

№ 4507

А.А. Николаев

STORE.MISIS.RU

# ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Решение практических задач

Учебное пособие



№ 4507    МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых  
и техногенного сырья

**А.А. Николаев**

# **ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**Решение практических задач**

Учебное пособие

Рекомендовано редакционно-издательским  
советом университета



Москва 2021

УДК 622.7  
Н63

Рецензент  
д-р техн. наук, проф. *В.В. Морозов*

**Николаев А.А.**

**Н63** Обогащение полезных ископаемых : Решение практических задач : учеб. пособие / А.А. Николаев. – М. : Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2021. – 53 с.  
ISBN 978-5-907227-53-8

В учебном пособии содержится теоретическая информация о технологических показателях обогащения полезных ископаемых, показана их связь друг с другом и приведены основы их расчёта. Рассмотрены кривые обогатимости и основы проведения фракционного анализа. Представлены теоретические и практические вопросы составления технологического баланса, расчёта качественно-количественной схемы обогащения полезного ископаемого. Кратко рассмотрены основные методы определения гранулометрического состава полезных ископаемых, способы построения частных и суммарных характеристик крупности и определения на их основании гранулометрического состава полезных ископаемых и продуктов их обогащения. Описано технологическое назначение операций грохочения, а также факторы, влияющие на эффективность грохочения, и её расчёт. Рассмотрены теоретико-практические вопросы оценки показателей, характеризующих содержание воды и твёрдого в полезном ископаемом и продуктах его обогащения.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки специалитета 21.05.04 «Горное дело» и 21.05.05 «Физические процессы горного или нефтегазового производства». Может быть рекомендовано студентам других специальностей для изучения дисциплины «Обогащение полезных ископаемых».

УДК 622.7

ISBN 978-5-907227-53-8

© Николаев А.А., 2021  
© НИТУ «МИСиС», 2021

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	4
1. Технологические показатели обогащения полезных ископаемых. Кривые обогатимости .....	6
2. Расчёт технологического баланса: материальный баланс и баланс по ценному компоненту .....	16
3. Расчёт качественно-количественной схемы обогащения полезного ископаемого .....	23
4. Гранулометрический состав. Характеристики крупности руды и продуктов обогащения .....	30
5. Грохочение. Эффективность грохочения .....	38
6. Показатели, характеризующие содержание воды и твёрдого в полезном ископаемом и продуктах его обогащения .....	47
Библиографический список .....	51

# 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. КРИВЫЕ ОБОГАТИМОСТИ

Полезные ископаемые обогащают на обогатительной фабрике в соответствии с технологическими схемами. В результате обогащения полезных ископаемых на обогатительной фабрике производят товарные продукты – *концентраты*, и отходы производства – *хвосты* [1, 2].

Производственная деятельность обогатительной фабрики характеризуется следующими технологическими показателями обогащения полезных ископаемых – производительностью по руде, количеством производимого концентрата, выходом продуктов обогащения, массовой долей (содержанием) ценных и примесных компонентов в них, извлечением ценных и примесных компонентов в продукты обогащения, степенью концентрации, степенью сокращения, эффективностью обогащения и др. [1, 2].

Показатели обогащения полезных ископаемых подразделяют на количественные и качественные.

## Качественные показатели обогащения

1. *Массовая доля (содержание) ценного компонента* в полезном ископаемом или продукте его обогащения – отношение массы ценного компонента к массе полезного ископаемого или продукта обогащения. Содержание ценного компонента в руде  $\alpha$ , концентрате  $\beta_k$  и хвостах обогащения  $\beta_{xв}$  рассчитывают по следующим формулам:

$$\alpha = \frac{m_{ц.к(р)}}{M} 100 \% ; \quad (1.1)$$

$$\beta_k = \frac{m_{ц.к(к)}}{m_k} 100 \% ; \quad (1.2)$$

$$\beta_{xв} = \frac{m_{ц.к(хв)}}{m_{xв}} 100 \% , \quad (1.3)$$

где  $m_{ц,к(р)}$ ,  $m_{ц,к(к)}$  и  $m_{ц,к(хв)}$  – масса ценного компонента в руде, концентрате и хвостах обогащения соответственно;

$M$ ,  $m_к$  и  $m_{хв}$  – масса руды, концентрата и хвостов обогащения соответственно.

Например, массовая доля меди в медной руде может составлять 0,6...1,2 %, а массовая доля железа в гематитовой руде – 30...51 %.

Массовая доля примесного компонента оценивается по тем же формулам, только в числитель вместо массы ценного компонента подставляют массу примесного компонента в соответствующем продукте.

2. Для оценки качества угля и продуктов его обогащения используют *зольность*  $A^d$ , означающую массовое содержание в угле или продуктах его обогащения несгораемого при сжигании угля остатка (зола):

$$A^d = \frac{m_з}{m}, \quad (1.4)$$

где  $m_з$  – масса золы в угле или продуктах его обогащения;

$m$  – масса угля или продукта его обогащения.

Массовая доля ценного компонента в концентрате должна значительно превышать массовую долю ценного компонента в полезном ископаемом, поступающем на обогащение, а содержание ценного компонента в хвостах обогащения должно быть существенно меньше. Требования к качеству концентратов (кондиции) устанавливаются в государственных стандартах (ГОСТ), технических условиях (ТУ) или временных нормах [3–8]. К качеству товарных концентратов кроме массовой доли ценного компонента предъявляются требования по содержанию вредных примесей, гранулометрическому составу, влажности и др.

При обогащении полезных ископаемых образуются промежуточные продукты (*промпродукты*), массовая доля ценного компонента в которых меньше, чем в концентрате, но выше, чем в хвостах, поэтому промпродукты возвращают в технологический процесс, где их дообогащают.