

УДК 622.342.1; 622.3.004.18

**О РЕСУРСНОМ ПОТЕНЦИАЛЕ ТЕХНОГЕННЫХ  
ЗОЛОТОРОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**В. С. Литвинцев**

*Институт горного дела ДВО РАН,  
ул. Тургенева, 51, 680000, г. Хабаровск, Россия*

Рассмотрены особенности ресурсного потенциала техногенных золотороссыпных месторождений. На основе результатов исследования проб техногенной горной массы двух крупных россыпных месторождений показан эффект возобновляемости их ресурсов воздействием природных (криогенных, безнапорных потоков воды, суффозионных и др.) процессов.

*Возобновляемость ресурсов техногенных россыпей, криогенные, суффозионные процессы, химические реакции*

Природные (геогенные) россыпные месторождения золота на современном этапе их освоения характеризуются рядом специфических особенностей, в частности сложностью залегания и строения, территориальной удаленностью от освоенных районов, относительной бедностью запасов, преобладанием мелкого золота и др. Неизбежен поиск альтернативных объектов золотодобычи. Ими, в первую очередь, являются рудные месторождения золота, глубокозалегающие россыпи и накопленные за многолетний период эксплуатации природных золотороссыпных месторождений техногенные россыпные образования.

Основная сырьевая база россыпной золотодобычи в Дальневосточном регионе находится в Магаданской области, Республике Саха (Якутия), Чукотском автономном округе, в Амурской области и Хабаровском крае. Известно, что добыча золота из россыпей в России за весь период их освоения составляла в среднем 80–85 % от общей добычи, что обеспечивало занятость местного населения в регионах традиционной золотодобычи. Только в конце XX в. начинает возрастать доля добычи золота из коренных месторождений. По данным исследований ЦНИГРИ [1], в 1998 г. добыча золота из россыпей, коренных и комплексных месторождений составила соответственно 48, 38 и 14 %. В 2011 г. в целом по России из россыпей добыли всего 30 % от общей добычи, и только в некоторых регионах этот показатель был выше: в Магаданской области — 71.4 %, Иркутской — 68.7 %, Забайкальском крае — 50.8 %, Республике Саха (Якутия) — 46.9 %.

После отработки россыпных месторождений скопилось несколько миллиардов кубических метров галечных, эфельных, галеэфельных, торфяных отвалов и перебуторов из отвалов [1]. Их особенность состоит в том, что содержание золота в них, являясь в основном кондиционным, зачастую превышает содержание в природных россыпях. Например, на Чукотке в природных россыпях открытого способа разработки содержание составляет  $0.196 \text{ г/м}^3$ , а в отвальных ком-

плексах —  $0.552 \text{ г/м}^3$ . И. И. Ковлеков в [2] отмечает: “В последние годы и россыпи Якутии, ранее отработанные драгой или передвижными промывочными приборами, выгодно перерабатываются вторично (техногенные россыпи Алдана, Индигирки, Кулара и др.). Отвалы промывочных приборов, на которые ранее поступали богатые пески, имели содержание свыше  $0.5 \text{ г/м}^3$ , а в отдельных случаях — и более  $1.0 \text{ г/м}^3$ ”.

Ежегодный объем добычи золота из техногенных россыпей составляет примерно 10–15 % от общего объема добытого металла, однако процесс выбора объектов разработки носит в основном случайный характер.

Для каждого региона, в зависимости от длительности эксплуатации россыпных месторождений, характерны свои особенности техногенных образований. На специфику техногенных россыпей накладываются отпечаток значительные различия природных россыпей, обусловленные рядом факторов, таких как геологические, литодинамические, морфоструктурные, климатические и др. Следует отметить, что каждое техногенное месторождение, равно как и природная россыпь, имеет свои индивидуальные характеристики, особенности, присущие только данному месторождению, которые должны обязательно учитываться при подсчете запасов и выборе технологии его разработки.

Так, например, из всего состава техногенных россыпей Хабаровского края почти 30 % — россыпи с высокой степенью глинистости и значительным содержанием мелкого и тонкого золота; около 10–15 % россыпей — легкопромывистые; остальные — россыпи средней промывистости. Небольшая группа россыпей (около 1 %) относится к труднообогатимым из-за высокого содержания попутных минералов тяжелой фракции, содержание которых может достигать более  $16 \text{ кг/м}^3$  (по данным М. С. Темникова и Г. П. Ващенко). Повышенная глинистость песков россыпей, наличие мелкого и в сростках золота, недоработки в бортах и плотике, неэффективное дезинтегрирующее и обогатительное оборудование — вот основные факторы, определяющие высокий уровень потерь металла и обуславливающие кондиционные ресурсы формируемых техногенных объектов.

Установлено [2], что самородное золото может иметь существенно низкое значение плотности, обусловленное характером зернисто-пористого внутреннего строения, поэтому для извлечения такого и мелкого золота необходимо обеспечивать особые параметры гидротока на шлюзах и применять дополнительные аппараты обогащения.

Нужно отметить, что закономерности в формировании высоких концентраций металла в структурах техногенных россыпей изучены недостаточно. Впервые исследование этого вопроса выполнено в институте ВНИИ-1 (А. С. Власов, 1958–1959 гг.) при разработке методики разведки техногенных россыпей. Изучались техногенные отвалы горных работ открытого и подземного способов добычи: отвалы торфов, гали и эфелей. В процессе выполнения работ опробованы 4 отвала торфов, 8 отвалов гали и 3 отвала эфелей, имеющих геологическое строение, как у большинства россыпей Северо-Востока страны, одинаковые горнотехнические условия эксплуатации. Общее количество опробованных борозд составило 133, а взятых секционных проб — 3646 (длина каждой секции 1 м, ширина 0.2 м, глубина 0.1 м) [3]. Полученные по результатам выполненных исследований выводы заключаются в следующем: золото в отвалах горных работ распределяется крайне неравномерно и никакого обогащения внутренних частей и подножий отвалов нет; золото в отвалах рассредоточено по всему объему, участки с высокими концентрациями обычно удалены друг от друга и разделены значительными по размеру пустыми участками со знаковым золотом; в галечных отвалах золото приурочено к глинистой “примазке” и мелкому песчано-глинистому материалу. Однако авторы исследования упустили

очень важный момент — не указали год, в котором были сформированы техногенные объекты, но по сделанным выводам можно догадаться, что исследуемые техногенные структуры “свежие”, т. е. природные россыпи отработаны недавно и техногенные объекты не подвергались длительному воздействию природных процессов.

Главный вывод — во всех структурах техногенных россыпей, даже в отвалах вмещающих пород, наблюдается значительное, зачастую кондиционное содержание золота.

В Институте горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИГД ДВО РАН) также выполнены исследования ряда крупных золотороссыпных техногенных объектов, результаты которых позволяют высоко оценить их ресурсы [4–15].

Одним из крупнейших объектов в Амурской области является россыпь р. Джалинда. Только на одном ее участке Нижний переработано 22.1 млн м<sup>3</sup> горной массы и добыто 3270 кг золота. Среднее содержание золота в песках россыпи составило 0.15 г/м<sup>3</sup>.

Рассмотрим результаты исследования морфологических характеристик, физико-химических свойств и содержания ценного компонента в отвалах техногенного россыпного месторождения р. Джалинда. Пробы извлечены из 7 шурфов глубиной 1 м с интервалом отбора 10 см. Материал каждого шурфа представлен отвальным комплексом определенного года отработки россыпи в 1930–1978 гг. Пробы объемом 20 л каждого интервала каждого шурфа отсеяны по классу 3.0 мм, затем материал крупностью – 3.0 мм пропускался через гравитационный аппарат ЦВК-200. Полученные концентраты взвешивались и классифицировались по фракциям: – 3.0 + 1.5 мм; – 1.5 + 0.5 мм; – 0.5 + 0.25 мм; – 0.25 мм. Концентрат каждого класса с помощью магнитной и электромагнитной сепарации, разделения минералов в тяжелых жидкостях доводился до шлихового золота. Шлиховое золото просматривалось под бинокулярным микроскопом МБС-9 с ручным отбором золотин. Отобранные зерна с учетом гранулометрии взвешивались, далее проводилось изучение морфологических особенностей золотин. В эфельных отвалах россыпи р. Джалинда золото представлено разнообразными морфологическими видами. Наибольшее распространение имеют пластинчатые сильно прокатанные формы желтого, бледно- и ярко-желтого цветов. Преобладают тонкие округлые и удлинённые пластинки, чешуйки с шероховатой, шагренево́й поверхностью и неровными, рваными, загнутыми, заклепанными краями. На поверхности пластинок видны следы скольжения, покрытия из гидроксидов металлов, а также пятна не снятой амальгамы серого и серебристого цветов. Периодически встречаются утолщенные пластинки с кавернозной, ямчатой поверхностью, с заполнением каверн и выемок мельчайшими частицами кварца, граната, породы (рис. 1).

Реже поверхности пластинок имеют зернистый и игольчатый облик, цвет таких индивидов золота ярко-желтый с бронзовым отливом. Мельчайшие зерна и иголки (менее 50 мкм) налипают на поверхность пластинок либо образуют радиально-лучистые узоры на крупных зернах. Формы золотин с зернистой и игольчатой поверхностями имеют размер менее 0.5 мм и наиболее распространены в эфельных хвостах отработки 1936 г. (рис. 2).

В классах крупности – 3.0 + 1.5 мм; – 1.5 + 0.5 мм встречены формы, имеющие вид округлых “пчелиных сот”. Это шаровидные зернистые агрегаты со следами пустот на поверхности и пятнами амальгамы грязно-серого цвета. Пустоты иногда заполнены зернами рудных минералов, обломками кварца и породы. Агрегаты в виде “пчелиных сот” образовались, по-видимому, в результате процесса амальгамации, когда ртуть как собиратель мельчайших частиц золота — зерен, чешуек и иголок — образовала шаровидные формы амальгамы, которые после отпарки приобретают вид желтых “пчелиных сот”.

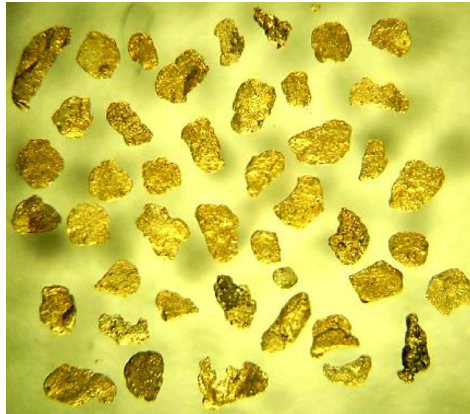


Рис. 1. Наиболее распространенная форма золотин из эфельных отвалов россыпи р. Джалинда. Ув.  $8 \times 23 \times 1.0$

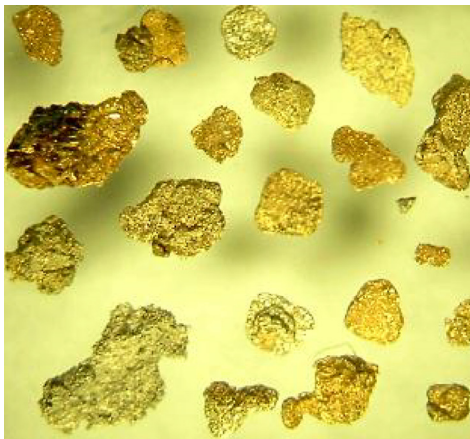


Рис. 2. Пластинки золота с зернистой и игольчатой поверхностями. Ув.  $8 \times 23 \times 1.0$

В классах крупности менее 0.5 мм, наряду с наличием пластинчатого золота, распространены округлые щетковидные зерна в виде “ежиков”. Такие формы золотин имеют грязно- и бледно-желтый цвет с покрытиями из гидроксидов железа и частично пятнами амальгамы и напоминают элементы выщелачивания.

Данные распределения золота по интервалам отбора проб в шурфах россыпи р. Джалинда представлены в табл. 1.

Сравнение крупности фракций золота в природной и техногенной горной массе россыпи показало, что ситовой состав золота природной россыпи включает 13.2 % фракций крупностью от 1.25–0.5 мм, т. е. в россыпи (по данным геологоразведки) преобладают мелкие фракции (менее 0.5 мм — 86.8 %), причем 61.7 % составляют фракции крупностью от 0.4–0.2 мм.

Количество золота в шурфах, пройденных в 7 точках отвального комплекса, различно, максимальное количество золота извлечено из шурфа отработки 1930 г., минимальное из шурфа 1969 г. (табл. 2). Содержание металла колеблется от 0.62 до 8.2 г/м<sup>3</sup>. Из табл. 2 видно, что в отвалах преобладает доля мелкого золота (менее 0.5 мм — от 56 до 91 %), исключение составляют значения, полученные при анализе концентратов проб шурфа блока россыпи отработки 1978 г., где содержание золота в крупных классах в 2 раза выше, чем в мелких.

ТАБЛИЦА 1. Зависимости распределения золота по интервалам отбора проб в шурфах техногенной россыпи р. Джалинда

Интервал отбора пробы по глубине шурфа, см	Год отработки блока природного россыпного месторождения р. Джалинда						
	1930	1936	1961	1969	1970	1973	1978
	Содержание золота в пробе, отобранной в данном интервале шурфа, г/м <sup>3</sup>						
0–10	12.5	0.9	0.8	0.2	0.1	13.4	4.55
10–20	6.05	1.45	1.95	0.55	0.35	0.75	1.05
20–30	3.1	0.2	43.6	1.15	0.35	0.375	0.95
30–40	0.315	0.6	0.75	0.6	0.55	1.5	2.75
40–50	57.1	0.25	0.9	1.5	1.7	1.65	1.1
50–60	1.3	0.75	0.8	0.65	1.1	0.65	6.3
60–70	0.7	4.1	0.3	0.45	0.7	0.7	6.65
70–80	0.17	0.3	4.85	0.35	0.65	2.45	2.35
80–90	1.05	0.55	1.15	0.6	0.85	0.35	4.95
90–100	0.2	0.6	0.55	0.15	0.7	0.2	0.8

ТАБЛИЦА 2. Количественный состав золота, выделенного из отвального комплекса россыпи р. Джалинда

Номер шурфа	Год отработки россыпи	Объем пробы, л	Количество золота в пробе шурфа, мг			Содержание золота в пробе шурфа, г/м <sup>3</sup>
			Класс крупности, мм			
			– 3.0 + 0.5	– 0.5	Всего, мг	
5	1930	200	747.0	893.8 (61)*	1640.8	8.2
6	1936	200	76.0	118.0 (60.8)	194.0	0.97
2	1961	200	453.0	660.0 (59)	1113.0	5.6
7	1969	200	36.0	88.0 (71)	124.0	0.62
1	1970	200	12.0	129.0 (91)	141.0	0.7
4	1973	200	193.0	248.0 (56)	441.0	2.2
3	1978	200	413.6	187.4 (31)	601	3.0

(61)\* — содержание мелких классов крупности в пробе шурфа, %.

Анализ данных, приведенных в табл. 1 и 2, позволяет сделать следующие выводы:

1. В пробах техногенной россыпи обнаружены частицы золота крупностью от 1.5 до 3 мм, которые не были установлены при геологоразведке, хотя в процессе разработки природной россыпи при анализе ситового состава золота по “кассе” обнаруживались золотины крупностью до 2 мм. В то же время уменьшилось содержание мелких классов крупности по суммарной пробе всех шурфов, оно составляет 55.6 % (против 86.8 % в природной россыпи). Вероятнее всего, это произошло в результате воздействия минерализованных потоков воды, вступающих в химические реакции с частицами металла.

2. Содержание золота в интервальных пробах шурфов существенно превышает содержание золота в природной россыпи. В пробах некоторых интервалов шурфов установлены “ураганные” значения содержания золота (более 10 г/м<sup>3</sup>): интервал 40–50 см — 571 г/м<sup>3</sup> (1930 г.); интервал 20–30 см — 43.6 г/м<sup>3</sup> (1961 г.), интервал 0–10 см — 13.4 г/м<sup>3</sup> (1973 г.) (табл. 1). Содержание золота в пробе шурфов 1936, 1969 и 1970 гг. меньше 1 г/м<sup>3</sup> (0.97, 0.62 и 0.7 г/м<sup>3</sup>), во всех остальных шурфах содержание золота больше 1 г/м<sup>3</sup>. Даже если не учитывать “ураганные” значения, то в любом случае содержание золота в техногенных объектах существенно превосходит этот показатель в природной россыпи.

3. Наблюдается общая закономерность: наибольшее содержание золота обнаружено на более глубоких интервалах шурфа: 40–50 см — 57.1 г/м<sup>3</sup> (1930 г.), 1.5 г/м<sup>3</sup> (1969 г.) и 1.7 г/м<sup>3</sup> (1970 г.); интервал 60–70 см — 4.1 г/м<sup>3</sup> (1936 г.) и 6.65 г/м<sup>3</sup> (1978 г.); интервал 70–80 см — 4.85 г/м<sup>3</sup> (1961 г.) и 2.45 г/м<sup>3</sup> (1973 г.). Содержание золота более 10 г/м<sup>3</sup> в верхних интервалах (10–30 см) шурфов можно объяснить высокой долей частиц металла крупностью 3–1.5 мм, которые трудно поддаются миграционным процессам в слабообводненной горной массе.

4. Общее увеличение содержания золота в техногенных объектах месторождения р. Джалинда обусловлено не только воздействием химических, но и криогенных процессов, разрушающих структуры глинистых фракций и сростков других минералов с золотом и тем самым высвобождающих свободное золото.

5. Морфологические свойства золота природной россыпи р. Джалинда существенно отличаются от золота, находящегося в техногенных отвалах. Эти различия выражаются в следующем:

- появление агрегатного состояния частиц;
- образование шаровидных зерен, сцементированных пленками ртути, применяемой в процессе первичной добычи;
- выщелачивание частиц с образованием новых форм в виде “ежиков”;
- образование плотных покрытий из гидроксидов железа;
- поверхностный рельеф золотин (каверны, выемки, присыпки минералов и породы).

Факт возобновления ресурсов золота в техногенных россыпях при длительном воздействии на них природных процессов подтверждается и геологоразведочными работами, проведенными на техногенном россыпном месторождении р. Гайфон в 1990 и 2004 гг. На рис. 3 отражена динамика изменения содержания золота по разведочной линии № 87 месторождения р. Гайфон по скважинам, пробуренным в эти годы.

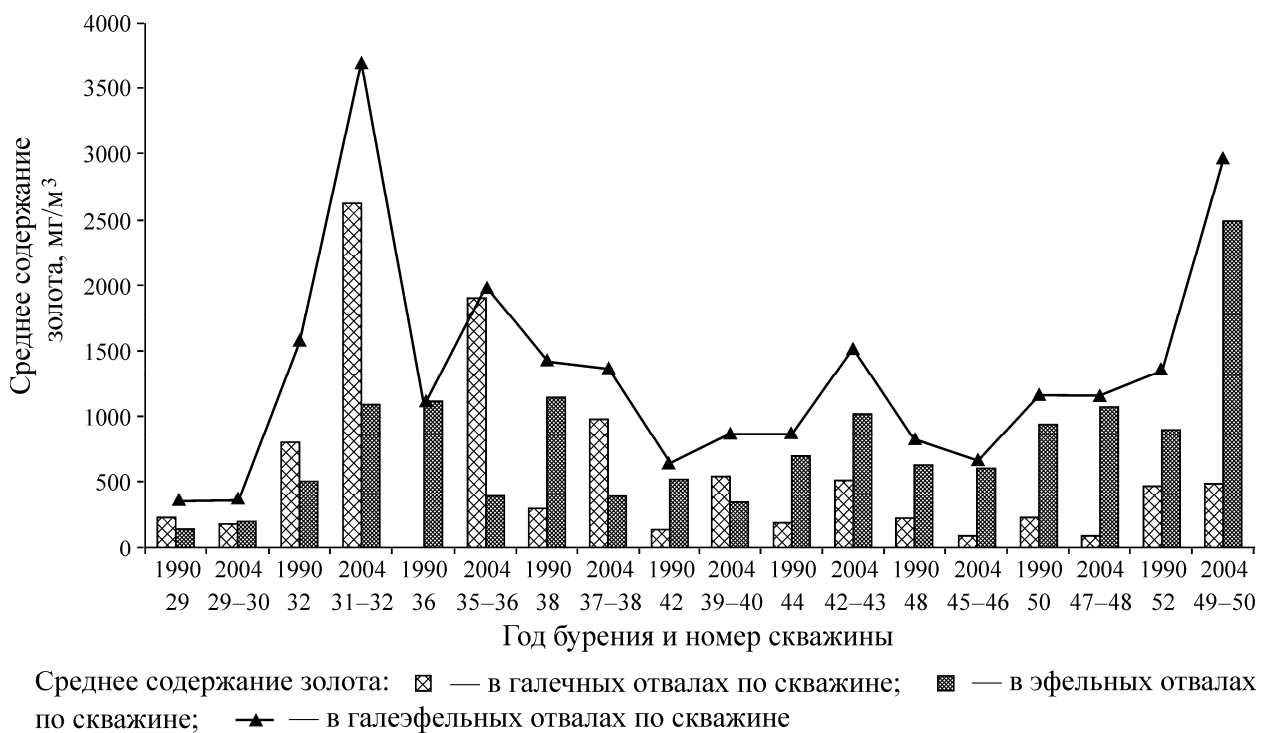


Рис. 3. Динамика изменения содержания золота по разведочной линии № 87 месторождения р. Гайфон по скважинам, пробуренным в 1990 и 2004 гг.

Результаты разведочных работ 2004 г. показывают почти везде значительное увеличение содержания золота как в галечных фракциях, так и в эфельных, по сравнению с содержанием золота, установленным в 1990 г.

Например, в скважине № 32 содержание золота в галечной фракции увеличилось почти в 3.5 раза, а в эфелях — в 2 раза. Если в 1990 г. в скважине № 36 золото в галечном отвале не было обнаружено, то в 2004 г. составило в нем почти 2 г/м<sup>3</sup>.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, не вызывает сомнений факт увеличения ресурсов полезного ископаемого в техногенных объектах под влиянием природных процессов, сопровождающийся изменением морфологии частиц металла, однако процессы миграции ценных компонентов выражены недостаточно эффективно, особенно частиц крупных размеров.

Разрабатывая технологию формирования продуктивного пласта (создание зоны концентрации ценных компонентов) техногенных золотороссыпных объектов, в ИГД ДВО РАН был выполнен ряд лабораторных и натурных экспериментальных работ, которые позволили установить важные закономерности, позволяющие определять рациональные параметры технологических процессов данной технологии.

При анализе особенностей природных гравитационно-диффузионного, миграционно-остаточного и миграционного механизмов концентрации тяжелых минералов в водно-аллювиальной среде уточнены условия, при которых их проявление наиболее вероятно — это соотношение крупности частиц аллювия и золота, соотношение гидравлической крупности минеральной частицы и вертикальной составляющей скорости безнапорного потока воды.

Установлено, что закономерности механизма миграции ценных компонентов в процессах формирования обогащенного пласта техногенной россыпи определяются промежуточными значениями между значениями критериев гравитационно-диффузионного и миграционного механизмов концентрации тяжелых минералов.

При комплексном воздействии энергии безнапорных потоков воды и циклов проморозки — протаивания техногенной горной массы зона концентрации металла по глубине горной массы смещается вниз, увеличиваясь на 20–64 % в сравнении с воздействием только энергии водного потока. Происходит ее перемещение и по длине отвала, причем преобладающее влияние здесь оказывает энергия безнапорного потока воды.

Определены операции горно-подготовительных работ (ГПР) с целью формирования безнапорного потока воды. Создан алгоритм расчета параметров ГПР при планировке отвального комплекса дражной разработки с учетом следующих требований: максимальное использование выработанного пространства, создание напора между потоками воды в водопроводящей и аккумулялирующей траншеях, зависящего от гранулометрического состава песков, содержания в них илово-глинистых фракций, коэффициента фильтрации, гидрологических и климатических условий местности [16–18].

Вопросы оценки ресурсов и освоения техногенных золотороссыпных образований и отходов минерального сырья других отраслей горнодобывающей промышленности России, включая извлечение мелкого, дисперсного и коллоидного золота, по ряду факторов (развитие минеральной базы, решение социальных и экономических проблем регионов, снижение негативного воздействия на природную среду и др.) являются весьма актуальными и требуют проведения серьезных фундаментальных исследований. Необходимо продолжить изучение механизма ук-

рупнения коллоидных и наночастиц золота воздействием на них физико-химическими методами, создать *теорию и технологию агрегирования* данных частиц до макроуровня, когда их можно будет извлекать гравитационными методами. В Дальневосточном институте минерального сырья (ДВИМС) и в ИГД ДВО РАН выполнены исследования, которые показывают принципиальные пути решения этой важной научной и практической задачи. Одним из таких методов является применение предварительной обработки минеральных проб, содержащих мелкое и тонкое золото, химическим реагентом, созданным в ИГД ДВО РАН [19].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Беневольский Б. И., Шевцов Т. П.** О потенциале техногенных россыпей золота Российской Федерации // Минеральные ресурсы. — 2000. — № 1.
2. **Ковлеков И. И.** Техногенное золото Якутии. — М.: Изд-во МГГУ, 2002.
3. **Власов А. С.** Характер распределения золота в отвалах горных работ / Труды ВНИИ-1. — Вып. 65. Геология. — Магадан, 1960.
4. **Мамаев Ю. А., Литвинцев В. С., Шевелева Е. А., Пономарчук Г. П., Шаповалов В. С.** Проблемы освоения техногенных россыпей Дальнего Востока / Рациональное освоение месторождений полезных ископаемых Дальнего Востока: сб. науч. тр. ИГД ДВО РАН. — Владивосток: Дальнаука, 1997.
5. **Литвинцев В. С., Мамаев Ю. А.** Проблемы освоения техногенных россыпей, как резерва сырьевой базы россыпной золотодобычи // ГИАБ. — 1997. — № 2.
6. **Бойко В. Ф., Мамаев Ю. А., Литвинцев В. С.** Обоснование процесса концентрации золота в приплотиковую область пласта россыпного месторождения // Колыма. — 1998. — № 4.
7. **Литвинцев В. С., Бойко В. Ф., Мамаев Ю. А.** Методика оценки содержания золота техногенных россыпей на примере Верхнего Приамурья // Колыма. — 1999. — № 1.
8. **Мамаев Ю. А., Литвинцев В. С., Пономарчук Г. П., Яцык И. А., Подшивалов В. С.** Экспериментальные исследования процессов извлечения золота из эфельных хвостов промывки песков россыпных месторождений / Актуальные проблемы повышения эффективности комплексного освоения месторождений полезных ископаемых Дальнего Востока: сб. науч. тр. ИГД ДВО РАН. — Владивосток: Дальнаука, 1999.
9. **Мамаев Ю. А., Литвинцев В. С., Пономарчук Г. П., Шаповалов В. С.** Проблемы формирования и освоения техногенных россыпных месторождений Дальнего Востока / Всерос. совещ., посвященное 90-летию академика Н. А. Шило. — Магадан: СВКНИИ, 2003. — Т. 3.
10. **Мамаев Ю. А., Литвинцев В. С., Ятлукова Н. Г., Колтун А. Г., Богданович А. В.** Новые подходы к оценке фазового состава ценных компонентов в техногенных месторождениях и способов их эффективного извлечения // Обогащение руд. — 2003. — № 6.
11. **Мамаев Ю. А., Литвинцев В. С., Пономарчук Г. П., Банщикова Т. С., Шокина Л. Н.** Выявление генетических особенностей крупных техногенных объектов россыпной золотодобычи Дальневосточного региона с целью их рационального формирования и эффективного освоения. Проблемы комплексного освоения суперкрупных рудных месторождений / под ред. К. Н. Трубецкого, Д. Р. Каплунова. — М.: ИПКОН РАН, 2004.
12. **Литвинцев В. С., Пономарчук Г. П., Банщикова Т. С.** Морфологическая характеристика золота техногенных россыпей р. Джалинда и р. Бол. Инагли и проблемы его извлечения // ГИАБ. Спец. вып. — Дальний Восток, 2005.
13. **Мамаев Ю. А., Литвинцев В. С., Пономарчук Г. П., Алексеев В. С.** Развитие теории процессов формирования техногенных россыпных месторождений // ГИАБ. Отд. вып. — 2007. — № 16.



14. Банщикова Т. С., Литвинцев В. С., Пономарчук Г. П. Морфологические характеристики техногенного золота и закономерности его пространственного расположения в отвальных комплексах / Материалы XIV Междунар. совещ. “Россыпи и месторождения кор выветривания: современные проблемы исследования и освоения”. — Новосибирск: Апельсин, 2010.
15. Литвинцев В. С., Пономарчук Г. П., Банщикова Т. С. Особенности ресурсного потенциала илоотстойников россыпных месторождений золота / Материалы XIV Междунар. совещ. “Россыпи и месторождения кор выветривания: современные проблемы исследования и освоения”. — Новосибирск: Апельсин, 2010.
16. Мамаев Ю. А., Литвинцев В. С., Алексеев В. С. Закономерности процессов формирования техногенных россыпей благородных металлов в современных условиях // Изв. вузов. Горн. журн. — 2011. — № 8.
17. Литвинцев В. С., Банщикова Т. С., Леоненко Н. А., Алексеев В. С. Рациональные методы извлечения золота из техногенного минерального сырья россыпных месторождений // ФТПРПИ. — 2012. — № 1.
18. Мамаев Ю. А., Литвинцев В. С., Алексеев В. С. Процессы формирования продуктивного пласта техногенных россыпей благородных металлов // Тихоокеанская геология. — 2012. — Т. 31. — № 4.
19. Патент № 2340689 РФ. Способ извлечения золота из иловых техногенных отложений / В. С. Литвинцев, Г. П. Пономарчук, Т. С. Банщикова, Л. Н. Шокина // Оpubл. в БИ. — 2008. — № 34.

*Поступила в редакцию 15/XI 2012*