

ОСОБЕННОСТИ РЕЦИКЛИНГА ПРОКАТНОЙ ОКАЛИНЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА

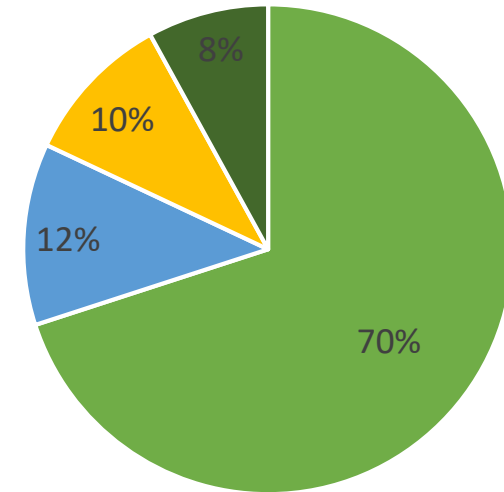
С.А. Котов, В.В. Давыдов, Т.С. Кудрявцева, О.И. Сучкова

**Санкт-Петербургский Политехнический университет
Петра Великого**

Сточные воды металлургических предприятий с тяжелыми металлами



Отходы металлургического производства



■ Шлаки ■ Шламы ■ Пыль ■ Окалина

Очистка вод от тяжелых металлов с использованием бассейнов

1. Ранние методы (зола, цеолиты)

Суть: Использование золы или модифицированного цеолита.

Недостатки: Низкая сорбционная емкость к Cu, Zn, Pb; сложность при больших объемах; высокая стоимость минералов и проблема утилизации отходов.

2. Природные и композитные сорбенты

Суть: Активация кремнистых пород, композиты с наночастицами.

Недостатки: Низкая степень очистки; трудоемкая термическая (до 300°C) и кислотная активация; использование едких веществ (HCl, NH₄OH); дорогая логистика сырья.

3. Современные высокотехнологичные решения

Суть: Модификация активированного угля сульфидом марганца (II) для удаления ртути; композиты на основе графена и хитозана или полититаната калия.

Недостатки: Узкая специализация (только Hg или только нефть); использование дорогих/едких реагентов (H₂SO₄, хлоруксусная кислота); сложность утилизации.

4. Последние разработки в области сорбентов для очистки сточных вод от тяжелых металлов

Суть: измельчение **Каменноярской опоки** (Астраханская обл.).

Недостатки прототипа: Использование первичного (природного) сырья, требующего добычи и логистики. Энергозатратная сушка (150°C) и многостадийное дробление. Не решен вопрос утилизации отработанного сорбента.

Таблица 1 – Сравнительный химический состав магнитной и немагнитной прокатной окалины

Элемент	Доля, % (масс.)	
	Немагнитная окалина	Магнитная окалина
Fe(общ)	72,8	65,04
O	23,84	33,61
Al	0,76	-
Si	1,71	0,37
Cr	0,58	-
Mn	0,32	0,83
Ca	-	0,15

Рисунок 1 – Прокатная окалина

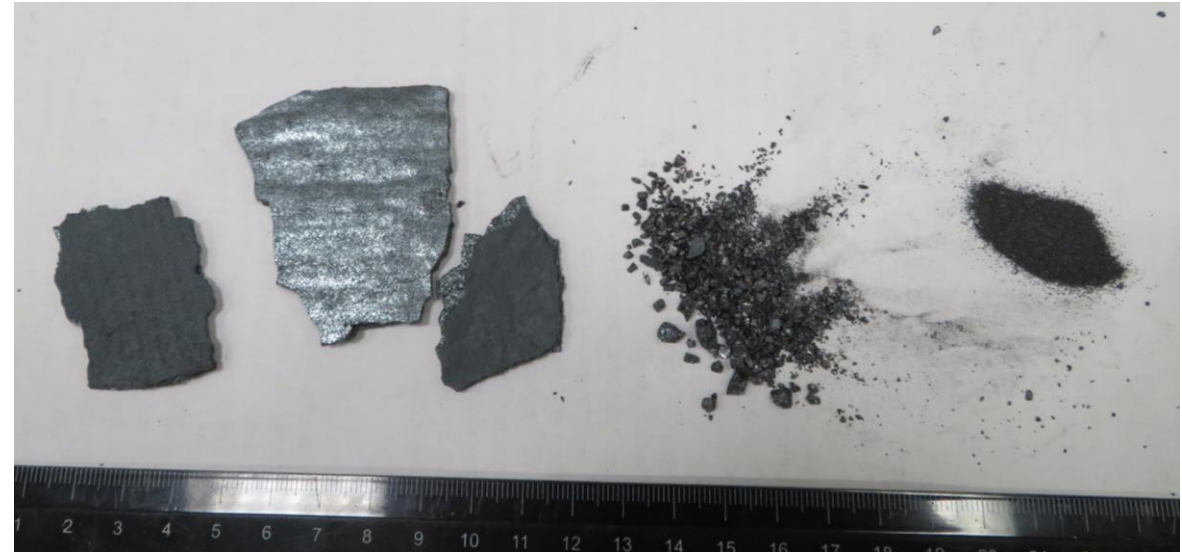


Рисунок 2 – Терморасширенный графит

Экспериментальные исследования структуры и состава прокатной окалины

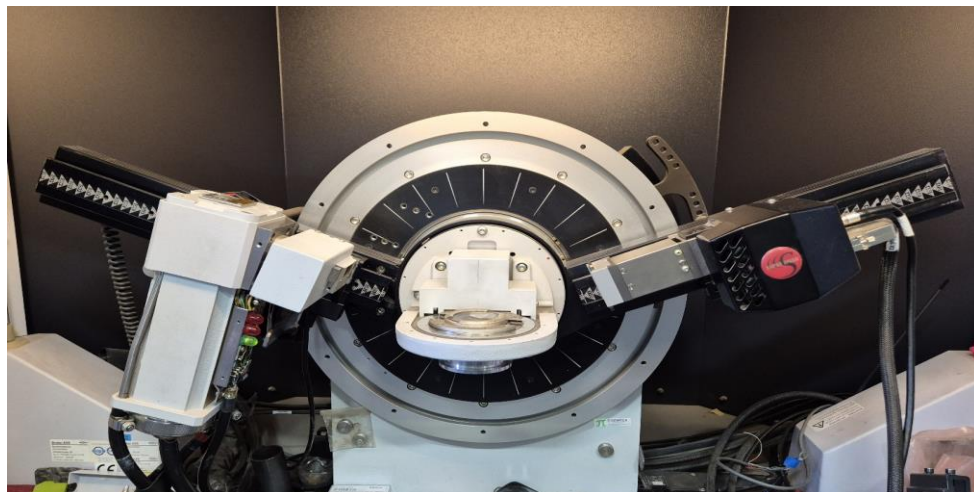


Таблица 3 - рентгенофазовый состав прокатной окалины

Сторона окалины	Фаза	Процентное содержание, %
Внешняя	Гематит (Fe_2O_3)	85,9
	Магнетит($Fe_{2,96}O_4$)	14,1
Контактная	Гематит (Fe_2O_3)	96,4
	Магнетит (Fe_3O_4)	0,8
	Волластонит ($Ca_{0.96}Mn_{0.03}Fe_{0.01}SiO_3$)	2,8



Таблица 4 - химический состав прокатной окалины

Элемент	Формула	Внешняя сторона	Контактная сторона
		Содержание, %	Содержание, %
Алюминий	Al	0,76	0,26
Кремний	Si	1,71	0,7
Хром	Cr	0,58	0,56
Марганец	Mn	0,32	1,44
Железо	Fe	72,8	74,1
Кислород	O	23,84	22,94

Конструкция для размещения фильтрующего элемента

Экспериментальная установка для фильтрации модельных растворов



Схема 1 – Модель фильтра

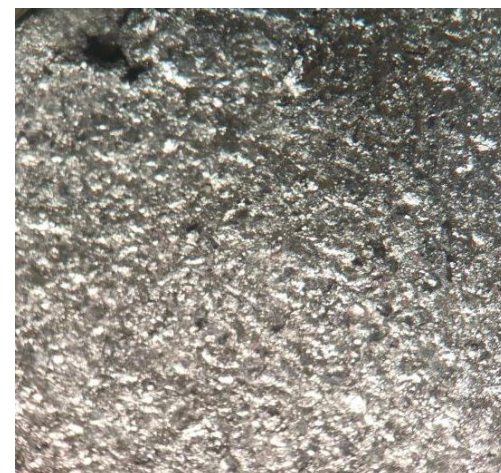
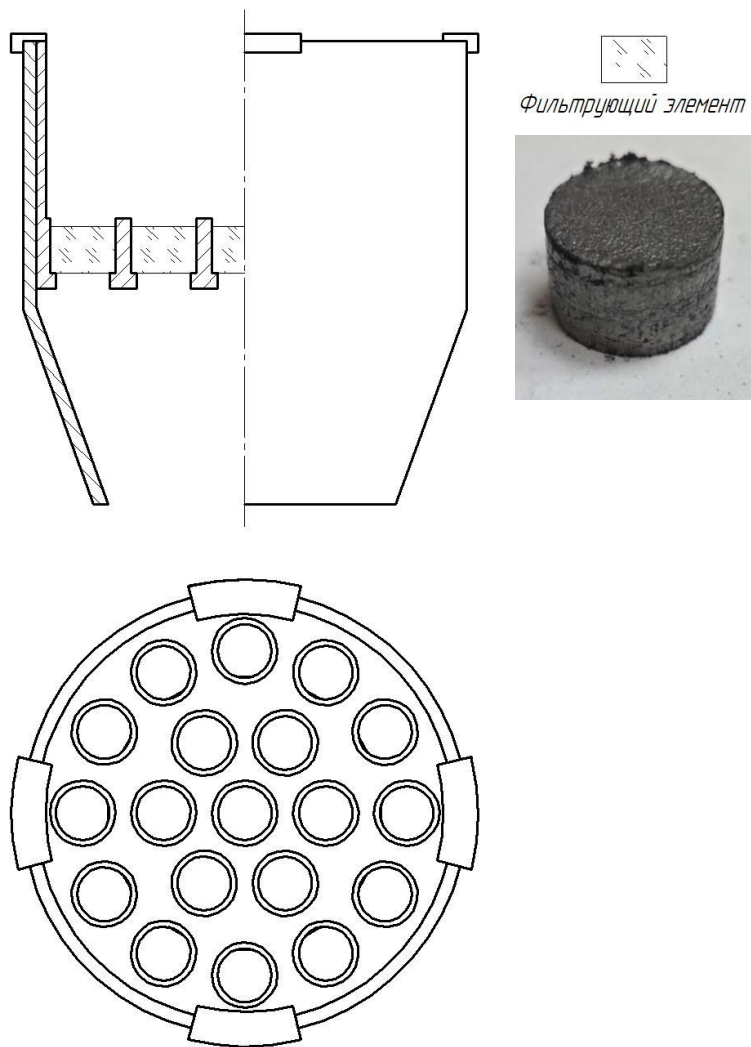
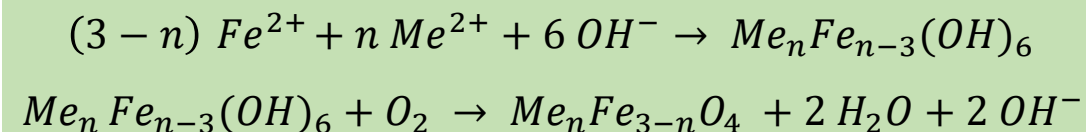


Рисунок 3 – Поверхность фильтрующего элемента

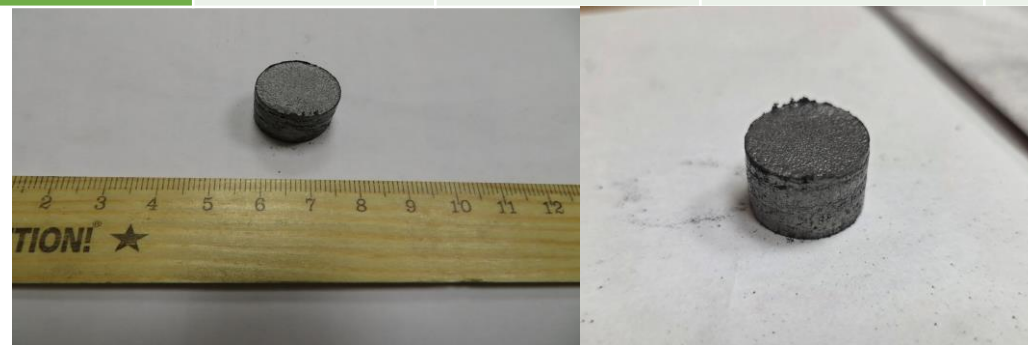
Химическая реакция формирования при взаимодействии ионов тяжелых металлов с прокатной окалиной ферритов шпинельного типа устойчивых к воздействию воды и разбавленных водных растворов сильных минеральных кислот и щелочей.



Результаты фильтрации модельных растворов с ионами тяжелых металлов и нефтяными шламами

Элементы	Промышленные сточные воды предприятия	Модельный раствор	Модельный раствор после фильтрации	ПДК
Нефтяные шламы	2.433 ± 0.147	4.564 ± 0.228	0.011 ± 0.001	0.02
Медь	0.145 ± 0.014	0.345 ± 0.017	0.0061 ± 0.0001	0.03
Цинк	0.262 ± 0.025	0.546 ± 0.022	0.0032 ± 0.0001	0.01
Никель	0.156 ± 0.014	0.234 ± 0.016	0.0043 ± 0.0001	0.02
Хром (III)	0.298 ± 0.027	0.462 ± 0.023	0.0051 ± 0.0001	0.02
Марганец	0.547 ± 0.052	1.231 ± 0.061	0.0072 ± 0.0001	0.04
Свинец	0.225 ± 0.021	0.512 ± 0.026	0.0084 ± 0.0002	0.01

Элементы	Промышленные сточные воды предприятия	Модельный раствор	Модельный раствор после фильтрации	ПДК
Нефтяные шламы	2.433 ± 0.147	4.564 ± 0.228	0.014 ± 0.001	0.02
Медь	0.145 ± 0.014	0.345 ± 0.017	0.0088 ± 0.0002	0.03
Цинк	0.262 ± 0.025	0.546 ± 0.022	0.0061 ± 0.0002	0.01
Никель	0.156 ± 0.014	0.234 ± 0.016	0.0057 ± 0.0002	0.02
Хром (III)	0.298 ± 0.027	0.462 ± 0.023	0.0083 ± 0.0002	0.02
Марганец	0.547 ± 0.052	1.231 ± 0.061	0.0123 ± 0.0002	0.04
Свинец	0.225 ± 0.021	0.512 ± 0.026	0.0098 ± 0.0002	0.01



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

С.А. Котов, В.В. Давыдов, Т.С. Кудрявцева, О.И. Сучкова

**Санкт-Петербургский Политехнический университет
Петра Великого**