

УДК 622.7: 622.342.1 (043.03)

С.Н. Рахимов

**ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ
ПРИ ОБОГАЩЕНИИ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА
НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

Золото занимает среди полезных ископаемых особое место, что предопределяет постоянную научно-техническую потребность в решении проблем повышения его добычи и, как ее важнейшей составной части, совершенствования техники и технологии обогащения золотосодержащего минерального сырья. Повышение добычи золота, способствующее увеличению золотовалютных резервов страны, является важнейшей народно-хозяйственной задачей.

Исторически сложилось так, что в России до 80 % золота добывалось из россыпных месторождений и только 20 % - из коренных. В последние годы это соотношение заметно менялось в сторону повышения добычи золота из коренных месторождений.

В Российской Федерации в последние годы намечается тенденция снижения добычи золота из россыпей. Темпы добычи пока сохраняются и даже несколько увеличиваются, однако государство должно принять все меры для их поддержания.

Запасы россыпных месторождений в большинстве случаев восполняются за счет менее богатых участков, при этом в структуре разведанных запасов все большую долю в последние годы составляли средние, а затем и мелкие по запасам месторождения. По данным Роскомдрагмета и ЦНИГРИ до 40 % россыпного золота в стране со-

средоточено в месторождениях с запасами золота до 1 т при его содержании до 300 мг/м³. Только в республике Саха (Якутия) в настоящее время известно более 2500 таких месторождений. По данным ИГД ДВО РАН [1, 4] наибольшая часть запасов золота на Дальнем Востоке также относится к малообъемным россыпям со средним содержанием золота в кондиционных россыпях по Амурской области – 265 мг/м³, по Хабаровскому краю – 185 мг/м³, Приморскому краю – 91 мг/м³, в забалансовых россыпях – от 50 до 100 мг/м³. В целом за период с 1973 - 1982 гг. содержание золота в дражных песках понизилось на 28 %, составив 180 мг/м³, в открытом, гидравлическом и подземном способах переработки снижение составило 50 %, а содержание золота в песках достигло от 90 до 310 мг/м³ и продолжало снижаться в последующие годы. За последние 15 лет среднее содержание золота в песках снизилось в 2-3 раза. Средняя продуктивность россыпей достигла 200 кг и также постоянно снижается. Средняя крупность золота уменьшилась в 2,5–3 раза и, соответственно, увеличилась доля мелкого труднообогащаемого золота (МТЗ) до 40 % и выше (до 93,7 % в отдельных россыпях). На 80 месторождениях россыпного золота республики Саха (Якутия) из 281 исследованных содержание МТЗ составило выше 30 %.

Таблица 1

Характеристика основных промышленных типов россыпей золота (по Флерову И.Б., Куторгину В.И. и др.)

Тип россыпи	Состав золота по крупности, % (размер фракций, мм)		
	+ 0,25	-0,25+0,10	- 0,10
Россыпи коры химического выветривания	5-10 (до 70)	10 – 20	70 – 80
Проллювиально-аллювиальные и аллювиально-склоновые (гетерогенные)	20 – 50 (до 90)	30 – 60	30 – 60
Аллювиальные	40 – 60	30 – 50	до 10
Прибрежно-морские	20 – 30	40 – 60	10 – 20
Техногенные	10 - 20	30 - 40	40 - 50

В условиях значительного сокращения балансовых запасов россыпного золота (прирост разведанных запасов золота в последние годы составляет около 35 % от объемов добычи) и ухудшения технико-экономических показателей вновь осваиваемых месторождений, начиная с 30-х годов XX века, активно вовлекаются в разработку техногенные образования (эффелльные и галечные отвалы, хвосты ШОУ). Такие преимущества разработки техногенных месторождений, как освоенность и доступность районов, значительно меньший объем горно-геологических и подготовительных работ, легкая промывистость и, соответственно, более низкие затраты на дезинтеграцию и грохочение, относительно высокое содержание золота позволили довести фактическую долю добычи золота из техногенных запасов до 30 %. Запасы золота в техногенных отвалах России составляют не менее 18 % от запасов россыпного золота, в т.ч. в республике Саха (Якутия) не менее 100–150 т, в Амурской области – около 270 т, а в целом по Дальнему Востоку – несколько млрд. м³ продуктивной горной массы с запасами золота в сотни тонн [2, 3].

Такие особенности техногенных месторождений, как чрезвычайно вы-

сокое содержание МТЗ, в том числе в гравитационно-упорных формах (пластинчатое и чешуйчатое, «ржавое», в сростках, в «рубашке», в виде золото-содержащих амальгам и т.д.) требуют иных подходов, обеспечивающих эффективное улавливание данного золота, а также экологическую безопасность используемых технологий и оборудования.

Лежалые хвосты обогащения – еще более сложный в технологическом отношении продукт, поскольку в нем изначально концентрируются самые упорные, трудно извлекаемые формы золотин, а вследствие интенсивно проходящих процессов окисления минералов – со значительными изменениями фазового состава в направлении увеличения содержания золота, покрытого пленками оксидов. Из-за использования в прошлом при отработке данных россыпей металлической ртути золото зачастую находится в форме золотосодержащих амальгам.

В последние годы в отработку все шире вовлекаются объекты смешанного рудно-россыпного сырья (элювиально-делювиальные, прибрежно-морские и морские россыпи, золото-содержащие образования зон окисления рудных месторождений). Их характеристика, приведенная в табл. 1, показывает, что содержание МТЗ в

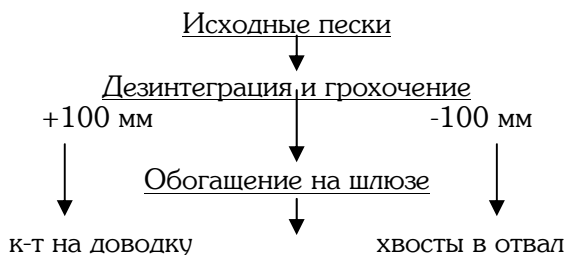


Рис. 1. Технологическая схема обогащения песков на промывочных приборах ПГШ

наиболее перспективных из них достигает 80 %.

Все большее внимание в последние годы привлекает и возможность попутного извлечения золота из песчано-гравийных месторождений. Однако, поскольку свыше 90 % золота в них присутствует в виде мелких и тонких частиц, его извлечение составляет от 25 %, причем, чем ниже содержание золота в исходных песках, тем меньше извлечение.

По данным Ю.М. Кошелева, из 35 исследованных месторождений россыпного золота Восточного Забайкалья, в 6 россыпях (Бухта-Бугарихта, Зиловская, Большая Дабиха, Аэмкан, Джекдачи и Левая Могоча) содержание тонкого золота (-0,1 мм) превысило 10 %, в т.ч. в двух последних – свыше 20 %.

Несмотря на столь значительное изменение сырьевой базы, промышленная разработка россыпей попрежнему ведется преимущественно открытым способом с использованием

гидромеханизированной и дражной технологий, а обогатительная техника представлена в основном приборами и установками, главными элементами которых являются шлюзы и отсадочные машины. В то же время многолетний опыт работ показывает, что такие свойства золота, как чешуйчатая форма частиц, пористость и гидрофобность поверхности делают трудным или невозможным извлечение МТЗ традиционными методами [5].

Большое распространение получила шлюзовая технология обогащения (до 80 % россыпной золотодобычи). Преимуществами этой технологии являются: простота обслуживания, технологическая надежность, высокая производительность и малая чувствительность к колебаниям питания. Но шлюзовая технология даёт низкую эффективность извлечения.

Отсадочная технология обеспечивает более высокое извлечение золота, поэтому она почти вытеснила шлюзовую. Отсадки на драгах повышает извлечение золота на 10-30 %.

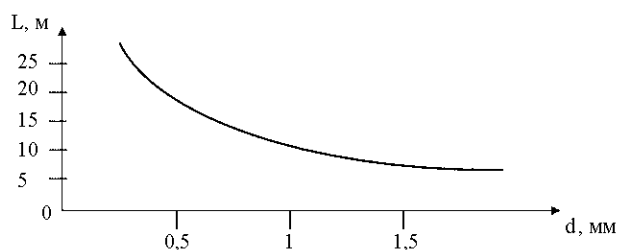


Рис. 2. Зависимость крупности извлекаемого золота от длины шлюза

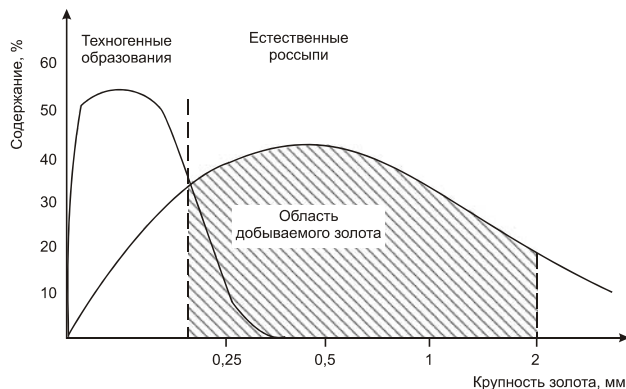


Рис. 3. Среднестатистические гранулометрические составы золота

обеспечивая снижение содержания ртути в них на 90 %.

Процесс обогащения золотосодержащего сырья геотехногенных месторождений можно осуществить путем получения шлихового концентрата при про-

Анализ новых направлений совершенствования шлюзовой и отсадочной технологии доизвлечения МТЗ показал, что они не отвечают современным требованиям: имеют низкую производительность, высокие эксплуатационные расходы и сложную регулировку процесса.

С конца прошлого века (90-е годы) начали проводиться работы по технико-технологическому обеспечению МФ-концентрации золотосодержащих песков в Московском государственном горном университете (НТЦ «Горнообогатительные модульные установки») и Читинском государственном техническом университете под руководством Кармазина В.В. и Мязина В.П. (Измалков В.А., Малахов В.А., Татауров С.Б. и др.).

Значительное внимание в работах МГГУ и ЧитГТУ уделено возможностям извлечения методом МФ-концентрации сегрегационно-диффузионной сепарации золотосодержащих песков и амальгам.

Установлено, что метод МФ-концентрации обладает высокой эколого-экономической эффективностью для утилизации золотосодержащих амальгам и ртути из техногенных россыпей,

мывке на гидрошлюзах типа ПГШ-50, ППШ-30, ШНРК и доизвлечения золота из их эффельных хвостов крупностью -10 мм на магнитно-флокуляционном концентрате типа КПМФ, сегрегационно-диффузионном концентрате типа СДК с получение черновых концентратов. Извлечение золота на магнитно-флокуляционном концентрате составлять 45 %, амальгамы – 48 % [5]. Хвосты магнитно-флокуляционной концентрации поступают на обезвоживание в бункер-обезвоживатель или на ленточный обезвоживатель, с которых идут на доизвлечение тонкодисперсного и коллоидного золота и диспергированной амальгамы, находящейся преимущественно в гетерогенно-жидком состоянии после промывки на шлюзе глубокого наполнения и магнитно-флокуляционной концентрации на сегрегационно-диффузионный концентрат. Концентраты с МФ- и СД- концентрации отправляются на доводку на шлихообогатительную фабрику.

Эти новые процессы и аппараты позволяют значительно расширить объемы золотодобычи в РФ, попутно решая вопросы защиты окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Россыпные месторождения России и других стран СНГ (минералогия, промышленные типы, стратегия развития минерально-сырьевой базы) / Отв. ред. Н.П. Павлов, Н.Г., Патык-Кара. – М.: Научный мир, 1997. – 479 с.*
2. *Макаров А.В.* Золото техногенных россыпей Красноярского края (геологические и технологические аспекты) // Разведка и охрана недр. – 1997. - № 10.
3. *Куклина Е.А.* Состояние золотодобывающей промышленности Северо-Востока: оценка современной ситуации и перспективы развития / Горн. информ.-аналит. бюлл. – 2001. – Вып.6. – С. 124-131.
4. *Крупномасштабное и комплексное освоение природных и техногенных россыпных месторождений Дальнего Востока / Ю.А. Мамаев и др. // Добыча золота. Проблемы и перспективы. Доклады семинара. – Хабаровск: ИГД ДВО РАН, 1997. – С. 13-23.*
5. *Рыбакова О.И.* «Разработка комбинированной технологии повышенного извлечения тонкого золота из отвальных продуктов», Монография-Смоленск: Смоленский регион I Ра, 2003. - 203 с.
6. *Ковлеков И.И.* Техногенное золото Якутии. МГГУ - 2002 г. **ИЛАС**

Коротко об авторе

Рахимов С.Н. – аспирант кафедры ОПИ, Московский государственный горный университет.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 22 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. *В.М. Авдохин*



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
БАТУГИН Анриан Сергеевич	Совершенствование методов оценки геодинамического состояния блочного массива горных пород в целях повышения экологической безопасности освоения недр и земной поверхности	25.00.36	д.т.н.