



**И.И. Ковлеков**

**ГОРНЫЕ НАУКИ**

# **ТЕХНОГЕННОЕ ЗОЛОТО ЯКУТИИ**



**МОСКВА  
ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
2 0 0 2**

УДК 622.7:622.342.1+553.411

**Ковлеков И.И.** Техногенное золото Якутии. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2002. — 303 с. ISBN 5-7418-0195-1 (в пер.)

Изложены результаты исследования проблем извлечения золота из техногенных образований. Описаны особенности технологических свойств золота, являющихся причиной его потерь в начальной стадии обогащения. Приведены данные о качественном и количественном составе золота в хвостах. Предложены способ и устройство обогащения песков, обеспечивающие повышение эффективности извлечения техногенного золота. Рассмотрены методы извлечения тонкого золота из шлиховых концентратов методом цианирования.

Для научных и инженерно-технических работников научно-исследовательских институтов, проектных организаций, горных предприятий, а также преподавателей и студентов горных специальностей.

Табл. 76, ил. 129, список лит. — 253 назв.

**Kovlekov I.I.** Placer Gold from Tailings. — M.: Publishing house of Moscow state mining university, 2002. — 303 p. ISBN 5-7418-0195-1

The results of the research of the gold recovery from Yukutian goldbearing tailings was described in the monography. The description of peculiarities of the gold technological properties is given, which are the reason of the losses on the first stage of the processing. The experimental data on qualitative and quantitative gold contents in the tails was analysed. The method and device of sand processing was invented, which are ensuring an increase of the efficiency of the fine gold recovery. The technique of the placer gold leaching from black sand was considered.

Tabl. 76, il. 129, references. — 253 ref.

УДК 622.7:622.342.1+553.411

ISBN 5-7418-0195-1

© И.И. Ковлеков, 2002

© Издательство МГГУ, 2002

Якутия имеет наибольший объем запасов россыпного золота среди регионов России. Однако, несмотря на солидные запасы, минерально-сырьевая база россыпного золота имеет устойчивую тенденцию к истощению вследствие его интенсивной добычи и резкого снижения темпов прироста запасов. Как и в целом по отрасли, для россыпной золотодобычи Якутии характерно снижение среднего содержания и уменьшение крупности золота в исходных песках. Более того, для половины балансовых запасов россыпного золота характерно присутствие мелкого золота (менее 0,25 мм), содержание которого колеблется от 20 до 80 %.

На горных предприятиях Якутии при переходе на рыночные отношения произошло резкое удорожание всех видов горных работ и процессов переработки сырья. Поэтому в новых условиях запасы золота в техногенных отвалах становятся более реальным потенциалом для укрепления минерально-сырьевой базы. Освоенность территорий размещения отвалов, отсутствие необходимости в проведении вскрышных работ и легкая промывистость техногенных песков повышают привлекательность объектов для повторной переработки. Кроме того, запасы золота в старых отвалах при переоценке по новым кондициям нередко переходят в разряд промышленных.

Запасы золота в техногенных отвалах России составляют не менее 18 % от запасов россыпного золота. В Якутии из россыпей за весь период деятельности золотодобывающих предприятий извлечено более 1000 т золота. По расчетам, согласно нормативным уровням потерь золота в хвостах, запасы золота в отвалах составляют не менее 100—150 т. Фактические же потери золота, как правило, значительно отличались от плановых и отчетных показате-

телей. Размеры этих потерь по результатам опробований и повторных переработок иногда достигали 30—50 %.

Вместе с тем для обеспечения окупаемости повторной отработки отвалов, имеющих заведомо низкое содержание золота, необходимы изыскания более совершенных методов переработки техногенных россыпей. Углубленное изучение закономерностей характера размещения и строения техногенных россыпей, особенностей включения золота и его технологических свойств расширяет перспективы для рационального освоения техногенных запасов золота.

В работе приведены результаты многолетних исследований проблемы извлечения золота из техногенных образований Якутии за период работы автора в Институте горного дела Севера СО РАН, Якутском государственном университете и Московском государственном горном университете.

Автор выражает благодарность коллегам по работе проф. В.С. Андрееву, к. т. н. Е.Д. Саввину, горному инженеру А.А. Дмитриеву, научному сотруднику А.А. Блинову, начальнику Центральной исследовательской лаборатории Куранахской золотоизвлекательной фабрики Л.М. Кузнецовой и ее сотрудникам, принимавшим непосредственное участие в проведении научных экспериментов, а также руководителям ОАО «Алданзолото» М.Л. Бруку, В.Р. Кычкину, начальнику ТДЦ А.И. Федорову, гл. обогатителю С.Я. Дыку за содействие в организации исследований.

Автор глубоко признателен д. т. н., проф. В.М. Авдохину за ценные замечания и содействие в подготовке работы.

Автор с благодарностью примет замечания по материалам, изложенным в настоящей книге, по адресу E-mail: Kovlekov@mail.ru, Kovlekov@ok.ru, Kovlekov@Jandex.ru.

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	7
-------------------	---

## *Глава 1*

<b>ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИЕ ТЕХНОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ</b> .....	9
---	---

1.1. Техногенные россыпи .....	12
1.2. Природные и техногенные факторы .....	17
1.3. Влияние технологии добычи .....	21
1.3.1. Способы и системы разработки месторождения .....	21
1.3.2. Потери золота при обогащении .....	25
1.3.3. Причины потерь золота .....	27
1.4. Основные типы техногенных образований золота ..	29
1.5. Формирование техногенных месторождений .....	33

## *Глава 2*

<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕХНОГЕННОГО ЗОЛОТА</b> .....	37
---	----

2.1. Форма .....	39
2.2. Фазовый состав .....	42
2.3. Гранулометрический состав .....	47
2.4. Плотность .....	51
2.5. Гидравлическая крупность .....	52
2.6. Магнитные свойства .....	56
2.6.1. Золото .....	56
2.6.2. Платина .....	64

## *Глава 3*

<b>ОБОГАЩЕНИЕ ПЕСКОВ С МЕЛКИМ И ТОНКИМ ЗОЛОТОМ</b> .....	67
--	----

3.1. Проблемы извлечения мелкого золота .....	69
3.2. Гравитационное обогащение .....	80
3.2.1. Обогащение на шлюзе .....	81
3.2.2. Отсадка .....	89
3.2.3. Центробежное обогащение .....	96

3.3. Промывка высокоглинистых песков .....	102
3.4. Обогащение тонких классов .....	104
3.5. Использование магнитных сил при обогащении .....	110
3.5.1. Магнитная сепарация .....	111
3.5.2. Электродинамическая сепарация .....	112
3.5.3. Гравимагнитная сепарация .....	113

## **Глава 4**

<b>ПОТЕРИ ЗОЛОТА В ХВОСТАХ .....</b>	<b>119</b>
4.1. Выбор средств и методики опробования .....	121
4.1.1. Метод и установка магнитно-сегрегационной концентрации золота .....	122
4.1.2. Методика проведения опробования .....	132
4.2. Эфельные хвосты шлюзовых промприборов .....	136
4.2.1. Одностадиальная схема обогащения .....	137
4.2.2. Двухстадиальная схема обогащения .....	143
4.3. Опробование отсадочного промприбора .....	159
4.4. Эфельные хвосты обогатительной фабрики .....	175
4.5. Хвосты золотоизвлекательной фабрики .....	186

## **Глава 5**

<b>ДОВОДКА ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ ШЛИХОВ .....</b>	<b>195</b>
5.1. Анализ шлиховых проб .....	197
5.1.1. Амальгамация шлиха с мелким золотом .....	197
5.1.2. Лабораторный сепаратор Mozley .....	201
5.1.3. Лабораторный концентратор Knelson .....	205
5.2. Обогащение шлихов на концентрационных столах .....	207
5.2.1. Шлихообогащительные установки .....	207
5.2.2. Шлихообогащительная фабрика .....	211
5.3. Мультигравитационный сепаратор Mozley .....	214
5.4. Доводка магнитных шлихов .....	219

## **Глава 6**

<b>ЦИАНИРОВАНИЕ ШЛИХОВ .....</b>	<b>227</b>
6.1. Извлечение золота из шлихов цианированием ....	230
6.2. Цианирование на конусе .....	233
6.3. Кюветное выщелачивание .....	244
	299

6.3.1. Коэффициент фильтрации магнитного шлиха ...	244
6.3.2. Лабораторное моделирование кюветного цианирования .....	247
6.3.3. Эксперимент на пилотной установке .....	250
6.3.4. Опытнo-промышленные испытания .....	268
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	275
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	279