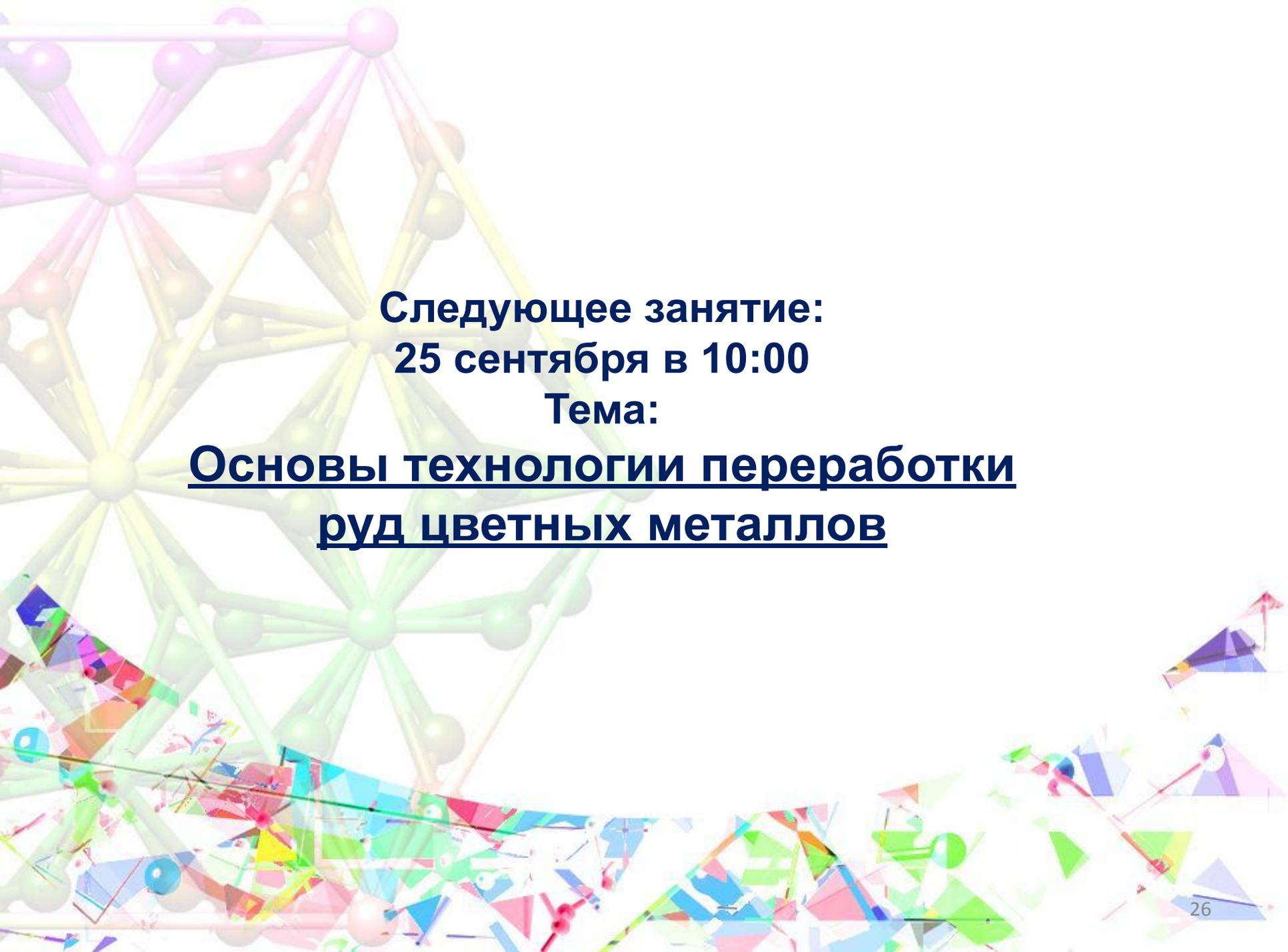
Изготовление металлических изделий (прокатка, литье, сварка, термообработка, порошковая металлургия)



Видео о металлургии


<http://www.quickwiki.com/ru/Пирометаллургия>
(на английском)

Кольская ГМК: от руды до металла (на русском)



Следующее занятие:

25 сентября в 10:00

Тема:

**Основы технологии переработки
руд цветных металлов**