

Е. Ф. Цылин

**ОБОГАЩЕНИЕ
В СТАДИЯХ РУДОПОДГОТОВКИ**

Екатеринбург – 2015

Министерство образования и науки
Российской Федерации
Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный
университет»



Е. Ф. Цыпин

**ОБОГАЩЕНИЕ
В СТАДИЯХ РУДОПОДГОТОВКИ**

Научная монография

Екатеринбург – 2015

Рецензенты: *Козин В. З.*, заведующий кафедрой обогащения полезных ископаемых ФГБОУ ВПО «УГГУ», профессор, доктор технических наук
Корнилков С. В., директор Института горного дела УрО РАН, профессор, доктор технических наук;
Борисков Ф. Ф., старший научный сотрудник Института горного дела УрО РАН, кандидат геолого-минералогических наук

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Уральского государственного горного университета

Цыпин Е. Ф.

Ц96 **Обогащение в стадиях рудоподготовки:** научная монография / Е. Ф. Цыпин; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. – 303 с.

ISBN 978-5-8019-0330-9

В книге рассмотрены вопросы обогащения полезных ископаемых в стадиях рудоподготовки, применяемые в рудоподготовке методы и процессы обогащения, их теоретические и физические основы. Приведено описание обогатительного оборудования и примеры технологий с использованием обогатительных процессов в стадиях рудоподготовки. Большое внимание в книге уделено описанию и применению информационных методов обогащения, которые до настоящего времени в отечественной и зарубежной литературе освещены недостаточно. Изложены подходы к оценке обогатимости руд и последствия применения обогащения в стадиях рудоподготовки.

Книга предназначена для реализации основной образовательной программы подготовки специалистов по направлению 21.05.04 (130400.65) «Горное дело», по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых», а также может быть полезна инженерно-техническим специалистам и научно-педагогическим работникам предприятий и организаций горного и металлургического профилей.

Рис. 115 Табл. 95. Библ. 110 назв.

Работа проведена в рамках задания № 2014/235 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности.

УДК 622.7

© Уральский государственный горный университет, 2015

ISBN 978-5-8019-0330-9

© Цыпин Е. Ф., 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ОСОБЕННОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ В СТАДИЯХ РУДОПОДГОТОВКИ.....	8
2. МЕТОДЫ И ПРОЦЕССЫ ОБОГАЩЕНИЯ, ИСПОЛЗУЕМЫЕ В СТАДИЯХ РУДОПОДГОТОВКИ.....	14
3. ПРОМЫВКА.....	16
3.1. Сущность процесса.....	16
3.2. Физические свойства глин и промывистость руд и песков.....	17
3.3. Промывочные машины и устройства.....	21
4. ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ.....	40
4.1. Характеристика минеральных частиц.....	40
4.2. Характеристика сред разделения.....	41
4.3. Обогащение в тяжёлых суспензиях.....	46
4.3.1. Сущность процесса.....	46
4.3.2. Приготовление и регенерация суспензий.....	47
4.4. Отсадка.....	49
4.4.1. Основы процесса отсадки.....	49
4.4.2. Разделение продуктов в отсадочной машине.....	52
4.4.3. Регулирование процесса отсадки.....	53
4.5. Оборудование для гравитационного обогащения.....	55
4.5.1. Сепараторы для обогащения в тяжёлых средах в стадиях рудоподготовки.....	55
4.5.2. Отсадочные машины.....	59
5. МАГНИТНЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ.....	71
5.1. Теоретические основы магнитного обогащения руд в стадиях рудоподготовки.....	71
5.2. Магнитные свойства минералов.....	73
5.3. Магнитные поля сепараторов.....	75
5.4. Движение частиц руды в магнитных сепараторах.....	77
5.5. Магнитные сепараторы.....	80
6. ИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ.....	87
6.1. Информация и обогатительные процессы.....	87
6.2. Теоретические основы.....	89
6.2.1. Способы получения информации.....	89
6.2.2. Признаки разделения.....	92
6.2.3. Параметры и алгоритмы разделения.....	93
6.2.4. Режимы информационных процессов обогащения.....	99

6.3. Физические свойства, используемые для получения информации о составе и характеристиках объектов разделения	101
6.3.1. Радиоактивность. Радиоактивный распад. Характеристики радиоактивных излучений и потоков частиц	101
6.3.2. Взаимодействие ионизирующих излучений и потоков частиц с ядрами и внутренними электронными оболочками атомов	107
6.3.3. Ионизирующие излучения и потоки частиц	108
6.3.4. Взаимодействие заряженных частиц с атомами и ядрами	110
6.3.5. Взаимодействие нейтронов с веществом	113
6.3.6. Взаимодействие γ -излучения с веществом на атомном и ядерном уровнях	119
6.3.7. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом на атомном уровне.....	135
6.3.8. Взаимодействие излучений с минералами и горными породами	136
6.3.9. Взаимодействие ультрафиолетового излучения с веществом	137
6.3.10. Люминесценция	138
6.3.11. Взаимодействие видимого излучения с веществом.....	143
6.3.12. Использование излучения инфракрасного диапазона	154
6.3.13. Взаимодействие радиоволнового излучения с веществом.....	159
6.4. Классификация групп информационных методов	166
6.5. Оборудование для информационного обогащения	168
6.5.1. Порции сортировки	168
6.5.2. Рудосортировочные контрольные станции и мелкопорционные сортировочные установки	170
6.5.3. Информационные сепараторы	176
7. БОГАТИМОСТЬ СЫРЬЯ В СТАДИЯХ РУДОПОДГОТОВКИ	200
7.1. Подходы к оценке богатимости сырья	200
7.2. Предельная богатимость	203
7.3. Факторы, определяющие предельную богатимость однокомпонентного сырья	207
7.4. Предельная богатимость многокомпонентных руд	211
7.5. Оценка эффективности технологии обогащения в стадиях рудоподготовки.....	216
8. ТЕХНОЛОГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В СТАДИЯХ РУДОПОДГОТОВКИ	224
8.1. Принципиальные схемы обогащения в стадиях рудоподготовки	224
8.2. Примеры технологий обогащения в стадиях рудоподготовки различного сырья	230
8.2.1. Руды чёрных металлов.....	230

8.2.2. Урановые руды	247
8.2.3. Руды цветных, редких и благородных металлов.....	254
8.2.4. Алмазосодержащие руды	271
8.2.5. Изумрудно-бериллиевые и бериллиевые руды	275
8.2.6. Бокситы.....	277
8.2.7. Неметаллические полезные ископаемые	278
9. ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ОБОГАЩЕНИЯ В СТАДИЯХ РУДОПОДГОТОВКИ.....	284
9.1. Технологические последствия.....	284
9.2. Экономические последствия	293
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	295
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	296