

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации

Федеральное агентство по недропользованию

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов»
(ФГБУ «ЦНИГРИ»)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по разведке техногенных месторождений
россыпного золота и платиноидов**

Москва, 2025 г.

Агибалов О.А., Захаров А.П., Краснов А.Н., Куликов Д.А., Тарасов А.С., Шатилова Л.В. // Под редакцией А.И. Иванова. **Методические рекомендации по разведке техногенных месторождений россыпного золота и платиноидов.** – М. : ЦНИГРИ, 2025. – 121 с., 32 табл., 25 илл., 109 библиографических источников.

На основании обобщения результатов исследований и практического опыта работ на техногенных месторождениях россыпного золота приведена рациональная методика их разведки на различных стадиях геологоразведочных работ. Описаны общие положения последовательности и вариантов оценки техногенных россыпных месторождений россыпного золота и платиноидов в зависимости от наличия достоверных ретроспективных данных.

Определены параметры рациональных сетей разведочных выработок, рассмотрены виды опробования, оптимальный размер проб, необходимый комплекс исследований, изложены основные принципы подсчета запасов и мероприятия по охране окружающей среды.

Методические рекомендации разработаны с учетом более 80 замечаний и предложений, полученных от ФГКУ «Росгеолэкспертиза», ФБУ «ГКЗ», ФБГУ «ВИМС», АО «ГДК «Берелех» и еще от более 20 недропользователей, Союза старателей России и Управления твердых полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию.

Роснедра 28.05.2025 г. проведено совещание с недропользователями по рассмотрению Методических рекомендаций, по результатам которого разработана итоговая редакция документа.

Методические рекомендации одобрены и рекомендованы к применению Протоколом заседания Секции ресурсов и лицензирования твердых полезных ископаемых научно-технического совета Федерального агентства по недропользованию от 10.09.2025 г. № 04-17/9-пр.

В соответствии с решениями заседания вышеуказанной Секции, методические рекомендации будут дополняться и изменяться, после обобщения практики их применения не позднее 31.12.2028 года.

Оглавление

	стр.
Введение	9
I. Характеристика техногенных месторождений золота и платиноидов, факторы, определяющие выбор методики их разведки.....	12
1.1. Промышленные типы техногенных россыпных месторождений, условия их формирования и залегания.....	12
1.1.1. Группировка техногенных россыпных месторождений по вещественному составу.....	14
1.1.2. Группировка техногенных россыпных месторождений по способу отработки исходных целиковых россыпей.....	20
1.1.3. Недоработки (целики) в пределах техногенных россыпных месторождений	26
1.2. Основные горно-геологические факторы, определяющие потери металла при отработке целиковых россыпных месторождений и характер его распределения в техногенных отложениях	27
1.2.1. Оценка потерь при отработке целиковых россыпей.....	28
1.2.2. Характер распределения золота (МПП) и его гранулометрический состав в техногенных отложениях	34
1.2.3. Классификация запасов техногенных месторождений россыпей по сложности геологического строения	37
II. Методы разведки и опробования техногенных россыпей.....	38
2.1. Общие положения о стадийности и проведении разведки техногенных россыпей ...	38
2.2. Использование архивных данных для оценки техногенных россыпей	40
2.3. Опытно-промышленная разработка (ОПР).....	48
2.4. Методы разведки техногенных россыпей.....	52
2.4.1. Определение рационального объема пробы при разведке техногенных россыпей	54
2.4.2. Параметры рациональной сети разведочных выработок	62
2.4.3. Разведка техногенных россыпей дражных полигонов	66
2.4.4. Разведка техногенных россыпей гидравлического и раздельного (гидромеханического) способа добычи	72
2.4.5. Эксплуатационная разведка и технологическое опробование	76
2.4.6. Лабораторные работы	78
2.5. Горно-технические и гидрогеологические условия разведки и разработки ТР.....	79
2.6. Характеристика самородного золота и платиноидов в ТР, их технологические свойства.....	82
2.7. Попутные полезные ископаемые и полезные компоненты.....	90
III. Подсчет запасов техногенных россыпных месторождений	94
3.1. Общие принципы подсчета, способы и приемы вычислений.....	94
IV. Вопросы охраны окружающей среды.....	98
4.1. Изучение экологических условий.....	98
4.2. Обеспечение охраны окружающей среды	98
Заключение	101
Список использованных источников	103
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	110
Протокол заседания Секции ресурсов и лицензирования твердых полезных ископаемых научно-технического совета Федерального агентства по недропользованию от 10.09.2025 г. № 04-17/9-пр.	

Список рисунков

	стр.
Рис. 1.1 Результаты сопоставления разведки целиковой россыпи скважинами и шурфами (Чемезов, 2013).....	15
Рис. 1.2 Схема формирования продуктов отвального комплекса при дражной разработке и характер распределения в них золота (Макаров, 2001).....	16
Рис. 1.3 Схематичный поперечный профиль долины с расположением гале-эфельных отвалов гидромеханической отработки	18
Рис. 1.4 Схема строения ТР дражных полигонов по (Константинов, Гурулев; 1985ф)	21
Рис. 1.5 Схема размещения пород отвального комплекса при дражной отработке	21
Рис. 1.6 Схема размещения пород отвального комплекса при гидравлической отработке, по материалам В.А.Макарова (2001)	23
Рис. 1.7 Схема формирования намывных (а) и насыпных (б) эфельных отвалов, В.А.Макаров (2001)	25
Рис. 1.8 Характер распределения содержаний золота на площади намывного эфельного отвала россыпи «Партизанская терраса» (Макаров, 2001)	26
Рис. 1.9 Диаграмма выявления и использования запасов золотоносной россыпи (Чемезов, 2013)	33
Рис. 1.10 Характер общих закономерностей распределения золота в ТР (Гурулев, 2002).....	35
Рис. 2.1 Последовательность проведения геологоразведочных работ на ТР в зависимости от наличия ретроспективных данных	41
Рис. 2.2 РЭП в пределах ТР с неравномерным распределением золота в техногенных отложениях (Антонов, zolotodb.ru)	50
Рис. 2.3 Разведка отвального комплекса ТР горно-разведочными выработками (полигонами) с использованием материалов Добрянского Г.И. (2000)	50
Рис. 2.4 Схема разведочных горных выработок (траншеи) на техногенных отвалах дражной отработки, с секционным валовым опробованием	67
Рис. 2.5 Схематичный план разведки ТР траншеями с секционным валовым опробованием; руч. Безымянный (Чупров; 2010).....	67
Рис. 2.6 Неравномерная (линзовидная) золотоносность техногенных отложений на продольном разрезе вдоль оси разведочной траншеи (по данным бороздового опробования); руч. Безымянный (Чупров; 2010).....	69
Рис. 2.7 Схема опробования обводненного дражного отвала скважиной и шурфом (Чемезов, 2013).....	70
Рис. 2.8 Схематичный план разведки ТР траншеям и по отдельным отвалам (2010)	73
Рис. 2.9 План разведки ТР шурфами, с проходкой заверочной траншеи, с использованием материалов П.П.Подкорытова (2004).....	74
Рис. 2.10 Средне окатанное гемиидиоморфное и хорошо окатанное лепешковидное золото с тонкими пленками гидроксидов железа	86
Рис. 2.11 Палочковидные завальцованные, пластинчатые и лепешковидные золотины с тонкогубчатой поверхностью	87

Рис. 2.12 Упложенные кристаллы, их сrostки и гемиидиоморфные золотины с амальгамацией поверхности разной интенсивности	88
Рис. 2.13 Слипание золотины в результате амальгамации	88
Рис. 2.14 Пластинчатое золото с губчатой уплотненной поверхностью	89
Рис. 2.15 Агрегаты кристаллических и лепешковидных золотины, сцементированные тонкогубчатым аутигенным золотом.....	89

Список таблиц

	стр.
Таблица 1.1 Нормативные коэффициенты извлечения золота на промывочных приборах по классам крупности	28
Таблица 1.2 Классификация золота с учетом морфологии золотин (Мирзеханов, 2001).	29
Таблица 1.3 Расчет разницы в технологических потерях при учете морфологии (Мирзеханов, 2001)	29
Таблица 1.4 Нормативные значения коэффициентов извлечения (Ки) золота и платиноидов.....	32
Таблица 1.5 Сравнение гранулометрического состава золота в целиковых россыпях и остаточно-отвальных образованиях (Константинов, Гурулев, 1985)	34
Таблица 2.1 Пример учета добычи, технологических потерь и данных разведки по годам	43
Таблица 2.2 Целиковые объемы, образующие техногенный комплекс месторождения	44
Таблица 2.3 Сопоставление данных разведки и эксплуатации по годам отработки	46
Таблица 2.4 Статистический подсчет запасов по участкам ТР в контуре отработки целиковой россыпи	46
Таблица 2.5 Виды отбираемых при разведке ТР проб.....	54
Таблица 2.6 Минимальные объемы проб эфельных хвостов, дм ³ (Соломин, 1961)	57
Таблица 2.7 Ожидаемое количество золотин в пробах объемом 0,01 и 0,006 м ³ при различном среднем содержании золота в песках целиковых россыпей (Кавчик, 2000)	57
Таблица 2.8 Минимально допустимые и оптимальные объемы проб при разведке ТР, основанные на обобщении опыта проведения разведочных и опытно-методических работ	58
Таблица 2.9 Ожидаемое количество золотин в пробах объемом 1 м ³ при различном среднем содержании золота в песках техногенных россыпей (коэффициент анизотропии 1:1:1)	59
Таблица 2.10 Объем рядовой пробы при заданном классе крупности и уровне достоверности = 0,8 (коэффициент анизотропии 1:1:1).....	60
Таблица 2.11 Гранулометрические параметры, необходимые для расчета оптимального объема пробы	60
Таблица 2.12 Объем пробы, рассчитанный по «критическому» классу крупности	61
Таблица 2.13 Признаки целиковых россыпей различных структурных групп и система их разведки («Методика разведки россыпей золота...», 1992)	62
Таблица 2.14 Рекомендуемая плотность разведочной сети для повторной разведки техногенных россыпей (Цопанов, 1979).....	63
Таблица 2.15 Параметры разведочной сети и объемы проб при разведке ТР, по В.И. Емельянову (1985)	64
Таблица 2.16 Рекомендуемые параметры разведочной сети для разведки ТР, различных по способам отработки первичной россыпи	65

Таблица 2.17	Параметры разведочной сети при разведке ТР траншеями.....	68
Таблица 2.18	Площадь поперечного сечения траншеи (м ²) в зависимости от глубины и ширины полотна выработки (Савченко, 1989)	68
Таблица 2.19	Размеры квадратной сети выработок для ТР неправильной или изометричной формы.....	72
Таблица 2.20	Расчет средних содержаний золота (МПП) по данным опробования техногенных отвалов (Тарасов, 2015).....	76
Таблица 2.21	Сопоставление разведочной сети и объемов опробования целиковой и техногенной россыпей (Тарасов, 2015)	76
Таблица 2.22	Классификация песков по промывистости.....	80
Таблица 2.23	Классификация самородного золота по размерам его выделений.....	83
Таблица 2.24	Некоторые классификации золота по крупности (Словарь по геологии россыпей, 1978).....	83
Таблица 2.25	Характеристика самородного золота в россыпях по средней крупности	84
Таблица 2.26	Классификация россыпного золота по крупности золота в зависимости от значения медианного размера золотин (Кавчик, 2000).....	84
Таблица 2.27	Классы окатанности россыпного золота	84

Список сокращений

ГКЗ – Государственная комиссия по запасам;
ГРР – геологоразведочные работы;
ДФО – Дальневосточный федеральный округ;
МПГ – минералы платиновой группы;
ОПР – опытно-промышленная разработка;
ППИ – попутные полезные ископаемые;
РЭП – разведывательно-эксплуатационный полигон;
ТКЗ – Территориальная комиссия по запасам;
ТКР – Территориальная комиссия по разработке
ТМ – техногенное месторождение;
ТР – техногенная россыпь.

Введение

Техногенные россыпи (ТР) возникли в результате неполноты отработки и извлечения золота из первичных россыпей и являются резервом увеличения сырьевой базы россыпного золота, значимость которого постоянно повышается в связи с отработкой богатых и легкодоступных россыпей. Повышение цены на золото, освоенность районов золотодобычи (наличие дорог, ЛЭП, действующих предприятий), отсутствие необходимости производства горно-подготовительных работ, научно-технический прогресс в технологиях добычи россыпей и извлечения россыпного золота обусловили снижение кондиционных требований, что позволяет вовлекать в отработку большое количество ТР. По данным ряда исследователей (Кавчик, 2010; Петунина, 2012; Мирзеханов, 2013 и др.) в техногенных россыпях находятся от 10–15 до 50 % (иногда больше) содержащегося (по данным ГРР) в первичной россыпи металла. С учётом того, что за всю историю российской золотодобычи в отработку было вовлечено более 4000 россыпей (не считая множества мелких объектов), можно оценить масштаб проблемы освоения ТР как весьма значительный.

Ресурсный потенциал техногенных объектов на территории ДФО, по данным Института горного дела ДВО РАН (Рассказов и др., 2016), оценивается в пределах 4500 т; приблизительная оценка ресурсов во всех элементах техногенных объектов в целом по РФ составляет порядка 5000 т (Беневольский, 2002; Таракановский, 2008; Афанасенко, 2009 и др.). На совещании в Магадане в 2011 г. было указано, что по данным разных информационных источников в районах с длительной историей золотодобычи накопились огромные объёмы техногенных отвалов: Ленско-Бодабийнский 10,5 млрд. м³, Верхнеколымский 9,0 млрд. м³, Алданский 4,0 млрд. м³, Среднеуральский, Южноуральский, Енисейский, Верхнеиндигирский от 2,4 до 2,0 млрд. м³. В этой золотосодержащей массе пород порядка 15–20 % составляют недоработки первичных россыпей, как следствие несовершенства технических и технологических процессов добычи за столь продолжительный период.

На территориях, где оценка «техногенки» была проведена более детально (с учетом как отвальной, так и остаточно-целиковой части) ее результаты более обоснованы и сопоставимы с оценкой прогнозных ресурсов категорий Р₁+Р₂. Так, по ряду оценок прогнозные ресурсы россыпного золота в техногенных отвалах Центральной Колымы составляют от 250 до 1000 т; Амурской обл. – более 200 т; Республики Саха (Якутия) – около 300 т.

Тематике, посвященной причинам формирования техногенных россыпей в процессе проведения эксплуатационных работ по балансовым и неучтенным балансом запасам, посвящено множество отчетов, начиная с 40-х годов прошлого века, где весьма детально рассмотрены все факторы, влияющие на различного рода потери металла.

Проблема запасов золота в отвалах приисков и возможность их извлечения в своё время была поднята В.А.Обручевым (1942), который описал ряд опытов определения содержания золота в отбросах от промывки золотоносных песков в виде мути, уносимой в реки, эфелей и гальки, отвозимых в отвалы. В частности, приведены результаты ряда опытов по изучению отвалов золотодобычи, выполненных на одном из приисков Ленского золотоносного района (Лурье, 1903). Эти опыты подтвердили значительную потерю золота на промывочных приборах Ленского района.

В 1960-е гг. А.С.Власовым (ВНИИ-1) проведены объёмные опытно-методические работы, направленные на установление характера распределения золота в отвалах горных работ, по результатам которых было составлено «Временное руководство по методике повторной разведки россыпей для дражной отработки» (1959 г.), а затем «Методика повторной разведки россыпей для дражной добычи» (1962 г.).

В 1965 году в работах П.П.Богомякова и Ю.А.Травина были сформулированы основные принципы прогнозной оценки техногенных россыпей золота в пределах Центральных районов Колымы и Индигирки, которые были успешно реализованы на протяжении последующих полутора десятков лет.

Исследованиями А.Ф.Назарьева (1968), выполненными с целью оценки ресурсов техногенных россыпей в среднем течении долины р. Бодайбо, на большом фактическом материале были показаны потери при отработке россыпей драгами. Причем в отвалах оказался не только мелкий металл, но и достаточно крупные (до 1,5 см в поперечнике) самородки.

Наряду с основными перечисленными работами, с начала 1960-х годов, полемика по проблемам, связанным с техногенными россыпями, проводилась и на страницах ежемесячного производственно-технического бюллетеня «Колыма». Основным дискуссионным вопросом практически всех публикаций была методика и способы разведки ТР.

В 1987–88 гг. по заказу Геологического управления объединения «Северовостокзолото» лаборатория геолого-маркшейдерских работ ВНИИ-1 выполнила работу по теме «Анализ минерально-сырьевой базы техногенных россыпей золота Северо-Востока и разработка методических рекомендаций по их разведке и оценке», в которой рассматривался вопрос о целесообразности применения УКБ при разведке техногенных россыпей.

В 1982 и 1988 гг. ИРГИРЕДМЕТОм выпущены методические указания по оценке запасов техногенных россыпей золота дражных полигонов (В.Н.Константинов, С.С.Черенев, В.С.Гурулев и др.), в которых в качестве основного метода предложен расчетный на основе анализа данных ранее проведенной разведки и эксплуатации, с ограниченным объемом заверочных работ. Переоценкой дражных отвалов в Ленском золотоносном районе успешно занимались сотрудники ИРГИРЕДМЕТа В.Н.Константинов (1985), Искандеров, Чернов (1989). На основании выполненных исследований были подсчитаны запасы промышленных категорий по Бульбухтинскому и Хомолхинскому дражным полигонам, которые в процессе отработки получили удовлетворительное подтверждение.

Предприятием «Георесурс» выполнены ревизионные работы по оценке золотоносности техногенных россыпей Ленского района (Тверитинов, 1998). Исследованы переработанные отходы промприборов, эфеля, забойные пробы действующих драг. В итоге установлено высокое содержание тонкодисперсного и связанного золота в различных фракциях при его крайне неравномерном содержании.

Ряд исследователей (Парий, Амосов, 1998) отмечали следующую особенность ТР, известную из практики россыпной золотодобычи, – при двух-, трёхкратной отработке (чаще дражной) одного и того же полигона фиксируется примерно одинаковое извлекаемое содержание золота в перерабатываемой горной массе.

В 2001 г. вышла работа В.А.Макарова, в которой показано распределение золота в отвальном комплексе ТР, приведено обоснование объемов геологических проб, предложена технология ускоренной оценки техногенных объектов.

Следует отметить, что приведенные выше работы посвящены проблеме гравитационного извлечения золота и МППГ из техногенных отвалов. В тоже время значительная часть весьма мелкого (менее 0,1 мм), дисперсного и нанозолота (тысячные и менее доли мм) во взвешенном состоянии переносится потоками технологической воды в илоотстойники. Золото в илоотстойниках наиболее сложное для извлечения. Содержание золота в илах может достигать 10 г/т и более, но гравитационных методов его извлечения и добычи нет. Известны лабораторные опыты по применению аммиачно-тиосульфатного выщелачивания золота из техногенных объектов (Агеев, 2014), но технологическая и экономическая применимость этого и подобного ему методов пока не известны и являются предметом будущих исследований. Настоящая методика посвящена методам разведки ТР для подсчета запасов гравитационно извлекаемого золота и МППГ.

Таким образом, несмотря на значительный научно-практический задел в части разведки и отработки ТР, к настоящему времени отсутствуют единые и признанные специалистами горно-геологической отрасли методические разработки по разведке и оценке ТР золота и минералов платиноидов, которые бы в полной мере освещали задачи и методы геологоразведочных работ, учитывая разнообразие геологических и горно-технических особенностей их залегания. Необходимость ее создания определяется также и тем, что на практике, в ряде случаев, отмечается неудачная реализация освоения отработанных россыпных

полигонов, что может быть объяснено недостатками в применении методов оценки и разведки ТР, не являющихся в полной мере достоверными для конкретных горно-технических обстановок.

В процессе написания данной работы проведен анализ имеющегося обширного материала, накопленного за многолетний период изучения ТР, и на основе его обобщения выполнено создание методических рекомендаций по разведке ТР золота и платиноидов, включающей выбор рационального метода и сети опробования с учетом строения конкретных техногенных объектов различного масштаба и способов их отработки.

I. Характеристика техногенных месторождений золота и платиноидов, факторы, определяющие выбор методики их разведки

1.1. Промышленные типы техногенных россыпных месторождений, условия их формирования и залегания

Термин «техногенное месторождение» находит широкое применение в различных нормативных и законодательных документах:

- ст. 1 Федерального закона от 26.03.1998 № 41-ФЗ «О драгоценных металлах и драгоценных камнях» – добыча драгоценных металлов – извлечение драгоценных металлов из коренных (рудных), россыпных и *техногенных месторождений* с получением концентратов и других полупродуктов, содержащих драгоценные металлы;

- приказ Минприроды России и Роснедр от 14.08.2023 № 519/11 «Об утверждении Порядка предоставления права пользования...» – участком недр, содержащим *техногенное месторождение*, а запасы полезных ископаемых, поставленные на государственный баланс по результатам осуществления пользователем недр геологического изучения недр на участке недр, именуются запасами техногенного месторождения полезных ископаемых;

- ГОСТ Р 59071-2020. Национальный стандарт Российской Федерации. Охрана окружающей среды. Недра. *Техногенное месторождение*: образованные в результате изучения, добычи, переработки и обогащения полезных ископаемых скопления отходов горнодобывающих, горно-перерабатывающих и энергетических производств, содержащих полезные компоненты и (или) полезные ископаемые, расположенные на поверхности земли, или в горных выработках, или хвостовых хранилищах, получившие в установленном порядке геолого-экономическую оценку;

- методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых (2007) – запасы *техногенных месторождений* – это запасы в галечных, эфельных, гале-эфельных и торфяных отвалах; с определенной долей условности к техногенным россыпям можно отнести остаточные целиковые части месторождения, частично или полностью погребенные под отвалами (хвостами) предшествующих отработок, состоящие из бортовых, внутриконтурных, недоработанных участков первичной россыпи и охранных целиков.

Техногенные россыпи включают в себя отложения, образованные в результате отработки целиковых россыпей, промышленная значимость которых не установлена, но предполагается их рентабельная отработка:

- письмо заместителя руководителя Федерального агентства по недропользованию С.А.Аксёнова от 29.12.2018 г. – к техногенным (ранее нарушенным добычей) относятся объекты, образованные во время добычи россыпного золота, которые не содержат запасы золота, учитываемые государственным балансом;

- техногенные россыпи – это отвалы, возникшие в период разработки месторождения и содержащие россыпеобразующие металлы в количествах, делающих их разработку рентабельной; их формирование обусловлено неполнотой извлечения полезных металлов при добыче и обогащении, а также дополнительным высвобождением золота из крупнообломочной части отвалов – обломков руд, оруденелых пород, комков существенно глинистых продуктивных отложений – «окатышей», – которое стимулируется механическими воздействиями в ходе отработки россыпей (перемещения отвалов бульдозерами и т.д.) и современным выветриванием, дающими определенный эффект за период 20–30-летнего существования отвалов (Шило, 1985).

Ряд исследователей в понятие техногенные россыпи включают только отвальный комплекс, образующийся при разработке россыпного месторождения и содержащий рос-

сыпеобразующие минералы. Другие же элементы отработки россыпей (целики, недоработки по почве и кровле), которые тоже по сути сформированы в результате техногенной деятельности и часто пространственно совмещены, особенно при их неоднократной переработке, ими не учитываются.

В тоже время, при разработке ТР часто недоработки и целики дают определенную долю добычи металла, представляют практический интерес для производственных организаций и, по мнению ряда геологов, занимающихся добычей металла из техногенных образований, являются природно-техногенными объектами, неотделенными от техногенного комплекса (Луняшин, 2024). Нередки случаи, когда наличие ограниченных по площади фрагментов остаточных целиков и недоработок плотика, которые нерентабельно устанавливать (из-за их размера и хаотичного местоположения) в ходе ГРР, существенно улучшают качество промываемых песков ТР. Так, по мнению специалистов Ассоциации золотодобытчиков Амурской области межходовые (дражные), приплотиковые и внутриконтурные целики, участки незачищенного плотика распределены бессистемно и составляют значительный ресурс будущего техногенного месторождения россыпного золота.

К техногенным россыпям также могут относиться хвосты обогатительных фабрик, перерабатывающих коренные руды, в том числе поступающие в среду активного гидродинамического воздействия (сброса в акватории заливов, озер, выноса рек, размывающих хвосты). Важнейшими факторами их образования служат сепарация и обогащение материала в зоне активного волнового воздействия, способствующего возникновению повышенных концентраций полезных минералов преимущественно мелких классов.

Учитывая вышеизложенное и принимая во внимание результаты проведенного анализа материалов по разведке и отработке техногенных россыпей для целей настоящего методического руководства определение ТР принимается следующим:

- техногенная россыпь – это отходы недропользования, вскрышные и вмещающие горные породы, содержащие золото, серебро, платину и (или) металлы платиновой группы (далее – МПГ) и образованные в результате пользования участком недр, который включал в себя целиковые первичные россыпи, а также недоработки остаточных частей целиковой первичной россыпи, которые в соответствии с заключением государственной экспертизы запасов полезных ископаемых не имеют самостоятельного промышленного значения;

- техногенное месторождение россыпного золота и (или) МПГ – это техногенные россыпи, которые в соответствии с заключением государственной экспертизы запасов полезных ископаемых содержат запасы золота, серебра, платины и (или) МПГ.

Месторождения ТР можно классифицировать по следующим критериям:

- по величине запасов (малые с запасами до 0,5 т; средние – запасы 0,5–3 т; крупные более 3 т);

- по способу первичной отработки (дражный, гидравлический, открытый раздельный, комбинированный);

- по времени первичной отработки (1950–1970-е гг. (наиболее перспективные для разведки и освоения); 1980–1990-е гг. (отрабатываемые маломощной техникой при жестких условиях по средним содержаниям); современные отработки (малоперспективные для их вовлечения, с относительно низкими содержаниями);

- по современному ландшафту (нерекультивированные, рекультивированные);

- по морфологическим и литологическим особенностям плотика (легко разборный, средней крепости, трудно разборный, закарстованный);

- по промывистости песков (легко промывистые, средней промывистости, трудно промывистые);

- по первичной продуктивности (продуктивные – более 1 г/м²; средней продуктивности – от 0,5 до 1 г/м²; бедные – менее 0,5 г/м²);

- по крупности золота (с преобладанием крупного золота; с преобладанием золота средней крупности; с преобладанием мелкого золота);

- по гранулометрии исходных песков (с преобладанием крупных фракций, в т. ч. валунистые; с преобладанием средних фракций; с преобладанием мелких фракций);
- по степени пораженности многолетней мерзлотой (расположенные за пределами развития многолетней мерзлоты; с развитием сплошной и островной многолетней мерзлоты).

1.1.1. Группировка техногенных россыпных месторождений по вещественному составу

В зависимости от гранулометрического и литологического состава выделяют следующие виды составляющих ТР отвалов: галечные (галя), торфяные (торфа), эфельные (эфеля), гале-эфельные, илисто-глинистый материал отстойников, перебутор.

Торфяные отвалы (торфа) – образуются при вскрышных работах в процессе эксплуатации россыпных месторождений открытым раздельным способом. Отвалы вскрышных пород в ТР на порядок больше всех других видов отвалов вместе взятых. В литологическом отношении они представлены несортированным рыхлым материалом, включающим гальку, щебень, песок, ил, глину и растительные остатки. В состав торфов также входят наносы, которые в течении долгого времени накапливались на полигонах благодаря временным потокам, дождям, обрушению бортов и т. д. В морфологическом отношении отвалы торфов представляют собой пологие гряды, вытянутые вдоль бортов полигонов, внутриконтурных целиков. Торфяные отвалы могут также закладываться в отработанное пространство.

Поверхность отвала, если она не подвергнута рекультивации, обычно неровная, гребенчатая, подошва (плоскость основания) также неровная и определяется рельефом поверхности, на которую выложен отвал.

При повторной разработке россыпей рыхлый материал торфов часто подвергается неоднократной переваловке. В этом случае он оказывается полностью перемешанным, однако валовое первичное соотношение различных фракций рыхлого материала (а значит и фациальных разновидностей) сохраняется. Размеры этих отвалов самые различные – от мелких до очень больших и в общем случае определяются размерами отработанных площадей. Золото попадает в торфяные отвалы путем выброса его из некондиционных интервалов в момент отработки, особенно в нижних частях россыпей, где металл распределяется практически по всему разрезу.

Разведка целиковых россыпей скважинами характеризуется повышенной производительностью разведочных работ (по сравнению с проходкой шурфов), которая часто достигается в ущерб достоверности разведки, в частности часто отмечалась погрешность нанесения кровли пласта в сторону более низких высотных ее отметок по установленным условиям, что также могло приводить к попаданию металла в торфа (Рис. 1.1).

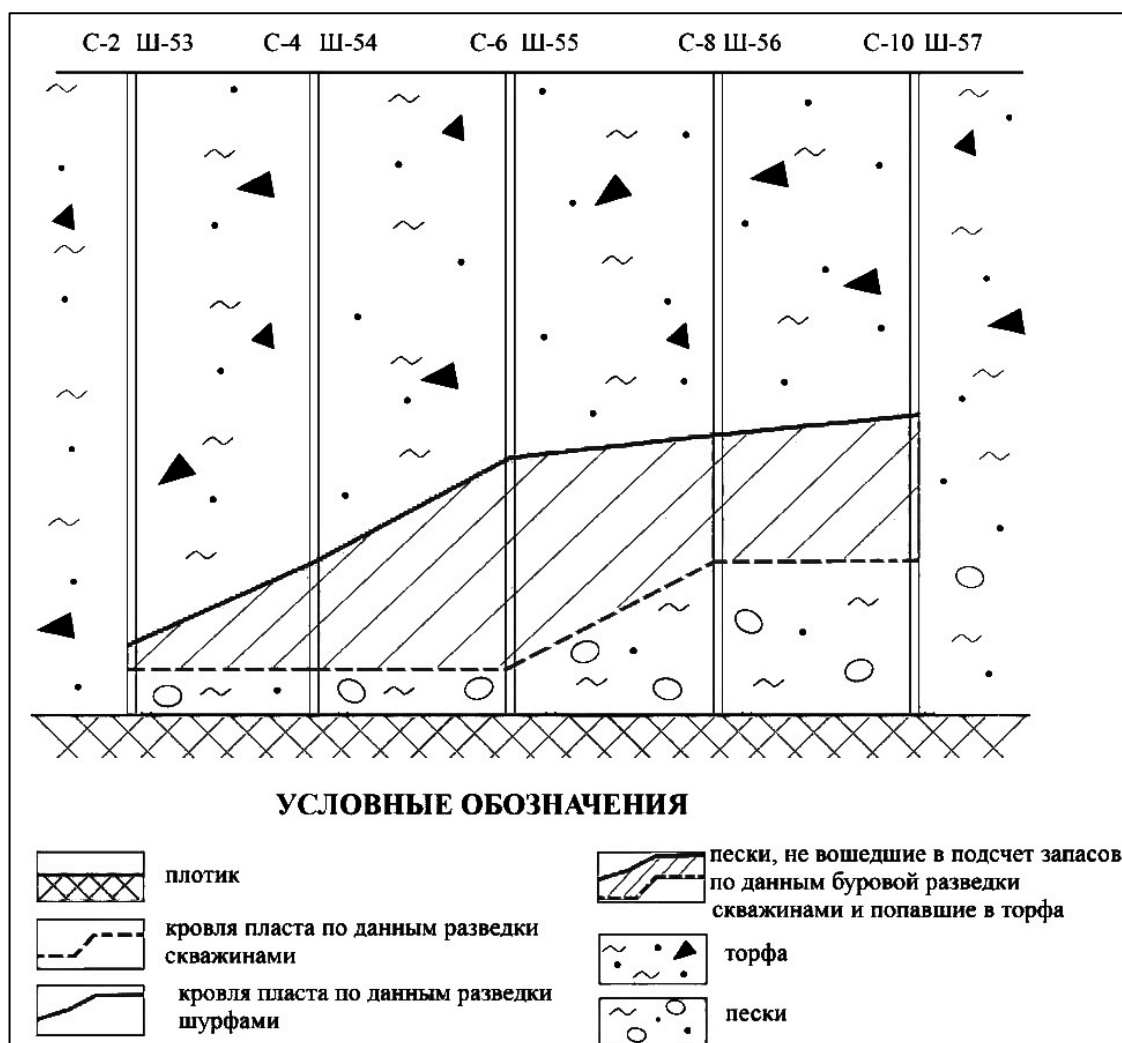


Рис. 1.1 Результаты сопоставления разведки целиковой россыпи скважинами и шурфами (Чемезов, 2013)

Своевременно вносить коррективы в положение кровли пласта песков при эксплуатации россыпи возлагается на эксплуатационную разведку, проведение которой требует больших затрат, поэтому ее зачастую не выполняли. Кроме того, по результатам опробования могла возникать необходимость отступления от проекта отработки россыпи, что могло вызывать отрицательную реакцию со стороны руководящих работников и контролирующих организаций. Все это приводит к тому, что в некоторых регионах основная часть потерь приходится на торфа.

Галечные отвалы (галя) (фракция +16 мм) скрубберных промывочных приборов образуют высокие насыпи, образованные ленточными транспортерами. Галечные отвалы шлюзовых промывочных приборов без грохочения крупных фракций песков укладываются самотеком и по мере накопления убираются бульдозерами в отдельный отвал. На полигонах дражной отработки, где галечные отвалы обычно залегают в верхней части техногенных отложений, часто формируется специфический «косовый» рельеф, представленный серией параллельных выпуклых кос (гребней) шириной 5–6 м и высотой до 1,5–3 м, на фоне которых выделяются отдельные более крупные «холмы» высотой до 5–7 м. Техногенный рельеф изобилует поросшими лесом и кустарником, гребнями галечных отвалов, пазухами дражных ходов, заполненных водой, ямами, буграми, остатками водоподпорных дамб и всевозможными канавами различного назначения.

Рыхлые отложения галечных отвалов представлены сортированным материалом и состоят в основном из различных размеров гальки с присутствием валунов и небольшого

количества песчано-глинистой фракции. Величина обломков определяется параметрами перфорации конкретного промприбора, которая чаще всего меняется в пределах от 2 до 10 см. В целом наблюдается закономерность в увеличении крупности галечного материала сверху вниз, от вершины отвалов к их подошве. В основании отвалов, как правило, присутствует крупный галечник и валуны. Песчано-глинистый материал распределяется весьма неравномерно. На одних участках он присутствует в виде примазки на гальках и валунах, на других образует прослойки небольшого размера. В большинстве случаев песчано-глинистый материал рассеян по всей массе отвалов и какую-либо закономерность в его распределении установить трудно. Промывистость отвалов, как правило, хорошая. Даже если в отвал поступали плотные глинистые окатыши, они со временем рассыпаются и легко дезинтегрируются.

Галечные отвалы могут содержать значительное количество золота по разным причинам. В дражных бочках, а иногда и в скруббер-бутарах образуются окатыши глины, которые уходят в галечный отвал вместе с золотом. На гидровашгердных приборах глинистые пески также часто промываются неудовлетворительно, монитор смывает в отвал гальку и валуны с примазками глины, а иногда и куски глинистых песков вместе с золотом. На россыпях с крупным золотом галья может содержать также самородки и золото-кварцевые агрегаты. Они попадают в отвалы при промывке песков бочечными или скрубберными приборами, так как диаметр отверстий бочечных грохотов, как правило, не превышает 20–30 мм. Содержание самородков в дражных галечных отвалах по отдельным наблюдениям может превышать 250 мг/м^3 (Кавчик, 2010).

Галечные отвалы гидравлического и раздельного способов обработки представляют собой конусообразные тела, располагающиеся на бортах россыпей или на отработанных площадях. Объемы галечных отвалов зависят от величины отработанного месторождения. Высота их зависит от рельефа местности, механизма отвалообразования, длительности стоянки прибора и может достигать 10–15 м. Поверхность нерекультивированных отвалов ровная, с углами естественного откоса около 40° .

Как показано на примере ТР Енисейского края (Макаров, 2001), при дражной обработке целиковых россыпей с хорошо промывистыми песками возможно появление двух максимумов содержаний – в основании пласта россыпи, возникающего вследствие потерь металла при зачистке коренных пород плотика, и в верхней части эфельного отвала, когда идет промывка наиболее обогащенной нижней части пласта целиковой россыпи и, соответственно, снос металла со шлюзов максимальный (Рис. 1.2).

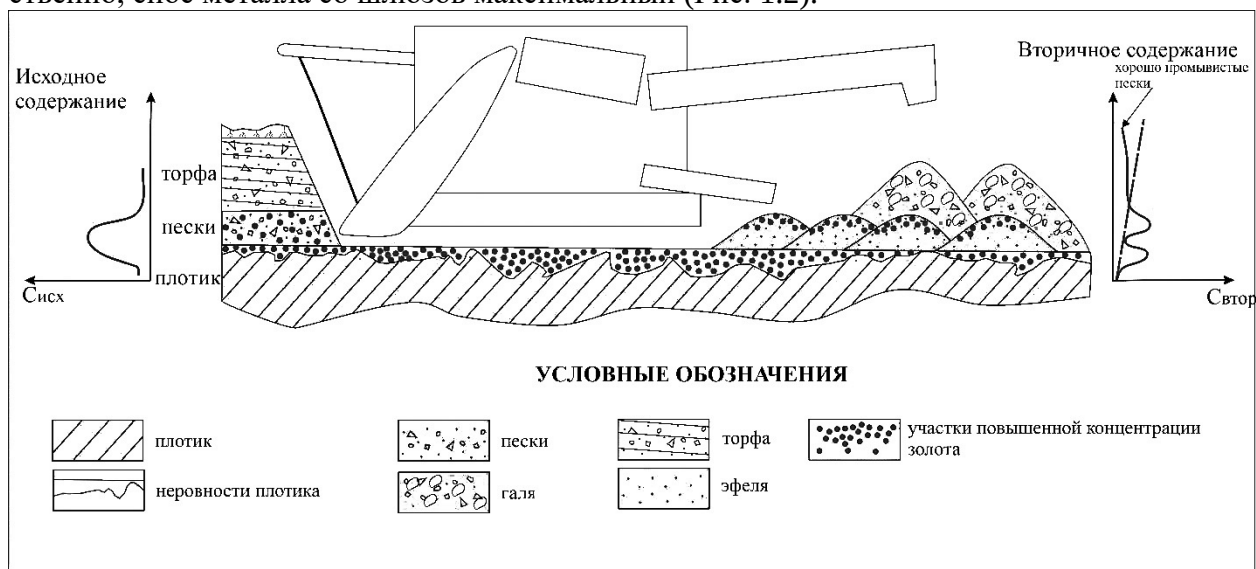


Рис. 1.2 Схема формирования продуктов отвального комплекса при дражной разработке и характер распределения в них золота (Макаров, 2001)

Золото попадает в галечные отвалы из-за несоответствия типа промывочных приборов геологическим особенностям месторождения. Например, россыпи с мелким золотом отрабатывают гидроэлеваторами. Сильно глинистые россыпи промывают на приборах без предварительной разбивки глины.

Золото в отвалы также попадает из-за нарушения технологии промывки (недостаточное количество воды, промывка мерзлых песков, отсутствие самородкоулавливателей и др.). При неудовлетворительном качестве дезинтеграции и грохочения в галечном отвале появляются т. н. «колобки» глинистых песков и мелкая эфельная фракция. Золото в отвалах, как правило, распределяется крайне неравномерно и никакого обогащения внутренних частей и подножий отвалов не устанавливается, оно рассредоточено по всей их массе. Высокие концентрации обычно удалены друг от друга и разделены между собой значительными по размеру пустыми участками и участками со знаковым золотом.

Техногенные россыпи, представленные галечным отвалом промывочных установок, находятся в относительно сухом состоянии и легко разрабатываются даже в зимних условиях бульдозерами или экскаваторами без предварительного рыхления.

Эфельные отвалы (эфеля) (фракция -16 мм) представляют собой хвосты промывки золотоносных песков на обогатительных установках, в основном, шлюзового типа. Считаются наиболее привлекательными для повторной переработки, в том числе и вследствие обогащения эфелей за счет удаления галечной составляющей горной массы и перехода золота различных классов и генетических типов из объема удаляемой крупнообломочной фракции в эфельную. Величина обогащения эфелей в первом приближении определяется соотношением объемов галей и эфелей и может достигать 24 раз (Ван-Ван-Е, 2010).

Наиболее высокое содержание в них можно ожидать после отработки богатых россыпей с весьма мелким золотом и глинистыми песками, а также на вечномерзлых россыпях. При разработке мерзлых песков путем послойного оттаивания бульдозеры нередко захватывают и подают на промывку не полностью оттаявшие пески. Сложены эти отвалы гравием с примесью мелкой гальки, щебня и песчано-глинистого материала. Каких-либо закономерностей в распределении фракций рыхлого материала в массе отвалов чаще всего не наблюдается. Отдельные обогащенные участки отвалов есть в любой россыпи, их появление связано с тем, что промываемые пески неоднородны по многим показателям. Например, верхняя часть пласта может иметь содержание всего 50 мг/м^3 , соответственно, при обычных потерях 10–20 % в эфелях останется всего $5\text{--}10 \text{ мг/м}^3$. В нижней части пласта и на спае содержание золота в песках может достигать $2\text{--}5 \text{ г/м}^3$, кроме того, спай может быть глинистым. При 20 % потерь содержание в эфелях составит $400\text{--}1000 \text{ мг/м}^3$ (Кавчик, 2010).

Материал эфельных отвалов представлен, как правило, легкопромывистым песчано-галечным материалом, в большинстве случаев перемещается (разваловывается) по мере накопления под шлюзами промприборов. Эфельные отвалы смерзаются и могут разрабатываться по мере естественного оттаивания или с использованием бульдозерно-рыхлительного агрегата. Эфельные отвалы чаще всего представляют собой плоские грушевидные тела с мощностью рыхлого материала, уменьшающейся от головки отвала к его периферии.

Технология драгирования предполагает селективное залегание эфельных и галечных отвалов. При этом эфельные отвалы залегают непосредственно на полотне отработанного разреза, а галечные отвалы (в виде гребней) – на эфельных.

Золото попадает в эфельные отвалы в первую очередь из-за нарушения технологии промывки (короткие шлюзы у промывочных приборов, сильный напор воды, нерегулярная очистка шлюзов). Кроме того, в эфельные отвалы попадает много мелкого и тонкого золота.

В эфельном отвале перемещение металлосодержащего материала в водной среде сопровождается осаждением в первую очередь более крупных частиц золота. Поэтому его концентрация будет отмечаться вблизи участка сброса пульпы, то есть в верхних слоях эфельного отвала. В дальнейшем при разваловке эфельного отвала происходит перемещение золота, и оно устанавливается практически по всей мощности отвала.

Гале-эфельные отвалы (гале-эфеля) представляют собой продукт переработки песков на гидравлических промприборах без дифференциации перерабатываемого рыхлого материала по крупности. Гале-эфельные отвалы характеризуются в плане овально-вытянутыми формами самой различной конфигурации (линейные, овальные, дугообразные, реже изометричные); в разрезе имеют форму усеченного конуса с углами откоса бортов 30–50° или представлены плосковершинными терриконами высотой до 10–15 м.

Объем отдельных гале-эфельных отвалов составляет от 3000 до 40 000 м³ (в среднем 6000 м³ при промывке раздельным способом и около 25 000 м³ – нераздельным) (Мирзеханов, 2011).

В ряде случаев они штабелированы в виде косых выездов в районах стоянок промприбора приблизительно через каждые 100-200 м. Эти отвалы сложены несортированным материалом, состоящим из гальки, гравия, щебня и песчано-глинистого материала и могут располагаться в отработанном пространстве или отсыпаны на забалансовые бортовые целики или склоны (Рис. 1.3).

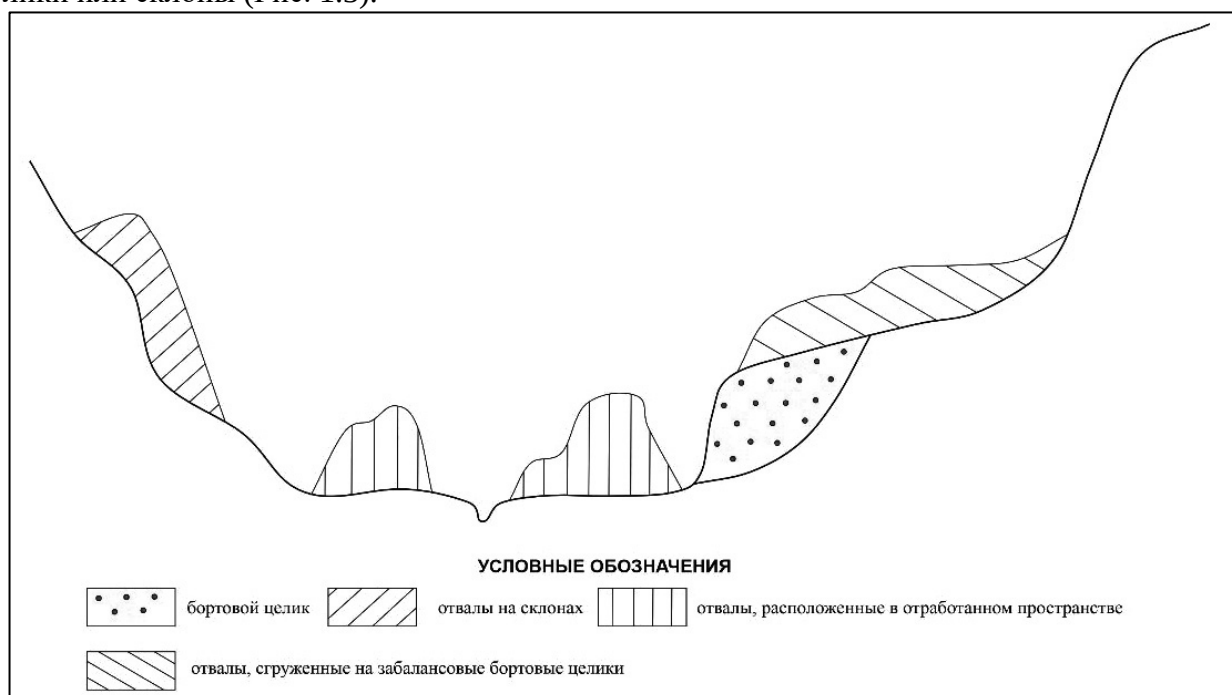


Рис. 1.3 Схематичный поперечный профиль долины с расположением гале-эфельных отвалов гидромеханической отработки

Фрагментарно (с некоторой долей условности) выделяют субгоризонтальные прослои на 60–80 %, состоящие из щебнисто-галечно-валунного материала мощностью первые десятки см. Илесто-глинистый материал является цементом для более крупных фракций (песчано-гравийный, щебнисто-галечный, валунный материал).

Золото в гале-эфельные отвалы попадает в основном в результате нарушения технологии промывки песков (короткие шлюзы, сильный напор воды, загрязненность воды, нерегулярная очистка шлюзов, недостаточный размыв глинистого материала). При наличии в россыпи значительного количества мелкого и тонкого золота при шлюзовой промывке оно практически все уходит в эфельные отвалы.

Золото в гале-эфельных отвалах приурочено к глинистой примазке, окатышам из глины и мелкому песчано-глинистому материалу. Максимальная концентрация золота отмечается у шлюзов, но затем в результате разваловки материал перемешивается; какой-либо закономерности в распределении металла не установлено.

В результате климатических факторов (таяния снега, выпадения дождей) в долголежащих гале-эфельных отвалах наблюдается некоторое обеднение верхней части рыхлых отложений на небольшую глубину.

Илисто-глинистый материал отстойников крайне труден для его повторной переработки – металл преимущественно чешуйчатой формы, мелких и тонких фракций, высокий показатель заиливания относит их к трудно промывистым. Как правило, в илисто-глинистых отложениях отстойников и эфелей обнаруживаются единичные знаки золота размером 0,01–0,03 мм. Примеров удачного опыта добычи золота из илоотстойников нет, при этом имеются сведения о содержании золота в некоторых из них более 1 г/т (пробирные анализы).

Перебутор из всех отвалов представляет собой материал неоднократной переработки торфяных, галечных, эфельных и гале-эфельных отвалов. Это, как правило, гряда переработанного материала вдоль отработанной части россыпи. Выделить какой-либо элемент не представляется возможным. Каких-нибудь закономерностей распределения золота установить также невозможно.

На практике сложилась своеобразная технология отработки такого рода отвалов. На площади монтируется промприбор и производится промывка горной массы с дневной поверхности по площадям. На тех площадях, которые не показали наличия промышленных содержаний, производится вскрыша техногенных отложений на мощность 1–3 м, после чего вновь начинается промывка. Вскрышные работы также прекращаются, если изменился визуально характер горной массы.

По мнению большинства специалистов, занимающихся изучением и отработкой ТР, наиболее перспективными являются гале-эфельные отвалы. Эти отвалы образованы в результате скопления хвостов промывки песков целиковой россыпи. Они наиболее отсортированы, в результате первичной переработки обладают хорошей промывистостью.

К перебуторенным отвалам относят отложения, образованные за счет горно-подготовительного этапа рекультивации, в ходе которого отвалы перемешиваются с пустыми вскрышными массами и существенно разубоживаются, что исключает возможность повторной отработки.

Еще один вид техногенных новообразований – *современные аллювиальные русловые техногенные россыпи*. Формирование обогащенного пласта здесь происходит в пределах отработанных пространств полигонов за счет перемива гале-эфельных отвалов, бортовых целиков водными потоками или за счет перемива хвостов обоганительных фабрик, иловая часть которых паводками разносится по долине на расстояния в десятки километров и перекладывается в долине реки (Тимофеев, 1993). Подобные современные русловые шлейфы в сочетании с остаточными целиками формируют промышленные россыпи, вполне пригодные для повторной отработки, так, например, суммарные запасы платиновых металлов по аллювиально-техногенным россыпям Щучья, Наледная, руч. Угольный, Медвежий (Норильский район) составляют более 3 т (Гурская, 2016). Золотоносный пласт литологически не выражен, оконтуривается по результатам опробования. Распределение золота в разрезе и в плане неравномерное; обычно более обогащены приплотиковые отложения, но нередко промышленные пробы в верхах толщи. В ряде случаев (Добрянский, 2000), после значительных паводков отмечается заиливание поверхности и образование ложного плотика, на котором при последующих паводках происходит накопление золота.

Особое место среди техногенных объектов занимают хвосты стационарных ШОУ и продукты доводок на участках. Объемы их от общей массы техногенных образований и количество металла, сконцентрированного в них, незначительны и составляют менее 0,1 %, но содержания золота в них достаточно высокие (Мирзеханов, 2001).

1.1.2. Группировка техногенных россыпных месторождений по способу обработки исходных целиковых россыпей

Существуют следующие виды обработки целиковых россыпей: дражный (подводный), гидравлический, открытый раздельный (гидромеханический), подземный, мускульный. Наибольшее распространение имел открытый раздельный способ; второе место занимал дражный способ. Наименьший удельный вес имели подземный и гидравлический способы разработки.

Приведенные ниже материалы по ТР различных способов обработки составлены с использованием материалов В.Н.Константинова, В.С.Гурулева (1985ф); В.А.Макарова (2001); Т.П.Швецова (1993) и др.

ТР дражных полигонов (Рис. 1.4). Дражные техногенные образования представляют собой подводные гале-эфельные отвалы хвостов обогатительных установок, выложенные в выработанное пространство добычного забоя. Эфельная часть самотеком транспортируется по желобам и находится в нижней части подводного отвала. Галечный отвал выносным ленточным транспортером укладывается на эфельный отвал и обычно выступает над водой. На маловодных ручьях после прохождения драги уровень воды понижается и в некоторых случаях отвалы обезвоживаются. В любом случае надводная часть гале-эфельных отложений со временем промерзает, и иногда мерзлота сливается с многолетнемерзлыми породами плотика (Ковлеков, 2002).

Дражный способ применяется в большинстве случаев для разработки обводненных россыпей с тальми или предварительно оттаянными породами. Глубина выемки не должна превышать глубину черпания драги (возможно снять часть торфов бульдозерами и экскаваторами). Наличие более 40 % крупных валунов и глыб в приплотиковом слое, как правило, исключает применение драг.

Большая часть дражных полигонов имеет мощность рыхлых отложений до 10 м (89 %), 12–30 м (11 %) (Константинов, Гурулев; 1975 и др.). Особенностью отвального комплекса при дражном способе обработки является совмещенность в плане гали и эфелей (Рис. 1.5). Обработка россыпи драгой в зависимости от ширины пласта может проводиться системой продольных, поперечных ходов или по спирали. Исходя из этого, различают следующие системы дражных разработок: одинарно-поперечную, одинарно-продольную, смежно-продольную, смежно-поперечную, спиральную, комбинированные. На сложных глинистых россыпях с наличием многолетнемерзлых песков часто осуществлялась бессистемная многократная обработка, как правило приводящая к значительным эксплуатационным потерям (Чемезов, 2013).

На золотоносность ТР оказывает существенное влияние период обработки дражных полигонов. В начальный период освоения россыпей дражным способом большинство полигонов отрабатывалось старыми паровыми драгами без проведения вскрышных работ, оттайки и предохранения от промерзания вовлекаемых в эксплуатацию запасов, а для обогащения песков использовалась несовершенная технология и оборудование. Позднее улучшение технического уровня драг, разработка и внедрение технологии подготовки запасов к драгированию (вскрыша, оттайка, предохранение от промерзания) повысили полноту их обработки.

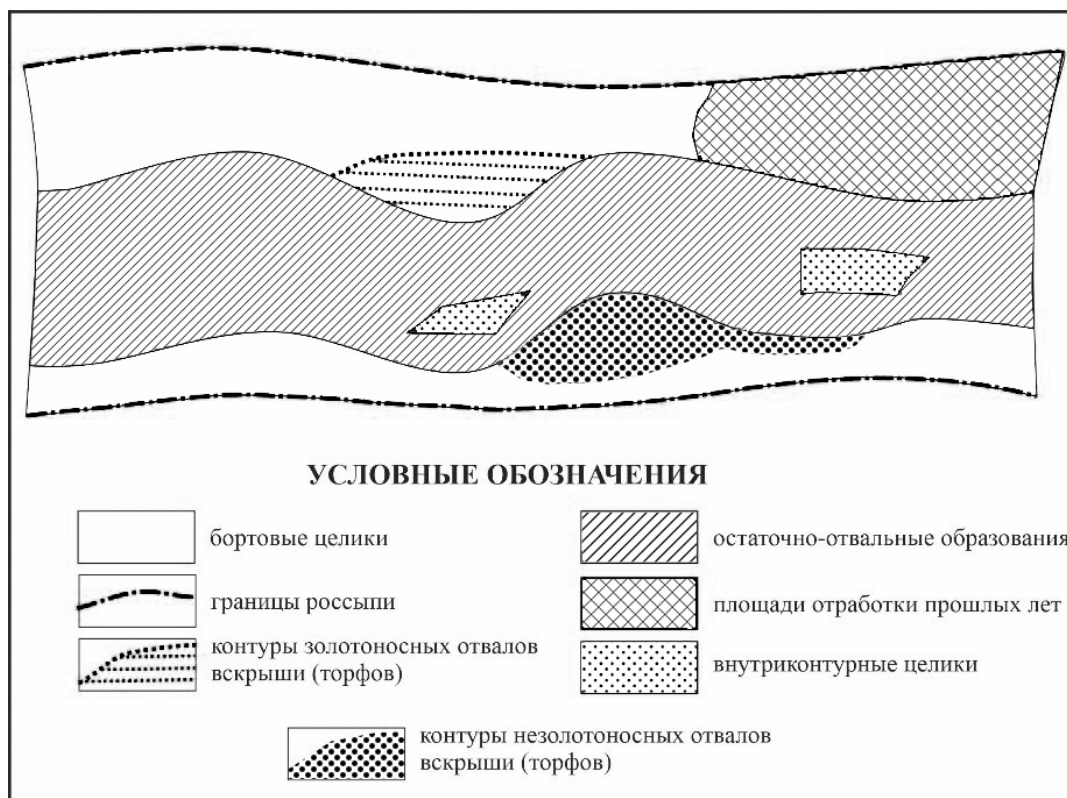


Рис. 1.4 Схема строения ТР дражных полигонов по (Константинов, Гурулев; 1985ф)

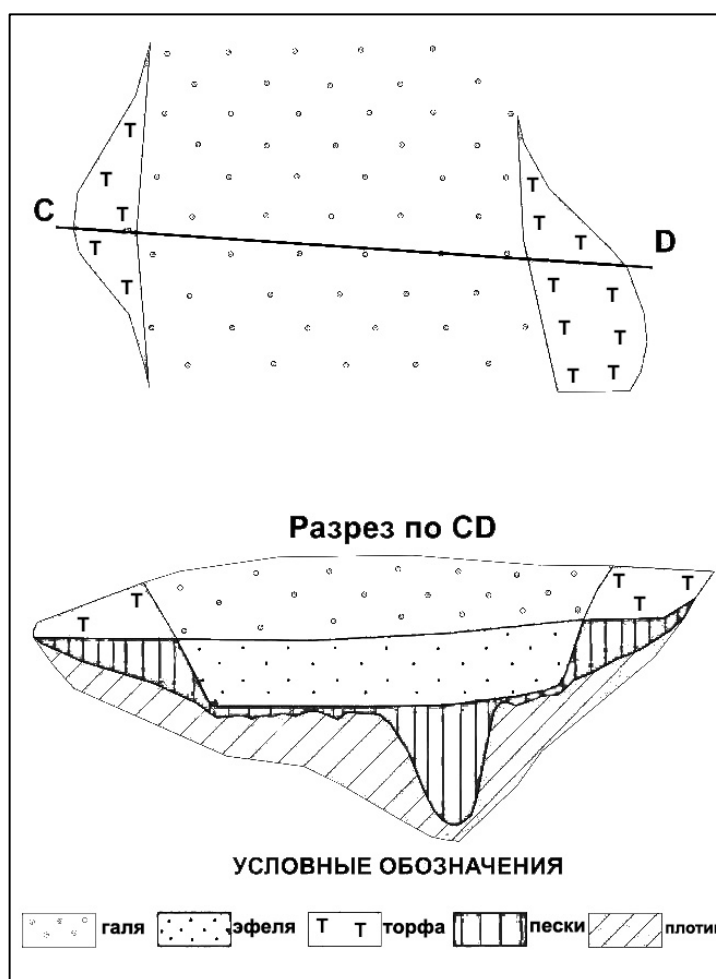


Рис. 1.5 Схема размещения пород отвального комплекса при дражной отработке

Разновидности технологии добычных работ определяются способами выемки горной массы и системами разработки. Выемку пород производят послойно и поддором. При слоевой выемке породы в забое отрабатывают отдельными горизонтальными слоями от поверхности россыпи к плотнику. При выемке поддором вначале подрабатывают уступ забоя, а затем подбирают обрушенную породу.

Расположение слоев и распределения золота в техногенных дражных отложениях определяется типом (канатный, свайный) и конструктивными особенностями драги. При послойной отработке забоя свайной драгой расположение пород в отвале оказывается обратным естественному напластованию, а при отработке забоя канатной драгой происходит перемешивание материала (Савченко, 1989).

Следует отметить, что основные объемы техногенных отложений, образованных при разработке россыпей в РФ, представлены дражными отвалами. За прошедший век дражным флотом России было переработано несколько миллиардов кубических метров песков. В 60–80-е годы в РФ драгами перерабатывалось три четверти полезных ископаемых, добываемых из золотоносных россыпей. Поэтому основные техногенные запасы россыпей большей частью являются продуктом дражной разработки. По оценке специалистов (Чемезов, 2013 и др.), в общем балансе техногенных россыпей основную долю (60–80 %) составляют дражные полигоны.

Вместе с тем дражный способ характеризуется высокими потерями полезного ископаемого и менее всего отвечает требованиям рационального использования недр. По оценкам специалистов, при дражной разработке теряется около половины ценных минералов, в том числе 30–45 % из них – эксплуатационные потери в массиве. По результатам повторной разработки россыпей вторично добывается около 30 % ценных компонентов от первоначальной добычи.

ТР россыпи мускульной отработки. При таком типе отработки добычные работы велись на наиболее богатых участках с использованием ям, котлованов, разрезов и подземных выработок (шурфы с рассечками, штольни). Отвальный комплекс развит незначительно и включает в себя торфа (при подземном способе добычи, как правило, отсутствуют), галю (в т. ч. валунные отвалы) и эфеля. Рельеф ТР мускульной отработки представлен мелкобугристой поверхностью замытых старых отработок, на которой выделяются холмы размером до 250 м в плане и высотой до 5–7 м, а также узкие (5–15 м) вытянутые вдоль долины гряды высотой до 3 м. Отрицательные формы рельефа представлены замытыми карьерами, канавами, уступы и бровки которых частично сохранились. Гряды расположены, как правило, в отработанном пространстве и сложены крупными валунами-отвалами, складировавшимися рядом с бочкой по мере ее продвижения вдоль россыпи. При мускульном способе отработки отвалами часто заваливались значительные участки россыпи, которые являются первоочередными при повторной отработке. Внутриконтурные целики представляют собой значительные по размеру участки россыпи, бессистемно расположенные в пределах отработанного пространства открытой добычи.

Для ТР мускульной отработки характерно наличие площадей с недобранными и незащищенными песками, в пределах которых сохранились нижние и верхние части золотоносного пласта.

ТР гидравлического способа отработки. Гидравлический способ применяется для разработки россыпей преимущественно песчано-гравийного состава шириной не менее 20–40 м при достаточном количестве воды и электроэнергии. Гидравлический способ размыва пород с помощью гидромонитора наиболее пригоден для разработки талых террасовых, склоновых, ложковых россыпей с ограниченным притоком поверхностных и подземных вод, а также на отдельных площадях долинных и русловых россыпей с небольшой или средней обводненностью. При большой плотности пород, требующей значительного увеличения удельных расходов воды и электроэнергии, производится предварительное рыхление пород. Подача пульпы на промприбор при разработке русловых и долинных россыпей осуществляется гидроэлеваторами при отношении высоты подъема к напору от 1/4 до 1/10 (в

среднем 1/6) и землесосными установками при высоте подъема от 18 до 30 м (при одноступенчатом подъеме).

При этом способе производится размыв всей толщи рыхлых отложений гидромониторами. Спецификой строения ТР является отсутствие торфов, слабая зачистка плотика, плохое качество классификации материала, подаваемого на шлюз. На Рис. 1.6 приведена схема размещения основных элементов отвального комплекса.

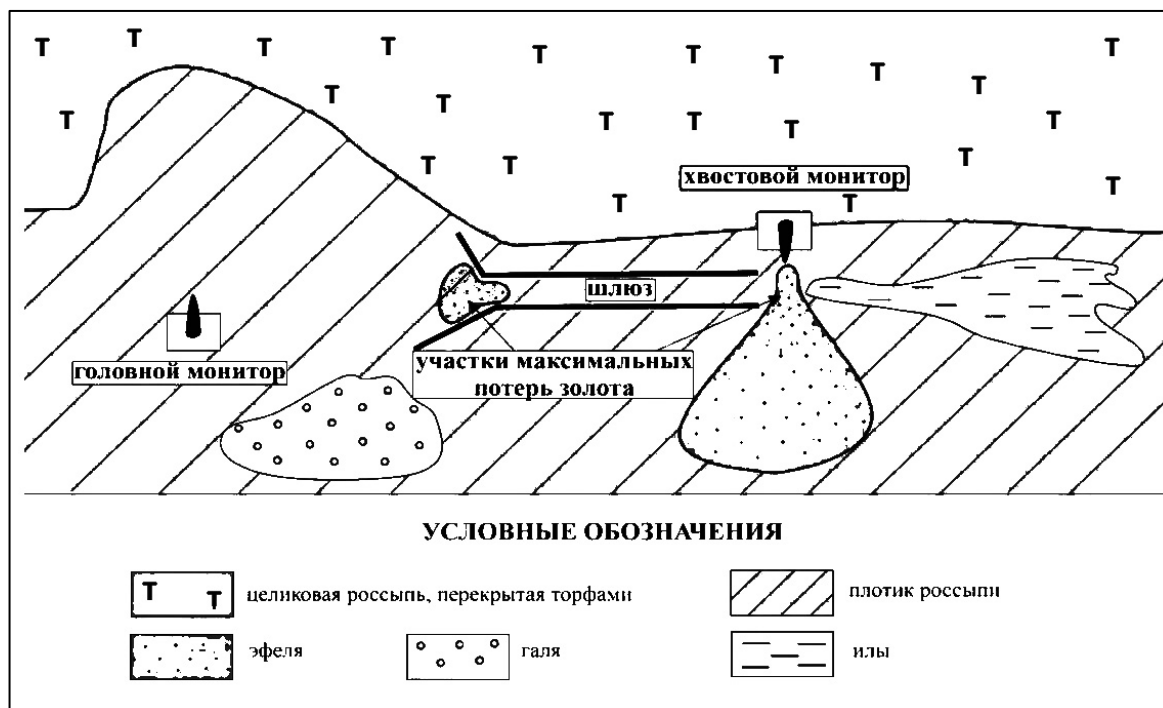


Рис. 1.6 Схема размещения пород отвального комплекса при гидравлической отработке, по материалам В.А.Макарова (2001)

Данная технология при относительно высокой производительности отличается довольно низким извлечением металла. Распределение его в отвальном комплексе очень неравномерно: валуны и галя в большинстве случаев практически не содержат золота, потери золота в эфелях зависят от способа их складирования (самотеком или с помощью монитора). Повышенные концентрации золота часто отмечаются в плотике (особенно если он сложен сланцами или известняками), где по трещинам золото может проникать на глубину 0,5–1,0 м, в отдельных случаях до 2,5–3,0 м и более при наличии карста.

Многолетним опытом повторной переработки отвалов установлено, что основная масса потерянного золота накапливается в грубообломочных фракциях отвалов, т. е. в гидравлических головках. Участки с наиболее высокими содержаниями россыпного золота пространственно связаны с наиболее грубообломочным материалом песчано-галечных техногенных образований; участки песчаных и илесто-глинисто-песчаных отложений, как правило, отличаются низкими содержаниями, а илистые фракции практически всегда пустые.

Техногенный рельеф, как правило, представлен вытянутым вдоль долины карьером с буграми бульдозерных отвалов, остатками запруд-накопителей воды, водозаводными канавами по бортам.

ТР раздельного (гидромеханического) способа добычи: экскаваторный, бульдозерно-скреперный, комбинированный.

Экскаваторный способ с использованием роторных экскаваторов в комплексе с перегружателями и ленточными транспортерами применяется для разработки талых россыпей, залегающих на глубинах от 3 до 40–50 м. Этот способ целесообразно использовать при

отработке безводных или маловодных крупных россыпей при отсутствии или небольшом содержании валунов, превышающих в поперечнике $1/3$ ширины ковша, мягком и сильно разрушенном плотике россыпи.

При разработке мелких россыпей или невозможности подведения воды к отдельным участкам крупной россыпи используются экскаваторы с механической лопатой с транспортировкой песков автосамосвалами на стационарные или полустационарные обогатительные установки.

Бульдозерно-скреперный способ применяется для разработки террасовых, маловодных, (преимущественно многолетнемерзлых) долинных россыпей с ограниченными запасами при глубине россыпи до 9–12 м.

Способы открытой разработки россыпей с использованием высокопроизводительного землеройного оборудования обеспечивают максимальную полноту выемки песков, залегающих в многолетнемерзлых породах, на малообводненных россыпях в талых породах и обводненных россыпях в талых породах, на которых возможно предварительное осушение обрабатываемого пространства. Разработка мерзлых россыпей производится с их предварительной оттайкой в летний период или рыхлением бульдозерами-рыхлителями и, в отдельных случаях, буровзрывным способом. Разработка россыпей землеройной техникой производится при глубине их залегания до 50 м.

При таком способе формируются отвалы трех типов: торфа, эфеля и галя.

Гале-эфельные отвалы на гидромеханических полигонах располагаются изолированно друг от друга, концентрируясь возле мест стоянок промприборов, к которым транспортировались пески на расстояние в 100–150 м. Таким образом, располагаются они в виде компактных терриконов (куч) на расстоянии 200–300 м и более друг от друга. В случае, если целиковая россыпь относилась к группе узкоструйчатых долинных (ложковых), эфельные отвалы располагаются в виде цепочки. В случае террасовых широких лентообразных и изометричных или многоструйчатых залежей расположение эфельных отвалов будет мозаичным. В плане они могут быть изометричными и вытянутыми, ориентированными как угодно случайно по отношению к основным геоморфологическим элементам речных долин.

Среди эфелей встречаются отвалы двух типов: насыпные (эфель отталкивается бульдозером) и намывные, когда эфель от промывочного прибора удаляется самотеком вниз по рельефу (Рис. 1.7). В первом случае материал перемешан и какой-либо сепарации по его крупности и составу не наблюдается.

Во втором случае отмечается зональное размещение материала от головной части (места слива пульпы) к тыльной. Тыльная, наиболее маломощная часть сложена мелким песчано-глинистым материалом. Нередко в этой части эфеля постепенно переходят в илисто-глинистые отложения пруда-отстойника. Головная часть резко обогащена крупными обломками, минералами тяжелых фракций и металлическим ломом. Наибольшие содержания золота отмечаются в месте слива пульпы с прибора (т. н. «эрозионная яма»), достигая граммов, иногда десятков и сотен г/м³ (Макаров, 2001).

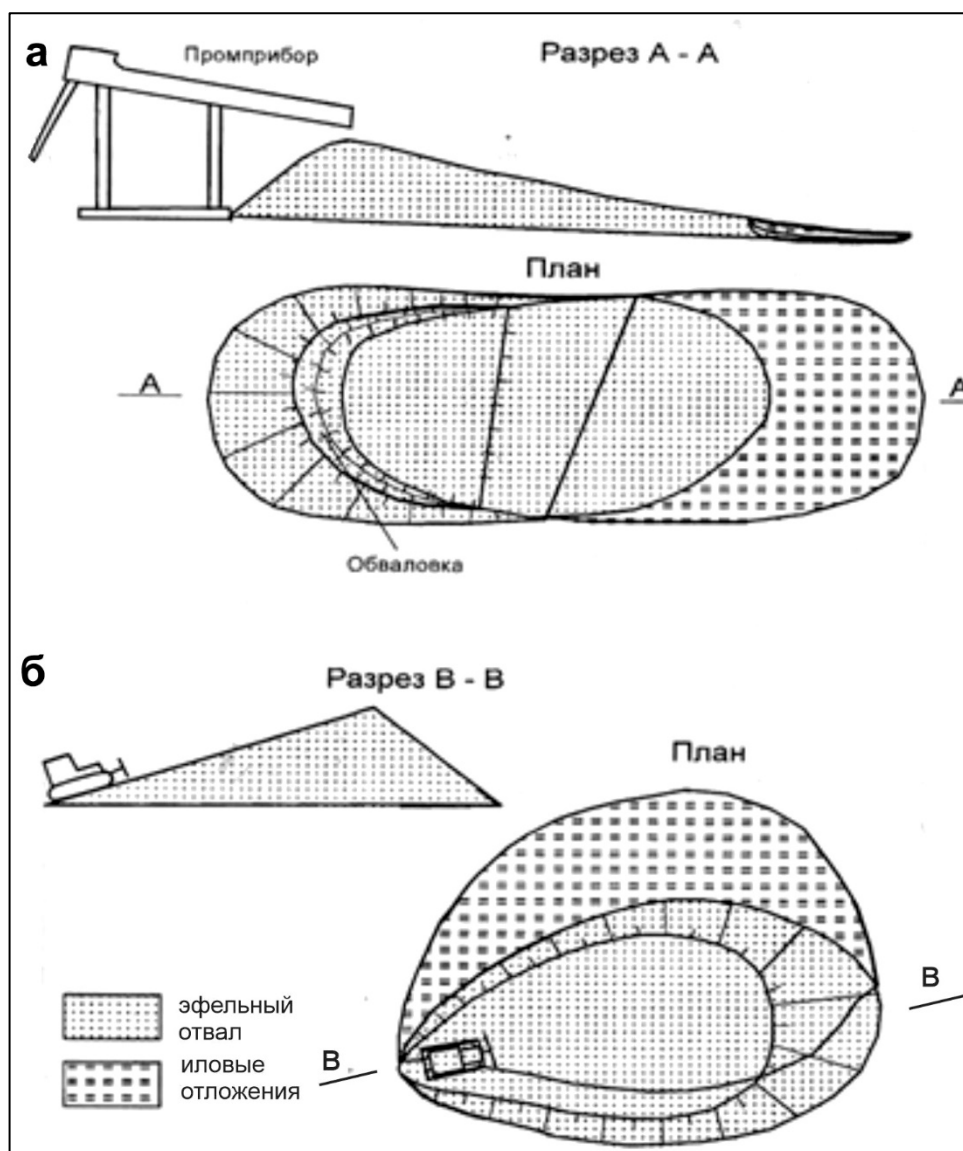


Рис. 1.7 Схема формирования намывных (а) и насыпных (б) эфельных отвалов, В.А.Макаров (2001)

В распределении золота в пределах эфельных отвалов отмечают следующие закономерности (Макаров, 2001):

- в отвалах обоих типов наблюдается снижение содержания золота от головной части отвала к тыльной;
- в намывных отвалах, где эфеля складированы самотеком, эффект обогащения головных частей проявляется наиболее контрастно (Рис. 1.8);
- чем выше глинистость исходных песков, тем более равномерно распределено золото в толще отвала;
- головные части отвалов обогащены золотом крупных фракций, а мелкое и тонкое золото распределено в отвале относительно равномерно.

Концентрация металлов и железосодержащих минералов в головных частях намывных отвалов может быть настолько высока, что такие участки хорошо фиксируются магнитометрической съемкой. Это позволяет в определенных случаях использовать её данные для выявления богатой головной части отвала (Макаров, 2001).

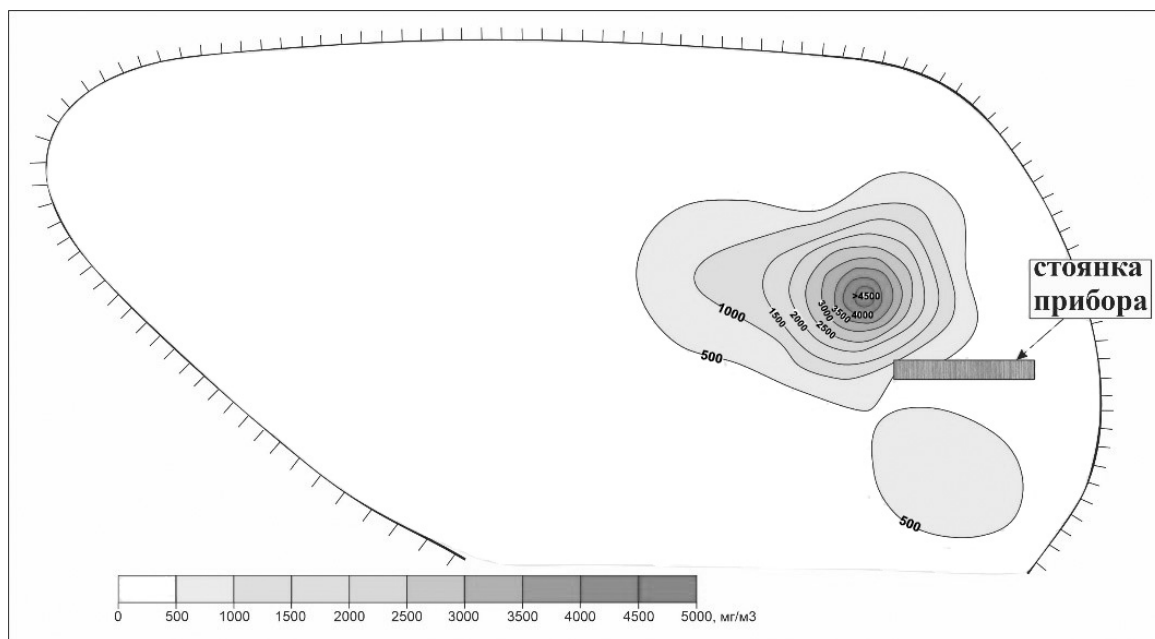


Рис. 1.8 Характер распределения содержаний золота на площади намывного эфеляного отвала россыпи «Партизанская терраса» (Макаров, 2001)

1.1.3. Недоработки (целики) в пределах техногенных россыпных месторождений

Бортовые целики занимают в ТР площади, вытянутые по обеим сторонам отработанного контура. Они представляют собой незатронутые отработкой участки целиковой россыпи и поэтому характеризуются теми же закономерностями распределения металла в плане и по вертикали, какие были типичны для всей россыпи до ее отработки. Бортовые целики могут занимать до 40 % общей площади отработанного россыпного месторождения и образуются в следующих случаях:

- наличие в бортах россыпи металла, некондиционного на момент отработки;
- наличие в бортах металла, не установленного в период разведки (отдельные струи, обрывки террасовых и увальных россыпей);
- завалка торфами бортов полигона;
- выборочная отработка;
- отсутствие бороздового опробования бортов при отработке не позволило установить наличие металла;
- создание охранных зон водоемов, сооружений, дорог, ЛЭП.

Разведка на законтурных площадях показывает заниженные содержания из-за низкой представительности проб. Фактическое содержание золота может быть намного выше и вполне привлекательным для отработки. Характеристики песков и золота на законтурных площадях такие же, как в первичной россыпи. По мнению В.Н.Константинова и В.С.Гурулева (1985), бортовые целики по количеству и качеству запасов являются основным элементом многих ТР.

Опробованием забалансовых целиков, проведенным на многочисленных отработанных россыпях, устанавливается наличие кондиционного металла от 5 до 20 % (в среднем 12 %) от исходных запасов по отработанной россыпи. По россыпи р. Пр. Дарья (Кет-Капский золотonosный район) это значение достигало 55 % (Мирзеханов, 2021).

Внутриконтурные целики образуются при недоработке по горно-геологическим условиям (недоработки по глубине (по почве)), определяются просадкой золота в породы плотика и зависят от его морфологии, литологического состава, степени выветрелости, технических средств, применявшихся при его зачистке; связаны с охранными зонами водоемов, сооружений; это также целики для поддержания кровли в отработанных пространствах

при подземной разработке. В некоторых случаях это некондиционные участки в момент отработки россыпи. Часто остаются недоработанными в результате завала их торфами.

Хорошо разрушаемый плотик легко вовлекается в промывку, и соответственно просаженный металл извлекается без особого труда. По строению поверхности могут быть выделены следующие разновидности плотика: ровный, мягкий, дресвяный или глинистый; плотный, скальный с более или менее ровной или неровной поверхностью с глубокими «карманами» и выступами (известняки); ребристый, плитчатый, трещиноватый («разборная скала»); крупно-глыбовый плотик, поверхность которого разбита на крупные и мелкие глыбы и обломки (Чемезов, 2013). Плотные, крупноглыбово-трещиноватые породы плотика не позволяют полноценно извлекать металл, проседающий в глубокие трещины (в известняках – карстовые полости).

Наибольшие потери золота связаны с плотиками, представленными крупноглыбовыми трещиноватыми породами, особенно в том случае, если отработка происходила до середины 1970-х годов с применением маломощной бульдозерной техники.

Остаточные приплотиковые целики, образованные при отработке раздельным способом, как правило, характеризуются разрозненным характером развития и занимают незначительные площади. По результатам исследований установлено, что в подобных приплотиковых остаточных целиках локализовано до 17 % металла по отношению к конкретной площади отработанной россыпи при содержаниях в большинстве случаев близких или превышающих содержания в песках (Мирзеханов, 2001).

При дражной отработке межходовые, приплотиковые и внутриконтурные целики, участки незачищенного плотика распределены бессистемно, они, как правило, не отражены в рельефе ТР и иногда составляют основной ресурс будущего месторождения.

Недоработки пласта содержат более крупное золото, чем в целом по россыпи, что упрощает процесс обогащения. Однако в горнотехническом отношении это наиболее сложные элементы месторождения, так как представлены прочными коренными, мерзлыми, каменистыми или обводненными породами. Кроме того, недоработки пласта обычно перекрыты толщей гале-эфельных отвалов, содержание в которых может быть низким.

Рыхлые отложения и коренные породы бортовых и внутриконтурных целиков могут занимать небольшую долю в общих запасах россыпи, но характеризуются самыми высокими содержаниями по сравнению с другими элементами ТР.

Отсутствие самостоятельного промышленного значения целиковой части обосновывается отсутствием на них балансовых (и забалансовых) запасов и подтверждается выводами ГКЗ по результатам государственной экспертизы.

1.2. Основные горно-геологические факторы, определяющие потери металла при отработке целиковых россыпных месторождений и характер его распределения в техногенных отложениях

Золотоносность и строение ТР обусловлены как внутренним строением и золотоносностью целиковых россыпей, так и особенностями их освоения, которые включают разведочные и эксплуатационные работы.

К основным горно-геологическим факторам, определяющим содержания и характер распределения металла в ТР можно отнести следующие:

- литологические, повышенная глинистость (глины более 15 %) и валунистость (валуны 10–30 %) отложений первичной россыпи;
- структурно-морфологические, к ним относятся невыдержанность пласта и большие глубины его залегания (более 20 м), изрезанность плотика (наличие карманов, карста);
- минералогические, наличие в россыпи золота мелких и тонких фракций ($-0,25$ мм), высокое содержание минералов тяжелой фракции в песках (более 20 кг/м³), уплощенная и плоская морфология золотин, наличие золота в сростках;
- криогенные, наличие сплошной многолетней мерзлоты.

Кроме того, на потери влияют: первичные содержания металла в песках; оборудование и техника, используемые при добыче; человеческий фактор; оборудование, используемое при доводке шлиховых концентратов; время года, когда происходит промывка песков; послеотрабочные мероприятия.

1.2.1. Оценка потерь при отработке целиковых россыпей

Выделяют 2 типа потерь полезного компонента в ТР: эксплуатационные (потери при вскрытии россыпей и их неполной отработке); технологические (потери при промывке песков).

Технологические потери, по мнению большинства исследователей, зависят от granulometрии и морфологии металла, промывистости песков, применяемых при промывке технических средств, наличии мерзлоты. Потери при промывке песков приходятся главным образом на фракции -0,5 мм и особенно -0,2 мм.

Согласно методике, предложенной «Северовостокзолото», расчет допускаемых при эксплуатации россыпи технологических потерь выполняется с учетом крупности металла:

$$E = \sum \beta * \alpha$$

где: E – извлечение золота;

β – выход данного концентрата по крупности %;

α – нормативный коэффициент данного класса.

Средние нормативные коэффициенты извлечения золота по классам крупности для разных типов промывочных приборов, установленные на основании исследовательских и экспериментальных работ («Инструкция по нормированию технологических потерь золота...», 2001), приведены в Таблица 1.1.

Таблица 1.1

Нормативные коэффициенты извлечения золота на промывочных приборах по классам крупности

Класс крупности, мм	Средняя крупность d_{cp} , мм	Промывочные установки						
		Гидроэлеваторные		Скрубберные		Бочечношлюзовые	Вашгердношлюзовые	На базе гидромеханического грохота ГГМ-3
		ПГШ	ПГБ	без самородкоуловителя	с самородкоуловителем			
-50+30	40	0,950	0,950	0,400	0,893	-	0,950	0,800
-30+20	25	0,980	0,980	0,800	0,962	0,700	0,980	0,950
-20+10	15	0,991	0,991	0,970	0,989	0,970	0,985	0,991
-10+5	7,5	0,995	0,996	0,997	0,997	0,995	0,980	0,995
-5+2	3,5	0,994	0,996	0,997	0,997	0,995	0,960	0,997
-2+1	1,5	0,964	0,989	0,986	0,986	0,980	0,955	0,996
-1+0,5	0,75	0,905	0,967	0,954	0,954	0,931	0,807	0,986
-0,5+0,2	0,35	0,700	0,855	0,855	0,855	0,800	0,407	0,637
-0,2+0	0,1	0,350	0,500	0,603	0,603	0,500	0,189	0,197

Нормативные технологические потери золота для конкретного промывочного прибора определяются по разности:

$$П = 1 - E.$$

Форма золота, главным образом уплощенность, влияет на гидравлическую крупность. При наличии в россыпи пластинчатых форм золотин технологические потери предлагается (Мирзаханов, 2001) рассчитывать с учетом определенных поправок, суть которых состоит в смещении классов крупности золота на 1 уровень «ниже» (Таблица 1.2, Таблица 1.3).

Таблица 1.2

Классификация золота с учетом морфологии золотин (Мирзеханов, 2001)

Классы золота	Морфологическая характеристика и предлагаемый размер золотин по классам	Применяемый размер золотин по классам
1 класс	Тонкое -0,5 мм	Тончайшее золото (-0,1 мм)
2 класс	Мелкое уплощенное (+0,5-1 мм)	Тонкое золото (+0,1-0,5 мм)
3 класс	Среднее уплощенное (+1-2,0 мм)	Мелкое золото (+0,5-1,0 мм)
4 класс	Крупное уплощенное (+2-8 мм)	Среднее золото (+1,0-2 мм)
5 класс	Уплощенные самородки	Крупное золото (+2-8 мм)
6 класс		Самородки

Таблица 1.3

Расчет разницы в технологических потерях при учете морфологии (Мирзеханов, 2001)

Наименование показателей	Фракции ситового анализа золота, мм				Сумма извлечения золота, %	Технологические потери золота, %
	-5+2	-2+1 (-8+2)	-1+0,5 (-2+1)	-0,5+0,1 (-1+0,5)		
Нормативный коэффициент извлечения (е)	1	0,995	0,910	0,783		
Выход фракции (в)	19	21	40	20		
Расчетное извлечение Е	19	20,895	36,4	15,66	91,96	9,04
Выход фракции класса с учетом морфологии		19	21	60		
Расчетное извлечение с учетом морфологии		18,91	19,11	46,98	85	15
Разница в технологических потерях, в %						5,86

Технологические потери (Тп) определяются исходя из нормативного процента извлечения конкретного класса золотин (е):

$$Тп = 100 \% - (e.v1 + e.v2 + e.vn) \%$$

Кроме коэффициента уплотнённости металла на его обогатимость заметное влияние оказывают степень окатанности и наличие сростков с другими минералами и породой. Повышенной подвижностью обладают золотины со сростками, неокатанные изометричной формы, губчатые, пористые (Коткин, 2007).

Влияние тяжелых минералов, имеющих удельный вес более 5 г/см³ (магнетит, хромит, киноварь и др.), на потери золота и платиноидов при промывке заключается в том, что золото находится в массе тяжелых минералов во взвешенном состоянии и уходит в хвосты, не успев претерпеть полную дезинтеграцию в пределах шлюза. С другой стороны, на определенной стадии промывки тяжелые минералы заполняют объем постели и настолько уплотняются, что поток воды не способен вовлекать эту массу в турбулентное движение, и золото практически перемещается по ровной поверхности не задерживаясь (Мирзеханов, 2001). Часть зерен золота из-за пленок оксидов и гидроксидов железа приобретает сильно- и слабомагнитные свойства, что также способствует их поступлению в отвал (Наумов, 2010).

Промывистость техногенных отложений зависит от содержания в них глинистых частиц, степени дезинтеграции попадаемых на промприборы песков (мерзлая порода, цементирование железистым или карбонатным растворами). Обломки сцементированных пород в отвалах со временем дезинтегрируются и становятся доступными для промывки.

Известно, что наиболее значительные потери в галечных отвалах возникают при промывке сильно глинистых песков. Содержание глины в гале может изменяться от долей процента до 20–30 % и более, а потери связанного с ним золота более 20 %. В последнем случае могут образовываться глинистые окатыши, концентрация металла в которых зачастую превышает уровень содержания в песках. В дражных отвалах крупные глинистые окатыши, скатываясь с гребней галечных отвалов, накапливаются в западинах между соседними валами, обуславливая периодичность в их размещении (Макаров, 2001).

В некоторых случаях отмечается, что из-за высокой рыхлости галечного отвала идет сегрегация мелкого материала, сброшенного струей монитора с дезинтеграционного стола промывочного прибора, в нижнюю часть. Наиболее сильно данный фактор проявляется в отвалах, складированных по рельефу ниже промприбора и длительное время орошаемых из «гусака» – устройства удаления гали.

Технологические потери существенно зависят от используемых типов промприборов. По мнению (Мирзеханов, 2001), при однотипных условиях других факторов наиболее значительные потери отмечаются при использовании приборов понурно-шлюзового типа, далее идут гидроваршгерды; гидроэлеваторы; наименьшие потери отмечаются у более сложных приборов: сочетание с вибростолами, скрубберными установками, дополнительными шлюзами мелкого наполнения.

Основные потери на шлюзах (наиболее часто применяемом обогатительном оборудовании) составляют частицы золота размером 0,6 мм и меньше, а для улавливания металла крупностью менее 0,25 мм шлюзовая технология, по мнению ряда авторов (Макаров, 1998; Маньков, 1994), совершенно непригодна. В зависимости от условий применения шлюзы разделяются на следующие типы:

1) Шлюзы, применяемые на гидравлических работах, обогащающие неклассифицированные пески и работающие при высоких наполнениях пульпой. По этим шлюзам пропускаются пески совместно с валунами 150–300 мм. Применение этих шлюзов приводит к повышенным потерям. Использование такого типа шлюзов для обогащения песков на драгах приводило к потерям до 40 % и более.

2) Шлюзы мелкого наполнения, устанавливаемые главным образом на драгах, где пески перед обогащением расситовываются в барабанных грохотах на отдельные классы. Крупные валуны и галля +20–25 мм направляются в отвал, а мелкие классы песков (эфеля) -6+8 мм, -8+12 мм, -12+15 мм, -16+20 мм отдельно по классам направляются на шлюзы для обогащения. Такие шлюзы при хорошем техническом обслуживании обеспечивают относительно высокое качество промывки. Однако тонкое пластинчатое и очень мелкое золото не улавливается и на них.

На шлюзах мелкого наполнения промывочных приборов потери золота (Литвинцев, 1998) составляют: частицы крупностью (-1,2+0,5) мм – 3 %, (-0,5+0,2 мм) – 22,5 % и (-0,2) мм – 40 %. На шлюзах глубокого наполнения: частицы крупностью (-5,0+1,2) мм – 6,6 %, (-1,2+0,5 мм) – до 18,5 %, (-0,5+0,2 мм) – до 74,9 %. С хвостами шлюзовых приборов теряется основная часть попутных полезных компонентов с плотностью частиц от 4 до 7 г/см³.

Технологические потери в гале-эфельных отвалах драг (Коткин, Тищенко, 2007) колеблются от 15 до 48 % и в среднем составляют 26,4 %. Эти показатели вполне сопоставимы с результатами, полученными при изучении дражных отвалов в южной части Енисейского кряжа, где потери составили от 20 до 50 % (Макаров, 1997). По данным треста «Амурзолото», за период 1977–1986 гг. технологические потери на драгах Октябрьского узла достигали 83,2 %, а на гидравликах – 37,0 % (Парий, Амосов, 1998). Следует заметить, что для большей части россыпей Октябрьского узла характерно мелкое и тонкое золото, доля класса – 0,25 мм, в шлихах, полученных при разведочном и эксплуатационном опробовании, составила от 40 до 93,7 %.

Технологические потери в гале-эфельных отвалах отдельного открытого вида добычи колеблются в пределах 3–45 % (без учета наиболее тонких классов, не выявленных при промывке), в среднем составляют:

- 20,7 % (Коткин, Тищенко, 2007);
- 9,2 % (Мирзеханов, 2001);
- 20–40 % (Яцкевич, 1996).

Следует отметить, что существенный рост технологических потерь бывает обусловлен субъективным фактором, в тех случаях, когда величина зарплаты зависела от количе-

ства промытых песков. В связи с этим у работников приисков появилась большая материальная заинтересованность в увеличении объемов промывки песков, а не в дополнительном намыве полезного компонента. Такая заинтересованность приводила к тому, что трудоемкие операции по зачистке плотика, выемке песков с соблюдением проектных углов откоса дражного разреза, необходимому перекрытию дражных ходов, своевременной оттайке многолетнемерзлых песков выполнялись некачественно.

Эксплуатационные потери – потери части балансовых запасов, не извлеченных из недр при разработке месторождений, а также попавших в отвалы пород и оставленных в местах складирования, погрузки и на транспортных путях горного предприятия.

При вскрыше эксплуатационные потери образуются при пропуске пропластков с достаточно высокими содержаниями золота, в процессе проходки скважин УКБ по торфам, удлиненными рейсами. Особенно часты нарушения технологии бурения при промывке и проходке первых двух метров, тогда как нередко встречаются россыпи, в которых промышленные концентрации начинаются чуть ли не с дневной поверхности или же сразу под пойменной фацией. На ряде россыпей отмечается рассредоточенная по вертикальному разрезу золотоносность и наличие пропластков, которые при плохой выдержанности и относительно низких содержаниях не поступают на промывку и полностью оказываются во вскрышных отвалах.

Запасы россыпей, отработанных до 1970-х, оконтуривались по достаточно «жестким» кондициям. Исходя из современных кондиций, какая-то часть вскрышных отвалов может оказаться с промышленными содержаниями и включена в повторную переработку. По мнению В.П. Дробаденко и др. (1999), знаковые и невысокие весовые содержания золота в нижней части торфов могут увеличить объем продуктивных песков от 12 до 60 %.

Потери золота, связанные с просадкой золота в породы плотика, зависят от степени их выветрелости и морфологии; глубина проникновения в них золота колеблется в широких пределах. Неполная зачистка плотика при активровке отработанных площадей и потери при транспортировке песков на промывочные установки, по мнению ряда исследователей (Чемезов, 2013 и др.), являются основными источниками эксплуатационных потерь.

Многолетнемерзлые золотоносные пласты с плохой оттаивающей способностью нередко остаются недоработанными. Обычно плохо оттаивают пески с повышенной заиленностью, перекрытые торфами, представленными озёрно-ледниковыми или ледниковыми образованиями.

На отвалах дражной отработки эксплуатационные потери складываются из потерь в массиве (межшаговые, межходовые целики, недоработки плотика по глубине) и потерь в отбитом состоянии (потери от просыпания песков в межрамную прорезь). Потери в межшаговых и межходовых целиках составляют от 2 до 15 % от добытого металла. Потери, связанные с недоработкой плотика, могут достигать 20–45 %, а на сильно закарстованном плотике – до 50 %. Основными причинами потерь, допущенных при отработке мерзлых россыпей (75 %), является некачественная подготовка, оттайка и предохранение от сезонного промерзания отрабатываемых запасов. Наличие в песках многолетней мерзлоты при отставании работ по их оттайке приводит к тому, что драги вынуждены были вести бессистемную выборочную (в поисках талых участков) отработку россыпи с повышенными потерями полезного компонента в недрах (Чемезов, 2013).

Значительное количество россыпей имеют валунистость более 10 %. Повышенное содержание валунов на отдельных россыпях приводило при разработке к «бронированию» золотоносных отложений, что вызывало недоработку пласта по глубине, за счет чего потери могли достигать 40–50 %. Отмечается (Сойонова, 2002) зависимость величины потерь от технических показателей, применяемых при отработке драг: уровень потерь 50-литровых драг – 30,9 %; 80-литровых – 21,2 % (техногенная россыпь р. Каурчак).

Увеличение эксплуатационных потерь могло быть связано и с системой оплаты труда дражных команд. Оплата за выполняемые объемы переработки горной массы приводило к тому, что на части площади отработка велась без должной зачистки плотика.

По данным технологического опробования гале-эфельных отвалов, величина фактических потерь металла на труднопромывистых россыпях в среднем составляет 35–40 %, в отдельных случаях до 70 %. На среднепромывистых россыпях, содержащих пропластки и линзы глин, технологические потери достигают 20–30 %. На хорошо промывистых россыпях со средним и крупным золотом технологические потери составляют 5–15 %.

Исходя из уровня общих фактических потерь (эксплуатационные и технологические), можно выделить следующие группы месторождений:

1) Глинистые россыпи (иногда валунистые), содержащие главным образом мелкое золото, с уровнем общих потерь 80–95 %. Значительную роль в общем балансе потерь занимают технологические потери (40 %) и более.

2) Пораженные многолетней мерзлотой, хорошо и среднепромывистые россыпи с мелким, средним и крупным золотом. Общие потери при отработке указанных россыпей могут достигать: а) при низком качестве оттайки вовлекаемых в отработку запасов – 60–80 % от добытого металла; б) при удовлетворительном оттаивании обрабатываемых запасов – 40–60 %; в) при полном оттаивании – 25–40 %. Значительную долю в общем балансе потерь составляют эксплуатационные потери (30–45 %) из-за недоработки пласта по глубине.

3) Хорошо и среднепромывистые россыпи с мелким и средним золотом. Потери, связанные с их отработкой, обусловлены несоблюдением режима обогащения, наличием западин в плотике. Общие потери составляют 25–30 %.

Существуют нормативные показатели потерь золота и платиноидов (Таблица 1.4) в зависимости от степени промывистости песков («Методика разведки россыпей...», 1992).

Таблица 1.4

Нормативные значения коэффициентов извлечения (Ки) золота и платиноидов

Категория промывистости пород	Коэффициент извлечения		
	на драгах	на промприборах	на стационарных или полустационарных установках или фабриках (СОФ)
Легкопромывистые	0,97	0,95	0,97
Среднепромывистые	0,93	0,91	0,94–0,95
Труднопромывистые	0,83–0,86	0,83–0,85	0,85–0,87
Весьма труднопромывистые		Менее 0,80	

Как показывают практика отработки россыпей и результаты выполненных опытно-методических работ, фактические потери могут значительно отличаться от нормативных.

Результаты исследований, проведенные на уральских россыпных месторождениях, характеризующихся мелким золотом («Уралплатина», «Гинзолото»), показали, что снос свободного металла в галечные отвалы составляет от 1 до 3 %, в эфельные – от 4 до 31 %, при доводочных операциях – от 0,1 до 4,2 %. Снос золота на драгах различных золотоносных районов Союза в 1930-е годы варьировал от 8 до 40 % и составлял в среднем 20 %. По данным сотрудника ВНИИ-1 Т.Г. Фоменко, суммарные потери золота при эксплуатации россыпных месторождений достигают 11,55 %. На основании своих исследований автор заключил, что главная масса потерь металла приходится на эфеля, которые он считает основными объектами для повторной переработки.

При промывке шлюзовыми приборами различных типов улавливается порядка 10–15 % металла фракций -0,25 мм, а на его долю в гале-эфельных отвалах приходится не менее 70–80 % золота находящихся в них (Троицкий, 2023).

Практикой работ в пределах Южно-Енисейского золотороссыпного района (Тенешев, 2002) установлено, что при отработке россыпей гидромеханическим способом в гале-эфельных отвалах концентрируются не менее 10–20 % металла, даже если запасы погашены один к одному и был получен намыв более 1,0.

По результатам опытно-методических работ, посвященных геологической переоценке ТР (Макаров, Шрайнер, 1998), содержания золота в эфелях могут составлять от 20 до 50 % от таковых в исходной массе.

Следует отметить зависимость продуктивности техногенных образований от периода отработки россыпей. Так, ямные отработки XIX–начала XX веков (в 80–90 годах) в Приамурье зачастую рассматривались как прямой поисковый признак наличия россыпного металла. Разведывались и отрабатывались такие участки по общим правилам для россыпи.

Старательские отработки 70–80-х годов XX века характеризовались применением маломощной техники, зачастую не позволяющей производить полноценную зачистку потока и примитивных промывочных приборов. Это позволяет надеяться на результативность повторной отработки. В то же время в большинстве золотороссыпных районов преобладающее большинство ранее отработанных россыпей мускульным способом переоценены и в значительной мере повторно отработаны.

На уровень потерь металла в ТР влияют исходные содержания золота в песках – абсолютные содержания золота в отвалах при постоянном проценте технологических потерь тем выше, чем выше исходные содержания в промываемых песках. Первичные содержания в песках влияют на процент потерь через такой показатель, как емкость постели, которая, в свою очередь, должна определить технологию промывки с утверждением графика 2-3-разового сполоска, что в большинстве случаев не производится из-за дополнительных потерь времени и объемов промывки (Мирзеханов, 2001).

В качестве иллюстрации потерь металла при выявлении и эксплуатации россыпи можно привести данные по балансу золота в одной из россыпей Забайкалья (Рис. 1.9).

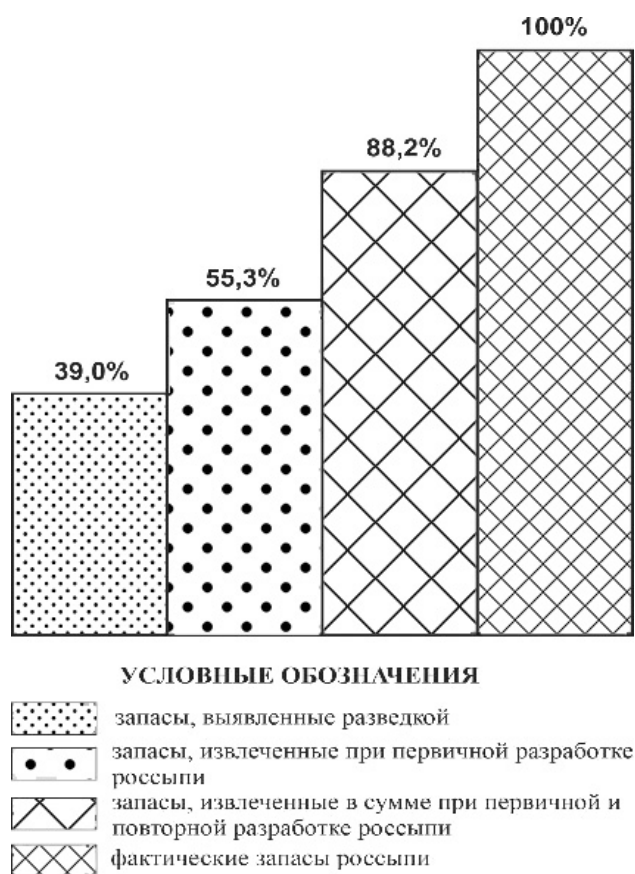


Рис. 1.9 Диаграмма выявления и использования запасов золотоносной россыпи (Чемезов, 2013)

1.2.2. Характер распределения золота (МПГ) и его гранулометрический состав в техногенных отложениях

Крупность техногенного золота обусловлена относительно высоким содержанием мелких фракций (0,25–0,5 мм) и составляет основную долю технологических потерь (Таблица 1.5). Так, при средней крупности золота в первичной россыпи 1,5 мм в отвальном комплексе отработки того же месторождения (эфеля) эта величина падает до 0,5–0,7 мм; Прусс Ю.В. (2010).

Таблица 1.5

Сравнение гранулометрического состава золота в целиковых россыпях и остаточно-отвальных образованиях (Константинов, Гурулев, 1985)

Россыпи		Фракции, мм		
		+1 мм	-1+0,25 мм	-0,25 мм
С крупным золотом	Целиковая	79,9	20,0	0,1
	Остаточно-отвальная	58,2	39,2	2,6
	Разница	-21,7	+19,2	+2,5
Со средним золотом	Целиковая	29,7	56,2	14,1
	Остаточно-отвальная	13,6	72,2	14,2
	Разница	-16,1	+16,0	+0,1
С мелким золотом	Целиковая	6,5	8,0	85,5
	Остаточно-отвальная	5,7	9,7	84,6
	Разница	-0,8	+1,7	-0,9

В то же время использование скрубберных приборов с круглой перфорацией грохота 20(30) мм, зачастую в осенне-весеннее время (май-октябрь), приводило к сбросу в галечные отвалы золота крупностью +16(25) мм (Троицкий, 2023) и созданию ТР в валунно-галечных отвалах скоплений крупного золота (Чай-Юрья, Буркандья, Пятилетка, Ясная, Игуменовский и др.); Прусс Ю.В. (2010).

По результатам исследований ИРГИРЕДМЕТА (Кавчик, 2000), проведенных на россыпях Бодайбинского района, при содержании золота в техногенных отвалах 0,2–0,3 г/м³ один небольшой самородок приходится на 100–500 м³ породы.

Характер распределения золота в ТР. Имеющиеся данные по условиям накопления распределению золота в отвалах достаточно противоречивы и, вероятно, во много определяются условиями отработки целиковых россыпей и особенностями их геологического строения.

По результатам опытно-методических работ (Власов, 1965), выполненных на отвалах, отработанных при открытой раздельной добыче, в пределах Северо-Восточного региона, было установлено, что золото рассредоточено по всей массе отвалов, распределяется крайне неравномерно и обогащения внутренних частей и подножий отвалов нет. Высокие концентрации обычно удалены друг от друга и разделяются между собой значительными по размеру пустыми участками или участками со знаковым золотом (Рис. 1.10).

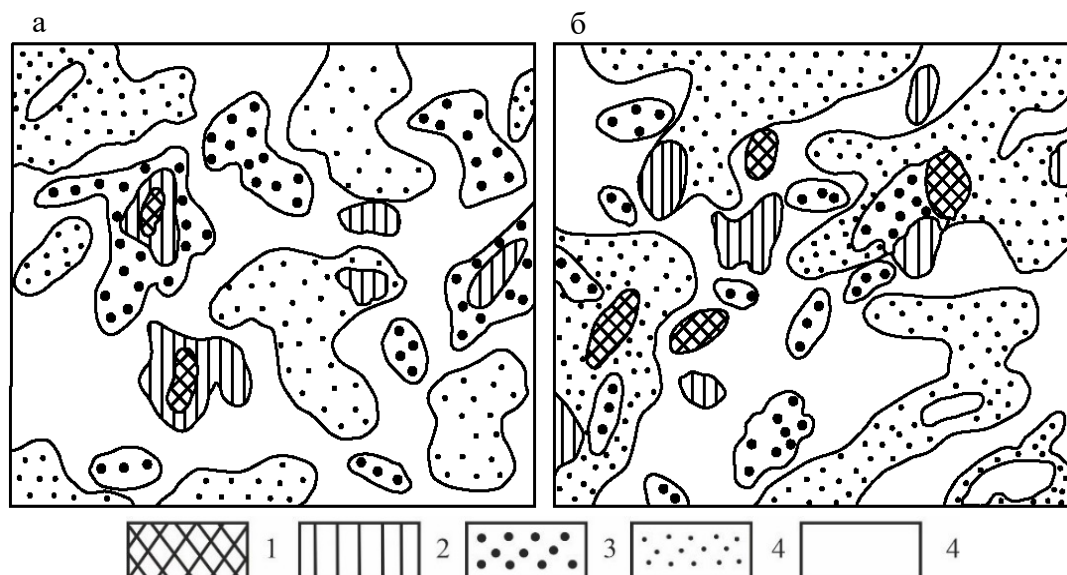


Рис. 1.10 Характер общих закономерностей распределения золота в ТР (Гурулев, 2002)

а – после отработки талых участков целиковой россыпи;

б – после отработки участков целиковой россыпи, пораженных многолетней мерзлотой.

Уровни содержаний: 1 – очень высокие; 2 – высокие; 3 – средние; 4 – низкие; 5 – очень низкие

Приуроченность обогащённых участков к определённым литолого-фациальным разностям отложений или к горизонтам разреза не установлена, хотя в галечных отвалах повышенные содержания золота отмечаются в глинистой примазке и в прослоях песчано-глинистых материалов. При этом отмечается, что для галечных отвалов характерен тот же granulometric composition and weight characteristics of gold, что и в целиках исходных россыпей. Это связано с тем, что основная часть золота здесь представляет собой потери с глинистым материалом и не испытала дифференциации по гидравлической крупности в водном потоке промывочного прибора, как это имеет место в отвалах эфелей (Макаров, 2001).

По данным бороздового опробования разведочных траншей, пройденных по гале-эфельным отвалам (Чупров, 2010), встречаются отдельные обогащенные участки в виде линзовидных тел, которые не увязываются в пласт.

В ряде случаев отмечается более тщательная отработка центральной части целиковой россыпи, чем в бортах (Ворошилов, 2002), что может приводить к наличию обогащенных струй в бортах ТР.

По мнению П.П Богомякова и Ю.А. Травина (1969) наиболее неравномерно распределено золото в галечных отвалах по сравнению с торфами и эфельными отвалами, в их пределах увеличение объема пробы не приводит к существенному повышению достоверности данных опробования. По их данным, полученным на месторождениях Сусуманского и Ягоднинского районов Магаданской области торфяные отвалы содержат 75–85 % золота, в галечных отвалах – 2–7 %, в эфельных – 2–3 %, в гале-эфельных отвалах – 4 %. Вероятно, это частный случай, анализ разведочных проектов по другим регионам показал, что на большинстве ТР содержания золота в торфах невысокие и не представляют интереса для повторной отработки.

Распределение золота в дражных отвалах изучали Чемезов В.В., Бондаренко А.П. и др. (1971). При послойной отработке забоя драгой в галечном отвале происходит чередование пустых и золотосодержащих прослоев. Последние у поверхности отвала смыкаются, образуя «рубашку», представленную золотосодержащим материалом. Аналогичное чередование прослоев с повышенной концентрацией теряемого золота и смыкание их у поверхности имеется и в эфельном отвале, так как порядок укладки материала в нем такой же, как и в галечном. Формирование эфельного отвала в водной среде приводит к фракциони-

рованию не только эфельных, но и теряемых частиц золота. Перемещение золотосодержащего материала в водной среде сопровождается осаждением в первую очередь более крупного золота. Поэтому его концентрация будет отмечаться вблизи участка сброса пульпы, т.е. в верхних слоях эфельного отвала.

В.А. Богданович (1974) при изучении распределения золота в дражных отвалах Енисейского кряжа пришел к выводу, что на полигонах, сложенных малоглинистыми хорошо промывистыми отложениями, верхняя (галечная) часть дражных отвалов характеризуется незначительной золотоносностью. И только на участках, где отложения представлены труднопромывистыми (глинистыми) породами количество золота в галечной фракции значительно возрастает. В нижней (эфельной) части дражных отвалов сосредоточена основная часть золота (до 64 %). В.А. Богданович рекомендует повторно драгировать всю мощность дражных отвалов, исключая верхнюю галечную часть, целесообразность отработки которой в каждом конкретном случае определяется опробованием.

Вертикальное опробование отвалов дражной отработки (Константинов, Гурулев; 1985ф) показало, что при отработке мерзлых россыпей с низким качеством оттайки повышенные концентрации металла обычно сосредоточены в нижних частях разреза (в недоработках пласта). В случае отработки россыпи с крупным золотом более высокие содержания наблюдаются в галечных отвалах из-за потерь самородков. При отработке талых глинистых россыпей с мелким золотом значительные концентрации наблюдаются в верхней части отвалов, что связано с большими технологическими потерями из-за образования «окатышей». В целом, по мнению этих исследователей, наблюдается крайне неравномерное распределение золота на площади отработки, из-за чего разведка часто не может выявить большую часть запасов ТР.

По данным Э.Д. Избекова и Р.Н. Копылова (1992), в крупных галечных отвалах высотой более 10–20 м (ТР Якутии) наиболее обогащенными являются основания отвалов (интервал 0–2 м). Нижняя часть отвала обогащена песком и суглинком, верхняя обычно сложена крупными обломками, представляют собой так называемые «сушенцы».

На зональное распределение золота в отвалах ТР Урала указывает В.А. Наумов (1994). В направлении от вершины эфельных отвалов к их периферии наблюдается дифференциация металла по крупности – от крупного в вершинной зоне к мелкому и пластинчатому в основании отвала.

На вертикальную просадку мелкого золота в галечных отвалах, формируемых при отработке хорошо промывистых песков, указывал В.А. Макаров (2001), который отмечал, что наиболее контрастно эффект вертикальной просадки золота в основание отвала наблюдался на россыпях с высоким содержанием валунов. В то же время в галечных отвалах высокоглинистых россыпей распределение золота относительно равномерное. Такого рода отвалы (Енисейский кряж, Восточные Саяны) перебивались повторно после переморозки и содержания в них были близки к уровню содержания металла в исходных песках.

Специализированными минералогическими исследованиями (Рассказов, Литвинцев, Мамаев; 2010) на ТР р. Джалинда (ОАО «Прииск Соловьевский») установлено, что под влиянием временного фактора и природных процессов (воздействие водных потоков, криогенные факторы, сейсмичность) происходит миграция металла (особенно размерностью -0,5 мм) и внутриотвальное обогащение техногенной горной массы.

Таким образом, среди специалистов, занимавшихся изучением ТР, не существует единого мнения о закономерностях распределения золота в отвальном комплексе. Одни исследователи (Власов, 1960; Избеков, Копылов, 1992 и др.) относят к наиболее продуктивным галечные отвалы, другие (Обручев, 1943; Прусс, 1982; Тверитинов, 1998 и др.) высоко оценивают потенциал мелкого золота, потерянного с эфелями; П.П. Богомяков и Ю.А. Травин, изучавшие отвальный комплекс на Северо-Востоке, наиболее продуктивными считают торфа, далее галя и эфеля.

Для получения достоверного представления об особенностях распределения золота в отвалах различных типов (в пределах конкретного объекта), необходим анализ геологических и горно-технических свойств целиковой россыпи, дополняемый данными опробования.

В заключение можно упомянуть бытующее среди старателей представление о том, что отвалы россыпей должны «полежать», прежде чем приступать к их промывке. В работах зарубежных авторов приводятся сведения о вторичном обогащении отвалов в Бразилии: при исходном содержании золота 0,48 г/т через несколько лет оно достигло значения 3,69 г/т. Ряд исследователей считают, что переотложение золота происходит путем его растворения органическими гуминовыми кислотами, в значительных концентрациях содержащимися в грунтовой воде тропических стран.

В наших условиях «обогащение» ТР, возможно, связано с криогенной дезинтеграцией, которая способствует процессу высвобождения минералов от вмещающих пород. Это явление приобретает важную практическую значимость, если учесть, что золото в сростке с кварцем и другими минералами вследствие низкого удельного веса представляет собой упорную форму для его гравитационного извлечения (Ковлеков, 2002).

При разведке ТР золота и МПГ ситовый анализ полезных компонентов следует проводить раздельно по рядовым (разведочные скважины) и крупнообъемным (траншеи, опытная отработка) пробам. При этом количество таких определений должно соответствовать масштабу месторождения.

1.2.3. Классификация запасов техногенных месторождений россыпей по сложности геологического строения

В соответствии с «Классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278 «...Техногенные россыпи по условиям залегания, размерам, степени выдержанности, равномерности распределения полезных минералов (компонентов) в подавляющем большинстве случаев соответствуют 4-й группе сложности, при которой все запасы, вовлекаемые в разработку, по степени изученности могут быть отнесены к категории С₂...».

К 4-й группе сложности относятся россыпи, имеющие весьма сложное строение, очень невыдержанные по ширине и мощности, с весьма неравномерным распределением полезных компонентов, разведка которых требует проходки горных выработок (траншей или подземных сечений) в больших объемах. В промышленном контуре россыпи обычно имеется большое количество участков с непромышленным содержанием полезных компонентов; поверхность плотика очень неровная; значительная часть полезных компонентов содержится в трещинах и западениях. Детальная разведка россыпей 4-й группы, как правило, совмещается с разработкой.

Распределение полезного компонента и средние содержания в ТР отчасти определяются природными условиями залегания «первичных» россыпей, т.е. можно говорить о некоторой «унаследованности» группы сложности ТР, присвоенной исходному природному объекту, но с уменьшением средних содержаний и усложнением внутреннего строения за счет появления обедненных полезным компонентом участков (в плане и разрезе), что также указывает на правомерность отнесения ТР к 4-й группе сложности.

II. Методы разведки и опробования техногенных россыпей

В соответствии с «Методическими рекомендациями по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Россыпные месторождения» (2007) разведку техногенных или частично отработанных неглубоко залегающих россыпей наиболее целесообразно проводить траншеями или дражными ходами при валовом опробовании. Разведку дражных полигонов можно проводить также шурфами или скважинами по прямоугольной или квадратной сети, учитывая, что первоначальное строение россыпи в процессе разработки было полностью нарушено. На участках частично отработанных россыпей, нарушенных старыми подземными выработками, карьерами или отвалами, должна быть сохранена равномерность сети, но расстояние между линиями и выработками следует уменьшить по сравнению с ненарушенными площадями.

При выборе технических средств и расстояний между разведочными линиями и выработками могут быть использованы обобщенные данные отечественной практики разведки россыпных месторождений золота и платиноидов.

Основная часть ТР, как было показано гл. 1.2.3, может быть отнесена к 4-й группе сложности геологического строения. Россыпи этой группы, как весьма сложные, могут быть разведаны и оценены траншеями, шурфами или разведочными полигонами, опробованными валовым способом.

2.1. Общие положения о стадийности и проведении разведки техногенных россыпей

Среди специалистов, проводивших исследования техногенных отложений, превалирует мнение о том, что разведка ТР традиционными методами в большинстве случаев нецелесообразна, что обусловлено особенностями их строения: крайне неравномерным распределением золота (высокие концентрации обычно удалены друг от друга и разделены между собой значительными по размеру пустыми участками или участками со знаковым содержанием золота), рассредоточенностью металла по всей массе отвалов.

Высказываются мнения (Луняшин, 2024), что для техногенных образований обосновать необходимую геометрию разведочной сети, ее плотность, интервалы опробования и объемы рядовых проб невозможно, и следовательно, в таких образованиях запасы металла в общепринятом понимании отсутствуют и их надо отнести к отходам производства, которые содержат определённые ресурсы золота, которые никогда не станут запасами.

В отличие от целиковых россыпей, для выявления которых необходимо проведение поисковых работ, местоположение отвалов, их объем, в ряде случаев и средние содержания с той или иной степенью достоверности известны, поэтому, по мнению авторов данного методического руководства, целесообразно совмещение стадий поисково-оценочных работ и разведки.

«Методическим руководством по изучению и эколого-экономической оценке техногенных месторождений» (ГКЗ, 1994) предписывается проведение ревизионно-оценочных работ, основной целью которых является выбор объектов для промышленного освоения, на которых следует поставить разведочные работы. Следует отметить, что данное руководство относится к ТМ, образованным в результате отработки рудных месторождений, как следует из их определения: «ТМ – это скопления минеральных веществ, образовавшиеся в результате складирования отходов добытых полезных ископаемых (некондиционные руды, вскрышные и вмещающие породы, обогатительного (хвосты, шламы) и других производств... Ревизионно-оценочные работы, в соответствии Методическим руководством..., выполняются проходкой и опробованием закопшек по редкой сети, единичных скважин и шурфов».

Учитывая высокую неоднородность распределения полезного компонента в ТР и отсутствие закономерностей в его распределении (что и подразумевает их отработку на массу), проходка единичных выработок по редкой сети может привести к получению ошибочных данных об основных параметрах ТР в целом, что опять же приводит к выводу о целесообразности совмещения стадий геологоразведочных работ для изучения ТР.

В то же время имеющаяся статистическая отчетность по отработке целиковой россыпи и потерям позволяет предварительно оценить основные параметры ТР и в случае полноты и достоверности имеющихся данных выполнить подсчет запасов ТР по категории С₂. Для статистического подсчета запасов в наличии должны быть архивные материалы по геологоразведочной информации целиковой россыпи, проекты и годовые производственные отчеты по технологии горно-обогатительных работ с учетом использования при этом различных технических средств, показатели технологических потерь при обогащении песков в соответствии с утвержденными нормативами в проекте горных работ, а также геологоразведочные данные, полученные при опробовании техногенных отходов производства.

Достоверность статистического метода подсчета запасов подтверждается выполненными ЦНИГРИ методическими работами на ТР платины Кондёр (Тарасов, 2015), а также камеральными оценками ряда производственных организаций, получивших утвержденное заключение государственной экспертизы запасов:

- подсчет запасов ТР Кевакта (АС «Лена»), Протокол рабочей комиссии ТКЗ № 94 от 27.03.1998;

- переоценка запасов ТР Весенневской террасы (р. Бодайбо, ЗАО «Севзото»), Протокол заседания ТКЗ № 460 от 14.12.2000.

Вместе с тем представляется правомерным, что, если оценка ТР или ее части проводится на основе достоверной архивной информации по статистической отчетности, то результаты данной оценки следует рассматривать как выполнение работ оценочной стадии, которая позволяет далее (на стадии разведки) проводить ОПР при соответствующем решении ГКЗ.

Проведение ОПР осуществляется при наличии соответствующего заключения государственной экспертизы запасов по техническому проекту опытно-промышленной разработки месторождения, который до утверждения пользователем недр подлежит согласованию с комиссией, создаваемой Роснедрами или его территориальным органом, в порядке, предусмотренном Правилами подготовки, согласования и утверждения технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых, технических проектов строительства и эксплуатации подземных сооружений, технических проектов ликвидации и консервации горных выработок, буровых скважин и иных сооружений, связанных с использованием недр, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2127.

При отсутствии архивных данных по разведке и отработке целиковой россыпи, или их недостаточности, или явной недостоверности выполняется разведка по регулярной сети. Выбор параметров разведочной сети, объемов опробования и необходимых технических средств выполняется исходя из особенностей ТР.

Предварительную оценку достаточности и достоверности имеющихся материалов по статистической отчетности потерь при отработке целиковой россыпи на подготовительном этапе проводят специалисты геологической службы недропользователя. При такого рода оценке следует учитывать в прошлом возможную незаинтересованность ряда предприятий в полном учете потерь, т.к. они в определенной степени характеризуют качество отработки. Геологические потери в отчётах обычно отсутствуют. Наличие золотоносности в торфах в официальных документах, как правило, не указано. Если же подобного рода сведения приводятся, то их величина редко превышает 3–4 %. В то же время, исходя из практического опыта, полученного на основании многолетней переработки отвалов в разных регионах Российской Федерации, в эфельных и гале-эфельных отвалах принимается содержание золота в размере 20 % (15 % – технологические потери, 5 % – эксплуатационные потери) от исходного содержания в целиковых россыпях (если отвалы ни разу не перемывались).

Если имеющиеся данные по потерям существенно (в разы) ниже нормативных (с учетом промывистости песков и типа обогатительного оборудования) или данных по потерям на основе результатов отработки, расположенных вблизи аналогичных объектов, то использование

их для подсчета нецелесообразно. Окончательно достаточность и достоверность представленных недропользователем материалов определяют эксперты ГКЗ в ходе государственной экспертизы запасов.

Подсчет запасов проводится по региональным (районным) кондициям, действующим в данном геолого-экономическом районе. В случае несоответствия этих кондиций особенностям геологического строения россыпи и реальным экономическим показателям ее отработки оценка балансовой принадлежности запасов проводится по расчетному параметру минимального промышленного содержания золота в блоке годовой добычи на основе укрупненных технико-экономических расчетов. Также допускается при оконтуривании запасов использовать утвержденный вариант кондиций с оптимизацией через поправочные коэффициенты.

Наряду с подсчетом запасов основных полезных ископаемых в процессе разведки должна быть дана оценка целесообразности извлечения всех попутных полезных компонентов и при необходимости подсчитаны их запасы.

Отчет с подсчетом запасов вместе с необходимыми графическими и табличными материалами должен соответствовать действующим Требованиям и Методическим рекомендациям, применяемым к ТР для проведения государственной экспертизы запасов полезных ископаемых.

В схематичном виде последовательность проведения геологоразведочных работ по изучению ТР и вовлечению их в разработку в зависимости от наличия или отсутствия достоверных архивных данных предыдущих отработок приведены на Рис. 2.1.

2.2. Использование архивных данных для оценки техногенных россыпей

На начальном этапе на основании маркшейдерской съемки определяется объем торфов и песков в подсчетных блоках. Результаты картирования выносят на планы масштаба 1 : 2000–10 000.

Исходные материалы для оценки потерь и определения остаточных запасов могут быть получены на основе сопоставления данных разведки и эксплуатации по запасам, условиям залегания, морфологии, мощности, внутреннему строению продуктивных пластов, содержанию полезных компонентов.

Величина расхождения (Р, %) между запасами, установленными по данным разработки (Qэ) и подсчитанными по данным разведки (Qр), определяется по формуле («Методические рекомендации по сопоставлению данных...», 2007):

$$P = 100 (Q_{\text{э}} - Q_{\text{р}}) / Q_{\text{р}}.$$

Указанное расхождение определяется в контурах запасов для каждого подсчетного блока и месторождения в целом. В материалах сопоставления должны быть приведены контуры утвержденных и погашенных запасов (в том числе добытых и оставшихся в целиках), списанных как неподтвердившиеся, сведения о запасах, числящихся на государственном балансе, потери при добыче, транспортировке и потери при переработке песков. При этом в данных по эксплуатации должны учитываться показатели технологических потерь при обогащении песков в соответствии с утвержденными нормативами в проекте горных работ, которые являются расчетной основой для определения запасов металла ТР по категории С₂.



Рис. 2.1 Последовательность проведения геологоразведочных работ на ТР в зависимости от наличия ретроспективных данных

Количество золота, предполагаемое на участке (блоке) может быть оценено как технологические потери, образовавшиеся в результате отработки целиковых запасов и установленные по данным государственной статистической отчетности или на основании расчета потерь золота с отвальными продуктами (галей и эфелями) на применявшихся для отработки целиковой россыпи конкретных промывочных приборах в зависимости от конструкции прибора, промывистости песков, гранулометрии золота, технологии работ и других факторов (Таблица 2.1).

Результаты сопоставления сопровождаются графикой, на которой выделяются конкретные участки с однородными горно-геологическими и морфологическими условиями (морфогенетический тип россыпи, гранулометрический состав торфов и песков, промывистость, средние содержания, ситовые характеристики металла, характер плотика, степень пораженности мерзлотой), а их параметры приводятся в сводной таблице (Таблица 2.2). Однородные горно-геологические участки должны характеризоваться одинаковым уровнем общих потерь. Если торфа складировались отдельно с гале-эфельными отвалами, то объем отвального (гале-эфельного) комплекса определяется исходя из объемов переработанных металлоносных песков, остаточные запасы в которых в результате технологических потерь составляют основной объем техногенного комплекса.

Таблица 2.1

Пример учета добычи, технологических потерь и данных разведки по годам

№№ бло- ков	Год отра- ботки за- пасов	№№ ли- ний	Фактически выработано без учета разубоживания									По данным разведки, за вычетом запа- сов			
			Пло- щадь тыс. м ²	Объем, тыс.м ³		Мощность, м		Ср. со- держ. мг/м ³	Добыто металла, кг		По- тери, %	Объем тор- фов, тыс. м ³	Объем песков, тыс. м ³	Ср. со- держ. мг/м ³	Ме- талл, кг
				торфов	песков	торфов	песков		Всего	В т.ч. технол. потери					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1-С	1996	6П, 4А,2Ю, 4П, 216	3,2	1,2	4,6	0,4	1,4	1957	9,0	0,4	4,4	3,2	6,7	2688	18,1
	1997		28,1	11,8	52,3	0,4	1,9	3044	159,2	6,0	3,8	28,1	59,0	2702	159,4
	1998		46,8	34,3	96,3	0,7	2,1	4267	410,9	18,1	4,4	46,8	98,3	2699	265,4
	1999		79,1	76,5	161,9	1,0	2,0	3880	628,1	30,3	4,8	79,1	166,1	2670	448,4
	2000		61,6	62,8	114	1,0	1,9	5175	590,0	29,1	4,9	61,6	129,4	2700	349,4
	2001		11,5	15,9	23,1	1,4	2,0	4082	94,3	4,4	4,7	11,5	24,1	2697	65,0
	Итого:		230,3	202,5	452,2	0,9	2,0	4183	1891,5	88,3	4,7	230,3	483,6	2700	1305,7
2-С	1993	4П, 216; 2Б	11,2	14,1	47,1	1,3	4,2	2253	106,1	4,1	3,9	9,0	26,9	2900	78,0
	1994		28,5	26,6	87	0,9	3,1	2951	256,7	8,5	3,3	22,8	68,4	2898	198,2
	1995		24,3	29,9	83,6	1,2	3,4	2470	206,5	7,7	3,7	19,4	58,3	2898	169,0
	1996		42,6	33,6	95,9	0,8	2,3	3262	312,8	12,1	3,9	34,1	102,2	2898	296,2
	1997		64,8	86,0	154,9	1,3	2,4	3407	527,8	19,6	3,7	51,8	155,5	2898	450,6
	1998		45,2	33,5	100,7	0,7	2,2	5233	527,0	23,2	4,4	36,2	108,5	2898	314,4
	1999		24,6	22,6	78,7	0,9	3,2	3976	312,9	14,0	4,5	19,7	59,0	2898	171,0
	2000		36,3	42,8	100,9	1,2	2,8	4077	411,4	19,1	4,6	29,0	87,1	2898	252,4
	2001		20,3	24,8	65,8	1,2	3,2	3553	233,8	10,5	4,5	16,2	48,8	2898	141,4
	Итого:		297,8	313,9	814,6	1,1	2,7	3554	28950	118,8	4,1	238,2	714,7	2898	2071,2

Таблица 2.2

Целиковые объемы, образующие техногенный комплекс месторождения

№№ участков, интервал линий	Объем торфов, тыс. м ³	Объем промытой массы, тыс. м ³
Участок 1 инт. 172-216 (геол. блоки 13-53; 56-58)	4220,1	4123,2
Участок 2 инт. 152-64 (геол. блоки 19-43)	13 649,9	7000,2
...	...	...
Всего по россыпи	93 301,5	52 405,8

При расчетах объемов техногенного комплекса по участкам используются отчетные данные за период отработки:

- форма 5-ГР «Сведения о состоянии и изменении запасов твердых полезных ископаемых», утв. постановлением Госкомстата России от 13.11.2000 № 110;
- форма 70-тп «Сведения об извлечении полезных ископаемых при добыче», утв. постановлением Госкомстата России от 18.06.1999 № 44 (в ред. от 3 сентября 2002 г.);
- форма 71-тп «Сведения о комплексном использовании полезных ископаемых при обогащении и металлургическом переделе, вскрышных пород и отходов производства», утв. постановлением Госкомстата России от 18.06.1999 № 44 (в ред. от 3 сентября 2002 г.).

Различие участков россыпи по комплексу геологических, геоморфологических и технологических признаков несомненно влияет на характер техногенных образований и количество металла, оставшегося в них, что должно учитываться при выборе методики их оценки, а также технологии горного и обогащательного процесса.

Степень сходимости данных разведки и разработки количественно определяется величиной коэффициентов по торфам (Кт), пескам (Кп), среднему содержанию (Кс) и металлу (Км), которые представляют отношение фактических показателей, полученных в процессе разработки, к аналогичным разведочным данным (Таблица 2.3). При этом наибольшее значение имеет коэффициент по металлу (коэффициент намыва):

$$K_m = M_z / M_p,$$

где M_z – количество металла, фактически полученное при эксплуатации с учетом всех потерь;

M_p – количество металла, подсчитанное по данным разведки.

Подсчет объемов техногенного комплекса и запасов в них химически чистого золота (МПП) по данным геолого-маркшейдерской отчетности предприятия выполняется раздельно по участкам с учетом всех составляющих, которые могли повлиять на качество и количество результатов. К таким составляющим отнесены наличие в переработанной горной массе валунистости и количество материала, приходящееся на отстойники.

Фактические потери можно учесть только по данным отработки отдельных блоков, по которым были подсчитаны геологические запасы и по каждому из которых велся учет добытого металла. Исходя из этого, на запасы, которые рассчитываются статистически как технологические потери, следует вводить поправочный коэффициент, равный коэффициенту намыва на металл (Таблица 2.4). Поправочный коэффициент вводится только на блоки и участки с балансовыми запасами, по которым достоверность оценки достаточно высокая.

По укрупненным расчетам, выполненным на основе данных статистического подсчета запасов (категории С₂), определяется среднее содержание золота (МПП) по каждому из оцениваемых участков, оценивается их соответствие минимально промышленному содержанию и делается вывод об обоснованности постановки заверочных работ в пределах оцененных участков (Тарасов, 2015).

По внутриконтурным и бортовым целикам, освещенным ранее пройденными выработками, оценка запасов производится на основании сопоставления на геологических разрезах мощности песков по данным разведки с мощностью отработки, которое показало, что часть блоков в балансовых и забалансовых запасах недоработаны. Обусловлено это особенностями приплотиковой части россыпи, наличием многолетней мерзлоты и недостаточной

подготовкой полигонов к отработке, что отрицательно сказывается на качестве разработки месторождений.

По результатам анализа планов рельефа плотика, сопоставления разведочной мощности и отметок глубин отработки на план наносятся возможные участки недоработки золотосодержащих отложений.

Если при эксплуатации целиковой россыпи проводилась отработка своих остаточнотваловых отложений (эксплуатационно-разведочные работы), то ее результаты можно рассматривать как данные заверочных работ. Полученные в результате этих работ содержания золота в отвалах, которые могут быть использованы для расчета потерь, допущенных при отработке россыпи, определяются по следующей формуле:

$$C_{\text{пот.}} = C_2 / C_1 \times 100 \%,$$

где: $C_{\text{пот.}}$ – содержание золота в отвалах, выраженное в % от разведочных данных;

C_2 – содержание золота в отвалах, установленное в результате эксплуатационно-разведочных работ;

C_1 – содержание золота в целиковой россыпи.

Содержание по отвальной части каждого блока рассчитывается отдельно по формуле:

$$C_{\text{бл.}} = (C_{\text{пот.}} \times C_i) / 100 \%,$$

где: $C_{\text{бл.}}$ – содержание золота по техногенной части подсчетного блока;

C_i – содержание золота на месте подсчетного блока в целиковой россыпи.

Таблица 2.3

Сопоставление данных разведки и эксплуатации по годам отработки

год	Данные эксплуатации								Данные разведки						Кт	Кп	Кс	Км
	Площадь тыс. м³	Объем, тыс. м³		Мощность, м		Ср. со- держ. мг/м³	Добыто металла, кг		Объем, тыс. м³		Мощность, м		Ср. со- держ. мг/м³	Запас металла, кг				
		торфов	песков	тор- фов	песков		Всего	В т.ч. тех- нол. потери	тор- фов	песков	тор- фов	песков						
Участок 1																		
1986	14,0	7,8	38,0	0,6	2,7	2837	107,8	11,8	7,8	31,1	0,6	2,2	2505	77,9	1,08	1,22	1,13	1,38
1987	9,3	5,1	30,2	0,5	3,2	8689	262,4	14,5	5,2	20,6	0,6	2,2	2505	51,6	0,89	1,44	3,47	5,09
1988	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1989	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1990	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1991	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1992	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Итого	1708,4	1522,7	5033,8	0,9	2,9	4241	21 347,2	924,7	1455,1	4029,1	0,9	2,4	4048	16 310,3	1,05	1,25	1,05	1,31

Таблица 2.4

Статистический подсчет запасов по участкам ТР в контуре отработки целиковой россыпи

Интервал линий, №№ геологич. блоков	Объем промытой массы, тыс. м³	В том числе		Объем отвалов, тыс. м³	Среднее содержание, мг/м³	Запасы, кг	Км	Параметры с учетом Км	
		валунис- тость, %	илисто-глинистая составляющая в отстойниках, %					Среднее содержание, мг/м³	Запасы, кг
Участок 1									
инт. 172-216 (геол. блоки 13-53; 56-58)	5033,8	5,5	5,0	4505,3	205	923,6	1,31	269	1209,9
Участок 2									
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ВСЕГО ПО РОССЫПИ	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Для расчета остаточных запасов по отвалам дражной отработки возможно применение методики, разработанной специалистами ИРГИРЕДМЕТА и апробированной на ряде россыпей (Гурулев, 2002; Савченко, 1989; Константинов, 1982). Суть ее заключается в едином методическом подходе, который предусматривает применение поправочного коэффициента (K_{Π}) к данным разведки. Запасы металла в основных элементах ТР рассчитываются по формулам:

$$Q_o = Q_p \times K_{\Pi} - Q_3;$$

где Q_o – запасы металла в остаточно-отвальных образованиях;

Q_p – запасы металла, по данным детальной разведки на площади остаточно-отвальных образований;

Q_3 – добытый металл;

K_{Π} – поправочный коэффициент.

В зависимости от исходных данных значение поправочного коэффициента (K_{Π}) рассчитывается по формулам:

$$K_{\Pi} = K_n \times \frac{\Pi_{кз} \times (1 + K_T)}{1 - K_p}$$

$$K_{\Pi} = K_n \times \Pi_k + \Pi^{\Pi} \times (\Pi_k - 1)$$

$$K_{\Pi} = K_n \times \Pi_k^{об}$$

K_n – коэффициент намыва представляет отношение добытого металла (Q_3) к данным разведки (Q_p);

$\Pi_{кз}$ – коэффициент эксплуатационных потерь металла в массиве на единицу его добычи из целиковой россыпи;

K_T – коэффициент технологических потерь металла на единицу его добычи из целиковой россыпи:

$$K_T = \frac{1 - K_{и}}{K_{и}}$$

где $K_{и}$ – коэффициент технологического извлечения металла, определяется экспериментально или по фактам отработки остаточно-отвальных образований;

K_p – коэффициент эксплуатационных потерь металла от просыпания в рамную проrezь на единицу его добычи, определяется экспериментально;

Π_k – коэффициент извлечения общих фактических потерь металла ($\Pi_k^{об}$), допущенных при разработке целиковой россыпи в процессе первичной отработки остаточно-отвальных образований;

Π^{Π} – коэффициент общих потерь металла ($Q_{пв}^{об}$), допущенных при разработке остаточно-отвальных образований на единицу его добычи из них.

Коэффициенты $\Pi_{кз}$, Π_k и Π^{Π} рассчитываются по фактическим данным первичной и вторичной отработки остаточно-отвальных образований:

$$\Pi_{кз} = K_n \times \frac{(\Pi_k + \Pi^{\Pi} \times (\Pi_k - 1)) \times (1 - K_p)}{1 + K_T}$$

$$\Pi_k = \frac{Q_3 + Q_o^3}{Q_3} \quad \text{или} \quad \Pi_k = \frac{C_3 + C_3^o}{C_3}$$

$$\Pi^{\Pi} = \frac{Q_3^{об}}{Q_3^o} \quad \text{или} \quad \Pi^{\Pi} = \frac{C_3^{об}}{C_3^o}$$

где Q_3 , C_3 – соответственно масса добытого металла и среднее содержание при разработке целиковой россыпи;

Q_0^3 , C_0^3 – соответственно масса добытого металла и содержание при первичной отработке остаточно-отвальных образований;

$Q_3^{об}$, $C_3^{об}$ – соответственно масса добытого металла и содержание при вторичной отработке остаточно-отвальных образований.

Подсчет запасов по методике ИРГИРЕДМЕТа ведется по блокам, оконтуренным по границам месячных отработок с учетом сезонности и изменения среднего содержания по ширине россыпи.

Вне зависимости от используемой методики расчетов результаты подсчета запасов, согласно действующему закону «О недрах», подлежат государственной экспертизе, которая может дать заключение о готовности запасов к промышленному освоению либо для подтверждения ее достоверности дать заключение о проведении опытно-промышленной разработки, по результатам которой выполняется корректировка рассчитанных запасов с использованием поправочного коэффициента. Такого рода корректировка может выполняться как на локальном участке, так и в целом по площади планируемых добычных работ.

2.3. Опытно-промышленная разработка (ОПР)

Целью опытно-промышленной разработки (ОПР) является уточнение параметров месторождения, полученных на оценочной стадии работ, в том числе, на стадии статистической обработки данных по разведке и отработке россыпи, для получения более достоверных данных о запасах месторождения, уточнения вещественного состава и технологических свойств техногенных отложений. Итогом ОПР является либо последующее применение уточняющих коэффициентов к запасам основной части месторождения, либо подтверждение достоверности рассчитанных запасов, а также выбор оптимальной технологической схемы их переработки.

Работы по ОПР выполняются в соответствии с техническим проектом, в котором предусматривается выполнение комплекса ГРР, совмещенного с извлечением полезного ископаемого. В техническом проекте ОПР приводятся сведения о наличии металла, который предполагается оценить и извлечь в рамках ОПР. По каждому блоку предполагаемой ОПР определяется объем горной массы, среднее содержание, предполагаемое количество полезного компонента, объем необходимых горно-подготовительных работ.

Подковка и согласование проекта ОПР выполняется в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2127.

Опытно-промышленная разработка подразумевает отбор и промывку весьма значительных объемов техногенных отвалов (до первых десятков и сотен тысяч м³), которые могут быть получены в результате заверочных дражных ходов или проходки горно-разведочных выработок большого сечения – разведочно-эксплуатационных полигонов (РЭП).

При использовании драги для определения достоверности оцененных расчетным методом запасов (ресурсов), задается дражный ход, пересекающий различные элементы ТР. Направление заверочных дражных ходов поперечное либо произвольной конфигурации, равномерно и полно характеризующее разведываемый участок, как по ширине, так и по длине (Ильин, 2021).

В практике отработки дражных отвалов встречаются случаи, когда гале-эфельные отвалы первичной отработки слабозолотоносны и практический интерес представляют межшаговые, межходовые и прибортовые целики. В этом случае при заверочном ходе драги осуществляется вскрыша верхней пустой породы экскаватором либо выбирается рациональная технологии работы драги.

Результаты секционного опробования разведочного хода драги получают с помощью периодических маркшейдерских замеров.

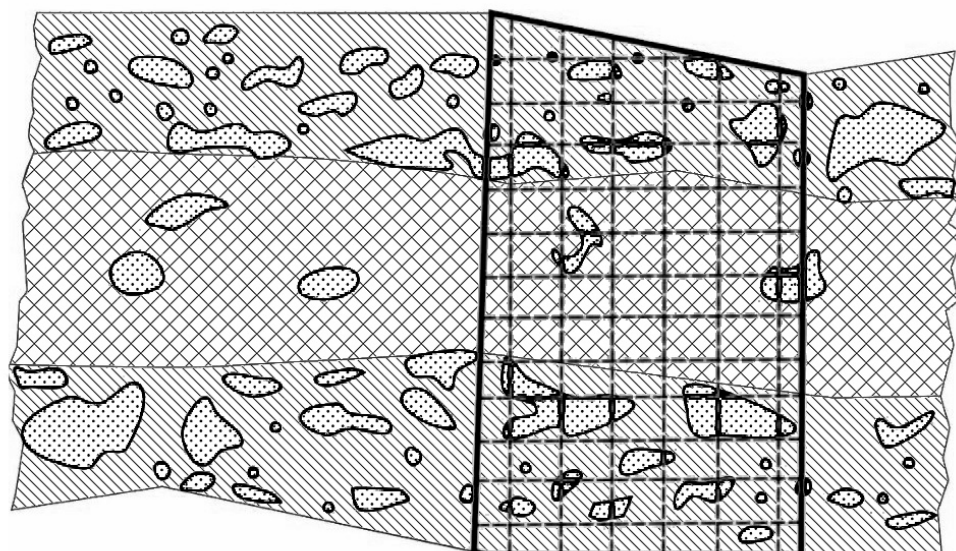
Линейные параметры РЭП определяются размерами контура техногенных отложений. Полигон по возможности закладывается на всю ширину ТР, его линейные параметры не должны превышать размеров эксплуатационного полигона для конкретного геолого-промышленного типа. Как показывает анализ ранее выполненных ОПР, размеры полигонов составляют: ширина – 50–200 метров, длина – 100–250 метров (Рис. 2.2). Общий объем промываемой массы может достигать 20–30 тыс.м³. Значительные размеры горной выработки позволяют «захватывать» гнезда и линзы с повышенным содержанием золота, что обеспечивает высокую достоверность оценки запасов. При определении размеров полигонов на россыпях с раздельным способом добычи, можно ориентироваться на удвоенную площадь стоянки промывочного прибора, что позволяет охватить не только отвал промывки, но и обваловки, иловый отстойник и недоработки плотика, которые могут быть перекрыты торфами. При этом необходимо выполнять анализ по наличию и соотношению в общем объеме техногенного комплекса отдельных элементов, расположенных на проектных полигонах, а именно: галечных отвалов, илов в отстойниках, недоработок пласта по мощности, законтурных целиков.

Выбор площадей для проведения ОПР должен осуществляться на основе анализа данных эксплуатации и разведки прошлых лет, при этом границы полигонов должны определяться с учетом контуров отработок прошлых лет и контуров предполагаемого прироста запасов.

Полигон ОПР может характеризовать техногенные отложения только в пределах участка, однородного по морфологическому типу целиковой россыпи (долинная террасовая), своим горно-техническим свойствам (промывистость, гранулометрический состав, мерзлотные свойства) и с учетом распределения запасов и неравномерности содержаний в пределах целиковой россыпи.

Места расположения полигонов, их количество, линейные параметры зависят от типа ТР, особенностей ее строения и согласовываются совместно недропользователем с ГКЗ. В качестве иллюстрации возможного расположения полигонов на Рис. 2.3 приведена схема горно-разведочных выработок, в пределах отвального комплекса на р. Наран (Добрянский, 2000), в данном случае расстояние между выработками составляло 600–1000 м. В рассматриваемом примере каждый полигон характеризовал участки с однородным горно-геологическим строением, то есть участки ТР со сходным гранулометрическим составом отложений, близких по значению технологическим и эксплуатационным потерям (определяется типом промывочного оборудования, временем отработки и данными по потерям при эксплуатации целиковой россыпи, типом целиковой россыпи и характером изменчивости содержаний по данным разведки).

В ходе помывки валовых проб должны осуществляться мероприятия по определению фактических технологических потерь, определяться соотношение гальки и эфелей на основе маркшейдерских замеров. Технологические потери определяются прямым расчетом по результатам контрольного опробования хвостов обогащения.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

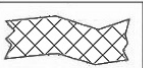
	гнезда и линзы, обогащенные крупным золотом
	галя и эфеля
	бортовые целики без учтенных запасов
	разведовательно-эксплуатационный полигон (РЭП)

Рис. 2.2 РЭП в пределах ТР с неравномерным распределением золота в техногенных отложениях (Антонов, zolotodb.ru)

ОПР сопровождаются оперативным (лунковое) и систематическим (бороздовое, задириковое, валовое) опробованием. Отбор лунковых проб сечением $0,4 \times 0,25 \times 0,2 \text{ м} = 0,02 \text{ м}^3$ (1 ендова) по количеству и системе расположения проб не ограничивается какими-либо нормами.

При активровке полигона для установления нижней границы продуктивных отложений проводится систематическое опробование задирами сечением $4,0 \times 15,0 \text{ м}$, глубиной $0,2 \text{ м}$, то есть объемом порядка 12 м^3 .



Рис. 2.3 Разведка отвалного комплекса ТР горно-разведочными выработками (полигонами) с использованием материалов Добрянского Г.И. (2000)

Содержание металла в техногенных отложениях и средний коэффициент разрыхления определяют путем их валовой промывки. Для уточнения характера распределения золота в различных элементах техногенной россыпи с целью применения в дальнейшем прогнозировании результатов по аналогичным объектам либо для выделения участков последующий первоочередной отработки применяют бороздовое опробование стенок горно-разведочной выработки, результаты которого в подсчете запасов не учитываются.

Для изучения распределения золота по крупности выполняется ситовой анализ золота валовых проб; рекомендуемый размер отверстий сит: 50; 30; 20; 10; 5; 2; 1; 0,5 и 0,2 мм («Инструкция по нормированию технологических потерь...», 2004). Полученная ситовая характеристика золота в песках служит основой для расчета нормативов технологических потерь золота при отработке данной россыпи с применением различных промывочных приборов. Среднюю крупность по месторождению или его участку вычисляют как средневзвешенную по данным ситового анализа:

$$D_{\text{ср}} = \sum D_i P_i / \sum P_i,$$

где: $D_{\text{ср}}$ – средняя крупность золота, мм;

D_i – средний размер каждой фракции, мм;

P_i – масса золота каждой фракции, г.

В случаях, когда РЭП предполагается продолжить за границы ранее отработанного карьера с целью разведки либо заверки запасов в целиковых бортах, валовое опробование их в целике должно производиться строго селективно.

На графических материалах в пределах ОПР должны быть указаны границы подсчетных блоков, границы отработки, границы отвалов, борта карьеров, недоработанные целики, разрезные и руслоотводные канавы, илоотстойники, склад песков.

Подсчет запасов ТР, примыкающей к отработанному полигону, базируется на содержании металла в валовой пробе, с учетом соотношения объемов отвалов гали, эфелей, остатков первичной россыпи, пород плотика.

2.4. Методы разведки техногенных россыпей

Геологоразведочные работы по регулярной сети для изучения ТР выполняются в том случае если документация по разведке и отработке целиковой россыпи утрачена или заведомо недостоверна. Достаточность и достоверность представленных недропользователем материалов, как отмечалось выше, определяют эксперты ГКЗ.

Методы разведки ТР обосновываются в разделе проекта ГРР «Методика проведения геологоразведочных работ», в котором обосновываются виды, объемы, сроки и последовательность проведения геологоразведочных работ («Правила подготовки проектной документации на проведение геологического изучения недр и разведки месторождений полезных ископаемых по видам полезных ископаемых» Приказ МПР от 14 июня 2016 г. № 352).

Виды, объемы и сроки проведения геологоразведочных работ определяются исходя из методики, техники и технологии проведения геологоразведочных работ, обеспечивающих рациональное комплексное использование и охрану недр, а также условий лицензии на пользование недрами.

По результатам анализа значительного количества ранее выполненных работ по разведке ТР, можно сделать вывод о том, что возможно использование всех известных видов и технических средств, используемых при ГРР на целиковых россыпях (за исключением подземных работ): буровая разведка, проходка шурфов, траншей, а также отбор точечных крупнообъемных валовых проб из каждого крупного отвала (единицы учета). Учитывая неравномерное (гнездовое) распределение полезного компонента, наиболее достоверным способом является разведка ТР, сопровождаемая отбором валовых проб значительного объема. Кроме того, данный метод позволяет проводить без дополнительных затрат испытание технологических свойств песков в промышленных условиях. Однако его можно отнести и к наиболее трудоемкому и дорогостоящему, поэтому он часто дополняет разведку с отбором менее объемных проб, где крупнообъемное валовое опробование является заверочным. Таким образом, выбор объема проб определяется горно-геологическими условиями ТР в сочетании с экономической целесообразностью.

Методика проведения геологоразведочных работ, как указано выше, содержит обоснование рационального комплекса, методов и видов геологоразведочных работ, их объемов, мест проведения, последовательности, сроков и порядка проведения.

Для предварительной оценки последовательности постановки ГРР по элементам ТР и экономической целесообразности этой последовательности рекомендуется проведение рекогносцировочного этапа с целью выбора первоочередных объектов для проходки разведочных выработок или проведения ОПР. Данный этап включает в себя следующие виды работ:

1. Проведение рекогносцировочных маршрутов и маркшейдерских работ, в ходе которых выполняется картирование отвального комплекса. В процессе картирования отмечается расположение гале-эфельных и вскрышных отвалов, дамб, стоянок промприборов, насыпных дорог с описанием состояния стенок карьеров и их обводненности. Кроме того, определяется степень зачистки плотика, изучаются и описываются его особенности, фиксируется наличие на полигоне крупных валунов и глыб, сцементированных пород, выделяются блоки годовой добычи. Результаты картирования выносят на планы масштаба 1 : 2000–10 000.

2. Копушное опробование рыхлых отложений для оценки золотоносности отвалов и вскрытого недоработанного плотика. Копуши глубиной 0,3 м и сечением 0,16 м² проходятся по сети ориентировочно 25 м × 25 м по всей площади галечных и эфельных отвалов. Данный вид работ показал хорошую результативность при разведке ТР р. Енашимо (Потехина, 2005) и рекомендован методикой, предложенной специалистами «ВостСибНИИГГиМС» (Коткин, Тищенко, 2007).

3. Применение расчетных методов или использование аналогии с другими объектами. Одним из наиболее простых расчетных способов по оценке объемов минерального сырья (ресурсов) ТР является применение формулы (Ван-Ван-Е; 2010):

$$Q_T = Q_{\Pi} \times (K_n + K_p + K_{mf}) - Q_d, \text{ где:}$$

Q_T – ресурсы ТР (кг);

Q_{Π} – запасы отработанного блока по данным разведки (кг);

Q_d – добыча из отработанного блока (кг);

K_n – коэффициент намыва = Q_d / Q_{Π} ;

K_p – коэффициент потерь промышленного золота при разведке целиковой россыпи в результате несовершенства методов разведки и способов разведочного опробования, а также анализа разведочных проб, при расчетах ресурсов K_p может принят в размере 0,2 %;

K_{mf} – коэффициент содержания в россыпях мелкой фракции золота (-0,1 мм), устанавливается по данным ситового анализа разведочных проб при опробовании эфельных отвалов.

При оценке потерь при дражной отработке могут быть использованы данные по результатам перемиывов драгами своих отвалов. Уровень извлекаемых потерь рассчитывается как отношение среднего содержания при повторном перемиыве к сумме содержаний по первичному намыву (Новгородский, Шустов, Сойконова; 2002).

Для оценки ресурсов по недоработкам по почве (Коткин, Тищенко, 2007) предлагается следующая формула:

$$C_{оп} = Q \times T / 100 \times K_1 \times K_2;$$

где $C_{оп}$ – остаточные ресурсы приплотиковой части россыпи, кг;

Q – исходные запасы золота (добыча), кг;

T – потери в приплотиковой части россыпи, %.

Количество металла, потерянного на плотике при дражной отработке, оценивается В.А.Макаровым (2001) в 10–20 % от объемов добычи; Л.Д.Корольковым – 15,2 %; Г.С.Мирзехановым в 10–50 % (в среднем 17 %). Исходя из этих данных, для дражной отработки минимальными приняты 10 %-ные потери ($T = 10$) в приплотиковой части россыпи. Для раздельной добычи минимальные потери по недоработкам по почве условно приняты равными 1–2 %, исходя из 5,8–7,5%-ных общих потерь для данного вида добычи (Корольков, 1982).

K_1 – коэффициент, учитывающий особенности плотика:

разрушенные, легкоовлекаемые в отработку коренные породы – $K_1 = 1,0$;

породы средней трудности отработки – $K_1 = 1,1$;

плотные, крупноглыбово-трещиноватые породы, трудноовлекаемые в отработку – $K_1 = 1,2$;

K_2 – для дражной отработки коэффициент, учитывающий наличие многолетнемерзлых пород в приплотиковой части россыпей:

- талые породы – $K_2 = 1,0$;

- наличие мерзлоты < 30 % – $K_2 = 1,1$;

- наличие мерзлоты 30–40 % – $K_2 = 1,2$;

- наличие мерзлоты 40–50 %, – $K_2 = 1,3$;

- наличие мерзлоты 50–60 % – $K_2 = 1,4$;

- наличие мерзлоты 60–70 % – $K_2 = 1,5$;

- наличие мерзлоты > 70 % – $K_2 = 1,6$.

Для открытой раздельной добычи K_2 – коэффициент, учитывающий качество техники при отработке полигона:

- $K_2 = 1,2$ – это тросовые бульдозеры малой и средней мощности (на базе Т-100, Т-130, Т-170) и экскаваторы при наличии плотика 3 группы (труднововлекаемые в отработку породы);

- $K_2 = 1,1$ – это бульдозерная техника повышенной мощности (ДЭТ-250, Т-300-800, КАМАЗУ-155,355).

2.4.1. Определение рационального объема пробы при разведке техногенных россыпей

Объем проб зависит от содержания полезного ископаемого в россыпи, крупности зерен минералов и характера их распределения. Объем частной пробы определяется экспериментальным путем и колеблется в значительных пределах, достигая в отдельных случаях нескольких сотен кубических метров («Методические рекомендации по применению Классификации запасов...», ГКЗ, 2007). Достоверность принятого способа опробования должна быть подтверждена отбором более представительных (обычно крупнообъемных) проб, а также данными исследования технологических проб или результатами эксплуатационного опробования и данными отработки.

Принцип расчета объема проб основывается на гранулометрических характеристиках полезных компонентов в техногенной россыпи. При этом исходят из того, что рассчитанным объемом наиболее полно выявляются характерные классы крупности зерен полезного компонента, гарантирующие достаточно надежную оценку содержания металла в техногенной россыпи. Вместе с тем известно, что россыпи золота и платиноидов характеризуются также неоднородным зерновым составом, поэтому случайное попадание в пробы зерен различной крупности значительно влияет на оценку наблюдаемой изменчивости содержаний металла. Примерное отражение гранулометрического состава полезных компонентов в техногенной россыпи или ее участке можно получить только по группе проб, расположенных равномерно. В этой связи объем пробы, рассчитанный по гранулометрическим параметрам полезных компонентов, должен представлять объем групповой пробы, равный сумме объемов частных (рядовых) проб. Под рядовой пробой понимается проба, которая пересекает техногенный отвал на всю его мощность.

Большинство специалистов, занимающихся разведкой ТР, наиболее достоверным считают отбор валовых проб и отмечают, что при малообъемном опробовании (скважинном) возможно занижение средних содержаний и запасов в ТР, что соответствует россыпям IV–V групп структурной неоднородности. Так, например, при разведке ТР Курун-Агалык (Терских, 2007) установлено, что средние содержания золота в секциях по валовому опробованию более высокие, чем по бороздovому, коэффициент по вертикальным запасам данных валового к бороздovому опробованию колеблется в пределах 1,0–12,5 ед.

Анализ производственных отчетов и научно-исследовательских работ (НИР) показал, что при разведке ТР применяют отбор малообъемных, среднеобъемных и крупнообъемных проб; в целях настоящего методического руководства применена следующая их градация (Таблица 2.5).

Таблица 2.5

Виды отбираемых при разведке ТР проб

Вид пробы	Объем пробы, м ³	Способ отбора пробы
Малообъемная	0,009–0,16	Керновые Лунковые Копушные Бороздовые
Среднеобъемная	0,2–3,0	Отбор точечных (задирковых) проб экскаватором по периметру отвала или из траншеи
Крупнообъемная	Более 3,0	Отбор точечных (задирковых) проб экскаватором или бульдозером на всю мощность отвала. Проходка шурфов (шурфоскважин), траншей. Дrajный ход

Малообъемные (керновые, лунковые, копушные, бороздовые) пробы, объем проб 0,009–0,16 м³. Как правило (но не всегда) такой вид опробования применяется в комплексе с отбором заверочных проб большего объема. На практике известны случаи разведки ТР только с отбором малообъемных проб: дражные отвалы рр. Черный Урюм и Итака (линии УКБ) (Федорова, 2021); бороздовые пробы из траншей, пройденных по отвалам раздельной отработки на руч. Игуменовском (Троицкий, 2023), которые получили утвержденные заключения государственной экспертизы запасов. В то же время, в «Методических рекомендациях по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (ГКЗ, 2007) при существенном изменении геологических условий локализации россыпи принятые технологические схемы бурения, обеспечивающие качественный отбор проб, должны быть подтверждены заверочными работами путем проходки контрольных шурфов, скважин большого диаметра (500 мм и более), траншей или опытной эксплуатации. Целью заверочных работ является определение достоверности результатов разведки, выполненной скважинами, а также наличие или отсутствие систематической ошибки в опробовании россыпи скважинами. При необходимости следует обосновать величину поправочного коэффициента к запасам полезного компонента. Контролю подлежат 10 % скважин, данные по которым использованы при подсчете запасов россыпи. Должно быть пройдено не менее 20 контрольных выработок, расположенных в нескольких разведочных линиях. При большом количестве скважин, учтенных при подсчете запасов, можно ограничиться 50 контрольными выработками, даже если это составит менее 10 %. В исключительных случаях, когда по геологическим или техническим условиям проходка контрольных горных выработок или скважин большого диаметра невозможна, в целях контроля допускается бурение кустов скважин, причем контрольные скважины располагаются вблизи контролируемых.

Заверяемые выработки должны быть равномерно распределены по всей ТР, не допускается выборочная заверка либо одних бедных скважин (сечений), либо одних богатых. Заверочное крупнообъемное сечение закладывается там, где есть возможность оценить содержания в блоках всех основных элементов ТР. При этом желательно выполнить проходку хотя бы одного заверочного сечения по каждому геологически и горно-технически однородному участку, например, из гале-эфельных отвалов летней и осенней промывки.

По кусту скважин в подсчет вводится средняя величина, которая считается как одна выработка.

Заверочные шурфы располагают так, чтобы заверяемая скважина проходила по длинной стенке шурфа. Шурфовочные работы проводят при мощности отложений до 20 м с применением буровзрывных работ, на кайло, на «пожог», с проморозкой. Из всех проходок материал промывают полностью; объем проб измеряют ендовками с учетом коэффициента разрыхления.

Траншеи проходят непосредственно по буровой линии, скважины должны располагаться в центре полотна траншеи. Объем заверочных проб обычно составляет 2,0–5,0 м³.

Если наличие систематической ошибки опробования доказано, то по данным заверочных выработок выводят поправочный коэффициент на среднее содержание и вертикальный запас. Поправочные коэффициенты по результатам заверочных работ рассчитываются для всех классов содержаний, при этом для подсчета запасов используются коэффициенты по основным (наиболее часто встречаемым) классам содержаний. Для этого строятся графики зависимости $K_p = f(C_p)$, где: K_p – поправочный коэффициент; C_p – среднее содержание полезного компонента по результатам разведки ТР. По полученной зависимости находят значения K_p дифференцировано для каждой разведочной выработки в зависимости от содержания полезного компонента, полученного по ней. После этого для каждой разведочной выработки с учетом дифференцированных значений поправочного коэффициента производится подсчет запасов по россыпи.

Опытно-методические работы, выполненные В.А. Макаровым (2001) на ТР южной части Енисейского кряжа, показали, что минимально достоверный объем пробы варьрует

от 0,05 до 0,1 м³ в зависимости от крупности золота. Т.е. по результатам этих работ можно считать приемлемым использование обычных разведочных скважин (диаметром 120 мм и более), при условии, что в пробу будет отбираться материал со всей мощности отвала либо из куста скважин (2-3 скважины в точке). При длине рейса менее 1 м использование такого рода опробования может привести к занижению запасов, что и наблюдалось на ряде объектов (россыпи М. и Б. Алгияк; Тыва и др.).

Среднеобъемные (малые валовые), объем проб 0,2–3,0 м³, также почти повсеместно сопровождаются заверочным крупнообъемным опробованием.

Для оценки изменчивости содержания металла отбор валовых проб на россыпи р. Кондер проводился в траншее по всей длине, полностью пересекая отвал, с разделением на отдельные секции длиной по 10–20 метров. По каждой опробованной секции проводился расчет среднего содержания, исходя из веса основного металла, а также дополнительного металла, полученного в результате контрольного опробования хвостов промывки и металла, извлеченного из отсадочных машин («зачистка» отсадочных машин).

Отбор точечных среднеобъемных проб в пределах гале-эфельных отвалов проводился как по стенке траншеи, так и по периметру отвала. Шаг опробования составлял от 5 до 10 метров. Отбор пробы проводился равномерно по всей мощности отвала.

По линиям, где не проводилась проходка траншей, отбор точечных среднеобъемных проб из гале-эфельных отвалов производился на глубину 0,5–1,0 м от поверхности отвалов, а также по его поверхности в виде расчистки (задирки) как вручную, так и с помощью экскаватора или бульдозера.

Результаты опытно-методических (Тарасов, 2015) и заверочных (Долбилин, 2022) работ, выполненных на ряде техногенных объектов (рр. Кондер, Уоргалан, Куклянка и др.), показали хорошую сходимость результатов, полученных при отборе среднеобъемных и крупнообъемных проб, что позволяет рекомендовать данный метод особенно при отсутствии высокопроизводительного промывочного оборудования. В то же время недостаточно исследованным, на наш взгляд, является вопрос о достоверности среднеобъемных проб на отвалах, образованных за счет перемиыва россыпей с крупным золотом, которое, как показывает практика, тоже попадает в отвальный комплекс. Для такого типа россыпей необходима заверка валовыми пробами большого объема, либо использование более дешевых геофизических методов (металлодетекторов). Глубина выявления крупного золота у современных металлодетекторов небольшая (20–40 см), поэтому их использование можно рассматривать как своеобразный аналог задиркового опробования (Кавчик, 2000).

Крупнообъемные (валовые), объем проб значительно варьирует от 3 до 1000 м³ и более.

Существуют различные взгляды на решение вопроса о выборе оптимального объема крупных валовых проб, позволяющих с достаточной надежностью определить запасы ТР. Так, по данным (Швецов, 1993), количество валовых проб определяется объемом отвалов из расчета одной пробы на 3–5 тыс. м³ горной массы. Объем пробы из галечных отвалов 20–50 м³, торфяных – 10–20 м³, эфельных – 5–10 м³. На отдельных отвалах, удаленных от границ отработки на значительное расстояние, отбираются поверхностные валовые пробы, каждая объемом в 5 м³ (Власов, 1960). Для подсчета запасов рекомендуется разведывать и опробовать 20–40 % отвалов каждого года в отдельности. Считается, что полученные средние содержания допустимо распространять на остальные отвалы соответствующего года складирования.

По мнению И.Е. Драбкина и А.В. Хрипкова объем проб при разведке гале-эфельных отвалов должен составлять 0,5 % объема отвала, а объем одной такой пробы должен быть не менее 150–200 м³.

Исследования специалистов Свердловского горного института (Богомягков, Травин, 1969) позволили прийти к выводу о том, что рациональным объемом пробы при разведке

отвалов торфов и эфелей является 15–20 м³. При разведке галечных отвалов в виду крайне неравномерного распределения в них золота рекомендуется объем пробы в 30–40 м³.

По опытным данным, полученным при разведке отвального комплекса на Северо-Востоке, оптимальный объем валовых проб составляет: для торфяных отвалов – 15–20 м³, галечных – 20–40 м³, эфельных – 2–3 м³.

К.В. Соломин (1961) по результатам опробования эфелей с различным содержанием металла рекомендовал оптимальные объемы проб, приведенные в Таблица 2.6. Из таблицы следует, что чем крупнее зерна полезного компонента и чем меньше среднее содержание металла, тем большим должен быть объем достоверной пробы. Данное положение наглядно проиллюстрировано в Таблица 2.7, где показана вероятность попадания золотинок различного размера в пробы стандартного объема (лотковое опробование – 0,01 м³, разведочные скважины УКБ – 0,006 м³), из которой видно, что золотины фракции 2–4 мм могут попасть только в одну пробу из 70–100 шт., фракции 4–8 мм, соответственно, в одну из 250–500 проб.

Таблица 2.6

Минимальные объемы проб эфельных хвостов, дм³ (Соломин, 1961)

Крупность золота, мм	Предполагаемое содержание золота в хвостах, г/м ³			
	0,15	0,08	0,05	0,02
+0,25	160	200	300	500
-0,25+0,15	30	40	70	150
-0,10	20	30	40	70

Таблица 2.7

Ожидаемое количество золотинок в пробах объемом 0,01 и 0,006 м³ при различном среднем содержании золота в песках целиковых россыпей (Кавчик, 2000)

Крупность золотинок, мм		Средняя масса золотинок во фракции, мг	Объем пробы 0,01 м ³		Объем пробы 0,006 м ³	Объем песков на 1 золотину, м ³
			Содержание, мг/м ³			
От	до		1000 мг/м ³	250 мг/м ³	250 мг/м ³	250 мг/м ³
0,0	0,25	0,15	70	18	11	0,0005
0,25	0,5	0,6	16	4	2,4	0,0025
0,5	1,0	2,8	3	0,75	0,45	0,013
1,0	2,0	18,0	0,5	0,125	0,08	0,08
2,0	4,0	155	0,06	0,015	0,01	0,6
4,0	8,0	735	0,015	0,004	0,002	2,9
8,0	16,0	2500	< 0,01	<0,001	<0,001	10
16,0	32,0	25 000	< 0,001	<0,001	<0,001	100

Из приведенного выше краткого обзора научно-исследовательских работ видно, что единого мнения о рациональном объеме валовых проб нет. Одни авторы считают необходимым ориентироваться на объем отвальной массы, другие на тип техногенных отложений, содержание металла и его гранулометрический состав. Поэтому представляется целесообразным при выборе объема пробы исходить из опыта проведения разведочных и опытно-методических работ, который в обобщенном виде представлен в Таблица 2.8, дополняя его, по возможности, расчетными методами, учитывающими особенности гранулометрического состава зерен полезного компонента конкретной ТР и его содержаний(я) в отвальной массе.

Таблица 2.8

Минимально допустимые и оптимальные объемы проб при разведке ТР, основанные на обобщении опыта проведения разведочных и опытно-методических работ

Метод разведки Вид опробования	Группы структурной неоднородности I–III*		Группы структурной неоднородности IV–V	
	минимально допустимый объем, м ³	оптимальный объем, м ³	минимально допустимый объем, м ³	оптимальный объем, м ³
Точечный метод Опробование скважин УКБ, керновое, бороздовое	0,01	0,1	–	–
Линейный метод Валовое	–	–	2–3	40
Точечный метод Валовое	–	–	0,2	3,0

* – см. ниже Таблица 2.13

Рассмотрим наиболее часто используемые способы расчета объема пробы. В общем виде объем пробы (V) рассчитывается по формуле:

$$V = P/C$$

где: P – масса металла, мг;

C – среднее содержание металла, мг/м³.

В каждом конкретном случае для определения объема проб используются данные ситового анализа металла по техногенной россыпи или по эталонному объекту. Наиболее известный способ расчета предложен А.П. Божинским, который массу металла рассчитывал через среднюю массу зерна полезного компонента характерных фракций:

$$P = d_{cp} \times K.$$

$$\text{Тогда } V = d_{cp} \times K/C,$$

где: K – число в пробе условных зерен средней массы или математическое ожидание, называемое коэффициентом надежности;

C – минимальное содержание металла в выработке, принятое для оконтуривания россыпи в плане.

Поскольку d_{cp} и K имеют значительную долю неопределенности, то и вычисленный объем пробы также становится грубо приближенным, малодостоверным и во многом субъективным.

В ПГО «Якутскгеология» для определения объема пробы использовалась формула:

$$V = d_i \times N / C \times n_i \quad (1)$$

где: d_i – средняя масса золотины «критического» класса крупности, мг;

N – накопленный выход всех фракций, принимаемых в расчете, %;

n_i – выход «критического» класса (частота встречаемости), %.

И.М. Адельсон предложил при расчете по формуле во всех случаях принимать $N = 100$ %, то есть:

$$V = (d_i \times 100) / (C \times n_i) \quad (2)$$

и тем самым наиболее полно учитывать выход «критических» фракций, принимаемых в расчете пробы.

Следует отметить, что на практике описанные выше методики расчета объема пробы при разведке и опробовании целиковых россыпей, предложенные ПГО «Якутскгеология» и И.М. Адельсоном, не нашли активного применения, вероятно, в силу того, что:

- для проведения расчетов рациональных объемов проб с приемлемой достоверностью необходимо использовать представительную расситовку, в которой должно быть не менее 5 гранулометрических классов (фракций);

- масса проситованного металла должна составлять десятки–сотни граммов, чтобы достоверно охарактеризовать все основные классы крупности.

Учитывая все эти зависимости, для техногенных россыпей предлагается следующий способ расчета объема пробы.

Средняя масса зерна золота (шлиховой платины) (d_i) зависит от класса крупности, ее формы (коэффициентов анизотропии) и характера поверхности:

$$d_i = (4/3) \times \pi \times ((F1 \times A1/2) \times (F2 \times A2/2) \times (F3 \times A3/2)) \times (dp \times Hp),$$

где: F1, F2, F3 – средний размер зерен в данном классе фракции по осям, мм;

A1, A2, A3 – усредненные коэффициенты анизотропии зерен в данном классе фракции по осям, доли ед.;

dp – объемный вес золота (шлиховой платины), г/м³;

Hp – характер поверхности зерен, доли ед.

Ожидаемое количество зерен (штук) (N_z) в объеме 1 м³ при различном заданном среднем содержании золота в песках техногенной россыпи определяется как отношение среднего содержания в объеме 1 м³ (C_i) к средней массе зерна в данном классе фракции (d_i) (Таблица 2.9):

$$N_z = C_i/d_i.$$

Таблица 2.9

Ожидаемое количество золотин в пробах объемом 1 м³ при различном среднем содержании золота в песках техногенных россыпей (коэффициент анизотропии 1:1:1)

Крупность золотин, мм			Средняя масса золотин во фракции, мг	Количество зерен (шт.) в 1 м ³ при среднем содержании в песках, г/м ³									
от	до	средняя		0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,7	1
0	0,1	0,075	0,0034	14,65	29,29	43,94	58,58	73,23	87,87	117,16	146,45	205,03	292,90
0,1	0,14	0,12	0,014	3,58	7,15	10,73	14,30	17,88	21,45	28,60	35,75	50,06	71,51
0,14	0,2	0,17	0,040	1,26	2,52	3,77	5,03	6,29	7,55	10,06	12,58	17,61	25,15
0,2	0,5	0,35	0,347	0,1441	0,2882	0,4323	0,5764	0,7205	0,8646	1,1528	1,4410	2,0174	2,8820
0,5	0,7	0,6	1,75	0,0286	0,0572	0,0858	0,1144	0,1430	0,1716	0,2288	0,2860	0,4005	0,5721
0,7	1	0,85	4,97	0,0101	0,0201	0,0302	0,0402	0,0503	0,0604	0,0805	0,1006	0,1408	0,2012
1	2	1,5	27,31	0,0018	0,0037	0,0055	0,0073	0,0092	0,0110	0,0146	0,0183	0,0256	0,0366
2	3	2,5	126,45	0,0004	0,0008	0,0012	0,0016	0,0020	0,0024	0,0032	0,0040	0,0055	0,0079

Объем рядовой пробы (V_p) (Таблица 2.10) при заданном классе крупности при заданном уровне достоверности определяется:

$$V_p = K \times (1/N_z),$$

где: K – уровень достоверности;

N_z – количество зерен в 1 м³.

Порядок расчета объема пробы по данным ситового анализа золота из россыпи показан ниже на конкретном примере. По данным

Таблица 2.11, в которой приведены гранулометрические параметры золота, выбирается достоверность пробы (уровень погрешности) на основе определения «критического» класса крупности. Погрешностью является сумма процентов всех фракций крупнее «критического» класса.

Так, для четвертой фракции накопленный выход металла составляет 59 %, для пятой фракции – 81,5, шестой – 89, седьмой – 93,8 % и т.д. Погрешность соответственно составит: для четвертой фракции 100–59 = 41 % (или сумма процентов выхода 5, 6, 7, 8, 9 и 10 фракций), для пятой фракции – 18,5, для шестой – 11, седьмой – 6,2 % и т.д.

Таблица 2.10

Объем рядовой пробы при заданном классе крупности и уровне достоверности = 0,8 (коэффициент анизотропии 1:1:1)

Крупность золотин, мм			Средняя масса золотин во фракции, мг	Объем пробы (при уровне достоверности = 0,8), м ³									
от	до	средняя		0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0
0	0,1	0,075	0,0034	0,055	0,027	0,018	0,014	0,011	0,009	0,007	0,005	0,004	0,003
0,1	0,14	0,12	0,014	0,224	0,112	0,075	0,056	0,045	0,037	0,028	0,022	0,016	0,011
0,14	0,2	0,17	0,040	0,636	0,318	0,212	0,159	0,127	0,106	0,080	0,064	0,045	0,032
0,2	0,5	0,35	0,347	5,55	2,78	1,85	1,39	1,11	0,93	0,69	0,56	0,40	0,28
0,5	0,7	0,6	1,75	27,97	13,98	9,32	6,99	5,59	4,66	3,50	2,80	2,00	1,40
0,7	1	0,85	4,97	79,52	39,76	26,51	19,88	15,90	13,25	9,94	7,95	5,68	3,98
1	2	1,5	27,31	437,01	218,50	145,67	109,25	87,40	72,83	54,63	43,70	31,21	21,85
2	3	2,5	126,45	2023,19	1011,59	674,40	505,80	404,64	337,20	252,90	202,32	144,51	101,16

Таблица 2.11

Гранулометрические параметры, необходимые для расчета оптимального объема пробы

Номер фракции	Размер фракции	Масса золота во фракции, мг	Выход фракции π_i , %	Накопленный выход N_i , %	Средняя масса золотины d_i , мг	Количество золотин «предкритических» фракций, приходящихся на 1 золотину «критических» фракций						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	-0,5	54 857,1	9,6	9,6	0,5	10 9714	27 428	5486	2742	914	65	32
2	+0,5-1,0	64 000,0	11,2	20,8	2,0	32 000	8000	1600	800	267	19	10
3	+1,0-2,0	144 000,0	25,2	46,0	6,0	24 000	6000	1200	600	200	14	7
4	-2,0-3,0	74 285,7	13,0	59,0	25,0	2971	742	148	74	25	2	1
5	+3,0-4,0	128 571,4	22,5	81,5	75,0	1714	428	85	42	14	1	
6	+4,0-5,0	42 857,1	7,5	89,0	369,0	116	29	6	3	1		
7	+5,0-6,0	27 428,6	4,8	93,8	646,0	42	10	2	1			
8	+6,0-8,0	21 714,3	3,8	97,6	1000,0	22	5	1				
9	+8,0-10,0	9 714,3	1,7	99,3	2500,0	4	1					
10	+10,0	4000,0	0,7	100,0	4000,0	1						
	Сумма	571 428,5	100,0									

Перед тем, как рассчитывать объемы проб различной представительности, следует проверить соблюдение условий, что в «критической» фракции будет одна золотина, а в каждой «предкритической» будет больше (см. столбцы 7–13,

Таблица 2.11). Во всех случаях установлено, что частота встречаемости «предкритических» золотин устойчивая и превышает частоту встречаемости последних в два и более раз. В тех же случаях, когда частота встречаемости золотин любой из «предкритических» фракций будет менее единицы, то объем пробы, рассчитанный по массе одного зерна «критического» класса, не будет соответствовать выбранной достоверности. Для таких россыпей (или их участков) в расчет рационального объема пробы следует включать коэффициент, увеличивающий объем пробы до такого размера, чтобы она улавливала устойчиво не менее одной золотины всех «предкритических» фракций крупности.

Убедившись в том, что частота встречаемости золотин во всех «предкритических» фракциях выше, чем золотин «критического» класса, производится расчет объема пробы по формулам (1) или (2) с учетом гранулометрических параметров.

В Таблица 2.12 показаны рассчитанные объемы проб при $C = 500 \text{ мг/м}^3$ и накопленном весовом проценте 59,0; 81,5; 89,0; 93,8; 97,6; 99,3 и 100.

В расчете участвует практически только один природный фактор – гранулометрия полезного компонента, причем при условии равномерного распределения металла в россыпи. Эти условия не соответствуют природным особенностям объектов разведки, поэтому для выявления неоднородностей строения россыпей, как уже отмечалось, целесообразно объем пробы, рассчитанный по формулам, считать, как объем групповой пробы, соответствующий сумме объемов нескольких рядовых точечных проб по разведочной линии в пределах промышленной части россыпи. Так, сопоставления расчетных объемов с бороздовыми пробами (по данным экспериментального опробования траншей на россыпях Северо-Востока) показывают, что расчетные объемы почти совпадают с суммарными объемами бороздовых проб по разведочной линии (траншее) в пределах промышленной части россыпи. При этом средняя погрешность запасов в линии – 11–22 % (с вероятностью 0,73 погрешности запасов составляют класс 0 ± 45 %).

Таким образом, если для оценки россыпи возможна точечная система опробования, то средство разведки (скважина, шурф и др.) определяется путем расчетов через объем групповой пробы по формулам (1) или (2) и необходимого количества рядовых проб на разведочной линии в пределах предполагаемых границ россыпи, тем самым определяется минимально необходимое количество выработок того или иного диаметра (сечения).

Таблица 2.12

Объем пробы, рассчитанный по «критическому» классу крупности

Номер «критической» фракции	Средняя масса золотины «критической» фракции d_i , мг	Накопленный весовой процент фракции N, %	Минимальное содержание по выработке C, мг/м ³	Весовой процент выхода «критической» фракции	Объем пробы для середины фракции, м ³	
					по формуле (1)	по формуле (2)
4	25	59,0	500	13,0	0,23	0,38
5	75	81,5	500	22,5	0,54	0,67
6	369	89,0	500	7,5	8,8	9,8
7	646	93,8	500	4,8	25,2	26,9
8	1000	97,6	500	3,8	51,4	52,6
9	2500	99,3	500	1,7	292,0	294,1
10	4000	100	500	0,7	1143,0	1143,0

При разведке россыпей линейными сечениями с валовым секционным опробованием примерный минимальный объем пробы из секции траншеи или подземного сечения (рассечки) можно непосредственно определить по формулам (1) или (2), так как такая проба отбирается на сравнительно большой площади и намытый металл по гранулометрическому составу примерно соответствует металлу россыпи или ее части.

В заключение следует отметить, что весьма ценным дополнением к обоснованию выбора необходимого средства разведки, а значит рационального объема пробы, могут служить результаты сопоставления данных разведки и разработки аналогичных по геологическому строению месторождений. Хотя процесс сравнительного анализа требует серьезной оценки представительности данных сопоставления, результаты анализа позволяют аргументировано обосновать рациональную методику разведки с учетом основных геологических и горно-технических факторов, влияющих на достоверность разведочных работ. Кроме того, в этом случае проводится многофакторный анализ, при котором помимо объема пробы в точке наблюдения для конкретных условий участвуют и количество выработок, и геометрия сети разведки.

Принцип расчета рационального объема проб, основанный на выявлении характерных классов крупности зерен полезного компонента, гарантирующих надежную оценку содержания металла в россыпи, детально описан в «Методике разведки россыпей золота и платиноидов» (1992).

2.4.2. Параметры рациональной сети разведочных выработок

Исходя из основных положений, разработанных для целиковых россыпей («Методика разведки россыпей золота...», 1992), выбор эффективной системы разведки (точечная или линейная) определяется характером неоднородности строения россыпи, количественным показателем которой является группа структурной неоднородности (Таблица 2.13).

Исходной информацией для определения группы структурной неоднородности служат данные буровых скважин малого диаметра, которые используются при поисковых, разведочных и эксплуатационных работах на целиковых россыпях.

Таблица 2.13

Признаки целиковых россыпей различных структурных групп и система их разведки («Методика разведки россыпей золота...», 1992)

Структурная группа россыпи	Поперечный размер ПЭН*, м	Соотношение размеров ПЭН и размеров линейных проб	Количество скважин в ПЭН, %	Эффективная система разведки
I	Десятки-сотни	Гнезда значительно больше пробы	Более 80	Точечная
II	Десятки		$\frac{67-92}{80}$	
III	Единицы-десятки		$\frac{50-83}{67}$	
IV	Доли единицы-единицы	Гнезда на порядок или несколько порядков меньше пробы	$\frac{17-50}{33}$	Линейная
V	Доли единицы-единицы		$\frac{8-33}{17}$	

* – положительный элемент неоднородности, относительно богатые гнезда металла (ПЭН).

Группа структурной неоднородности ТР зависит от ряда факторов: группы структурной неоднородности первичной россыпи, средних содержаний (более низких по сравнению с целиковой россыпью), наличия недоработок, способа отработки (в развалованных и неоднократно перемытых отвалах распределение полезного компонента более равномерное).

Для ТР IV–V групп неоднородности необходима проходка линейных горных выработок. Рассчитанные по данным буровых работ средние содержания в ТР IV–V групп требуют корректировки. ТР имеют ярко выраженное прерывисто-гнездовое строение пласта как в разрезе, так и в плане. Средние концентрации металла в них относительно низкие, что в значительной мере затрудняет их выявление. Точечные выработки (скважины, шурфы, бороздовые пробы) редко фиксируют мелкие гнезда металла и тем более рассредоточенные золотины крупных фракций, на долю которых иногда приходится значительная часть запасов. В этих условиях данные опробования каждой одиночной скважины характеризуют в большей степени только саму точку и в меньшей мере пространство вокруг нее. При этом большая часть точечных выработок попадает в участки россыпи, не содержащие полезного компонента, а те, которые попадают в скопления золота, не обеспечивают однозначного представления о морфологии и внутреннем строении россыпи. Поэтому для оценки ТР наиболее предпочтительно применение крупнообъемного линейного опробования. Точность оценки достигается не столько увеличением объема пробы, сколько линейной ее геометрией, при которой опробованием выявляют все элементы неоднородности россыпи.

Анализ производственных отчетов и методических исследований показал, что большинство специалистов относит ТР к объектам IV–V групп, что подразумевает проведение линейной системы разведки. Однако далеко не всегда определение структурной группы сопровождается фактическим материалом и часто, как указывалось выше, носит оценочный характер. Кроме того, проведение линейной системы разведки не всегда возможно в силу

особенностей горно-геологического строения ТР. Поэтому проведение разведки ТР допускается как точечным, так и линейным способами и определяется, исходя из особенностей строения ТР, данных по целиковой россыпи, объектам-аналогам и результатам заверочных работ на стадии оценки.

В «Инструкции по применению Классификации запасов...» (ГКЗ, 1983) и в «Методических рекомендациях по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (ГКЗ, 2007) отмечается, что разведку техногенных или частично отработанных неглубоко залегающих россыпей наиболее целесообразно проводить траншеями или дражными ходами при валовом опробовании. Разведку дражных полигонов можно проводить также шурфами или скважинами по прямоугольной или квадратной сети, учитывая, что первоначальное строение россыпи в процессе разработки было полностью нарушено.

Эффективность разведки техногенных россыпей во многом зависит от степени соответствия выбранной системы разведки строению ТР и определяется рядом факторов:

- геоморфологической позицией отработанного объекта;
- способом отработки первичных песков (мускульный, гидравлический, гидромеханический, дражный), уборки и разваловки отвалов;
- типом обогатительного оборудования;
- гидрогеологическими условиями;
- характером распределения полезного компонента в отвалах, порой резко отличным от природного;
- гранулометрическими характеристиками первичных песков и золота;
- масштабом объекта;
- соотношением отвального и целикового комплексов;
- характером неоднородности строения россыпи.

При этом должно соблюдаться общее правило для разведочной сети – равномерное расположение выработок на месторождении или его участке с однородным горно-геологическим строением. В практике разведки параметры разведочной сети закладываются из учета того, что объемы перемываемой горной массы в подсчетном блоке, как правило, не должны превышать годовой производительности участка при выбранном промышленном оборудовании.

«Методическими указаниями по подсчету золота и олова в россыпях» (Цопанов, 1979) рекомендуется следующая плотность разведочной сети в зависимости от способа разведки техногенных россыпей (Таблица 2.14). Этими методическими указаниями разведку отвалов (торфов, галечных, гале-эфельных) рекомендуется проводить траншеями, разведочными сечениями (полигонами), единичными валовыми пробами и шурфами (шурфоскважинами).

Таблица 2.14

Рекомендуемая плотность разведочной сети для повторной разведки техногенных россыпей (Цопанов, 1979)

Способы отработки	Вид разведочных выработок	Расстояние между выработками, м	
		По простиранию россыпи	Вкрест простирания россыпи
Открытый, раздельный (на шахтных полях)	Разведочные полигоны	единичные	непрерывные
	Шурфы, шурфо-скважины	100–200	10–20
Сплошной гидравлический	Разведочные полигоны	единичные	непрерывные
	Траншеи	200–400	непрерывные
	Валовые пробы по отвалам	выборочные	выборочные
	Шурфы, шурфо-скважины	200–100	5–10
Дражный	Разведочные дражные хода	единичные	непрерывные
	Траншеи	200–400	непрерывные
	Валовые пробы по отвалам	выборочные	выборочные
	Шурфы, шурфо-скважины	80	40

Как видно из приведенной таблицы использование скважин УКБ и колонкового бурения при разведке ТР не предусматривается, также для разведки ТР открытого, раздельного способа отработки не рассматривается применение траншей и валовых проб по отвалам; расстояния между разведочными полигонами и валовыми пробами по отвалам не определены, предлагается проходить единичные полигоны и выборочные валовые пробы.

Конкретные параметры разведочной сети и объемов проб приводит В.И. Емельянов (1985) (Таблица 2.15).

Таблица 2.15

Параметры разведочной сети и объемы проб при разведке ТР, по В.И. Емельянову (1985)

Способ первичной раз- работки	Комплексы россыпей	Разведочные выра- ботки	Расстояние, м		Объем пробы, м ³ валовый
			между линиями (траншеи)	между выра- ботками	
Открытый	Отвальный	Валовые пробы	–	–	5–10
	Отвально- остаточно-це- ликовый	Траншеи (сечения)	150–400	40–60	Промывается вся порода
	Целиковый	Траншеи (сечения)	250–600	20–40	0,2–0,5 (0,004–0,03)*
Подземный	Отвальный	Валовые пробы	–	–	5–10
	Отвально- остаточно-це- ликовый	Шурфы, рассечки и скважины увеличен- ного диаметра. Вало- вые пробы	150–400	10–20	Промывается вся проба
	Целиковый	Скважины увели- ченного диаметра	250–600	10–20	Промывается вся проба
Дражный	Отвальный	Валовые пробы	–	–	5–10
	Отвально- остаточно-це- ликовый	Дражные ходы	200–600	40–60	Промывается вся проба
	Целиковый	Дражные ходы, траншеи	350–800	20–40	Промывается вся проба

* – объем пробы при бороздовом опробовании.

Также как и в «Методических указаниях..., 1979», использование скважин УКБ и колонкового бурения при разведке ТР не предусматривается; для разведки ТР открытого и дражного способа отработки не рассматривается использование шурфов. Таким образом, предложенные в Таблица 2.14 и Таблица 2.15 параметры разведочных сетей являются не полными. Не учитывается тот факт, что не везде технически возможна проходка горных выработок (обводненные отвалы повышенной мощности и др.), что делает практически безальтернативной разведку скважинами УКБ и колонкового бурения, которая, с учетом особенностей строения ТР, должна быть дополнена заверкой шурфо-скважинами, кустами скважин или единичными горными выработками.

С учетом данных по разведочным сетям, приведенным в Таблица 2.14 и Таблица 2.15 и опыта разведочных работ, выполненных производственными организациями в различных регионах РФ, предлагаются следующие параметры разведочных сетей для ТР (Таблица 2.16).

Таблица 2.16

Рекомендуемые параметры разведочной сети для разведки ТР, различных по способам отработки первичной россыпи

Способы отработки первичной россыпи	Вид разведочных выработок	Расстояние, м		Вид опробования
		между линиями (траншеями)	между выработками	
Раздельный (гидромеханический) Гидравлический	Траншеи	Проходка экскаваторных единичных траншей по всем типам отвалов (галечным, гале-эфельным, эфельным, торфяным), недоработкам по плотнику		Валовый (длина секции 10 до 40 м, промывается весь объем или часть пробы – 25–50 %). Бороздовый (на 1 валовую пробу, не менее 1 бороздовой). Контрольное лунковое или задиговое в коренных породах; расстояние между пробами 5–10 м.
	Шурфы Шурфо-скважины	20–80 (в зависимости от размера отвала)	10–20	Валовый (промывается весь материал, извлеченный из шурфа)
	Поверхностные горные выработки для отбора единичных большеобъемных проб (более 40 м³)	1-2 большеобъемные пробы, отобранные с каждого крупного, отдельно стоящего отвала по всей высоте сверху-вниз		Валовый
	Поверхностные горные выработки для отбора групповых точечных (объемом 0,2 м³) проб	Точечные пробы отбираются равномерно по всей мощности отвала с шагом 10–20 м или 5–10 м в зависимости от размера отвала		Валовый – промывается групповая проба с каждого отвала (единицы учета)
	Разведочные полигоны*	Единичные (в пределах участков с однородными горно-техническими и горно-геологическими условиями)	Непрерывные	Валовый – промывается вся проба. Бороздовый – расстояния между пробами 10–20 м. Контрольное лунковое или задиговое в коренных породах; расстояние между пробами 5–10 м.
Дражный (развалованные ТР, перебутор, аллювиально-техногенные)	Траншеи	100–200 (при ширине ТР до 50 м); 200–300 (при ширине ТР 50–100 м); 300–400 (при ширине ТР более 100 м)	Непрерывные	Валовый (длина секции 10 до 40 м, промывается весь объем или часть пробы – 25–50 %). Бороздовый (на 1 валовую пробу, не менее 1 бороздовой). Контрольное лунковое или задиговое в коренных породах; расстояние между пробами 5–10 м.
	Скважины	50–100 (при ширине ТР 50–100 м); 100–200 м (при ширине ТР более 100 м) Возможно применение ромбической или квадратной сети	5–10 10–20	При опробовании на массу промывается весь, извлеченный из шурфа, скважины (керновый или шламовый) материал. Поинтервальное опробование (0,2–1,0 м) для выделения плотикового, приплотикового, подвесного-надплотикового, приповерхностного пластов
	Шурфы Шурфо-скважины	100–200	10–20	
	Дражные ходы	Единичные (пересекающие различные элементы ТР)	Непрерывные	Промывается вся проба

Способы отработки первичной россыпи	Вид разведочных выработок	Расстояние, м		Вид опробования
		между линиями (траншеями)	между выработками	
	Разведочные полигоны*	Единичные (в пределах участков с однородными горно-техническими и горно-геологическими условиями)	Непрерывные	Валовый – промывается вся проба. Бороздовый – расстояния между пробами 10–20 м. Контрольное лунковое или задиговое в коренных породах; расстояние между пробами 5–10 м.

* – Разведочные полигоны (или разведочно-эксплуатационные полигоны – РЭП) применяются в процессе производства опытно-промышленной разработки (ОПР)

Перечисленные в Таблица 2.16 виды выработок и параметры разведочных сетей позволяют независимо от проводимой стадии ГРП для ТР, отнесенных к 4 группе по сложности геологического строения, квалифицировать подсчитанные на их основе запасы по кат. С₂.

Технические особенности применения разведочных средств (УКБ, колонковое бурение, проходка траншей и шурфов), документация, маркшейдерские работы детально описаны в соответствующих методиках и здесь не рассматриваются.

2.4.3. Разведка техногенных россыпей дражных полигонов

Как отмечалось выше, особенностью техногенных отложений дражных полигонов является совмещенность в плане гали и эфелей (галечные отвалы обычно залегают в верхней части техногенных отложений), наличие двух максимумов содержаний: в приплотиковой части и в верхней части эфельного отвала.

Выбор технических средств, объемов опробования и параметров разведочной сети определяются горно-техническими и гидрогеологическими особенностями ТР, характером распределения полезного компонента и крупностью его зерен. Наиболее предпочтительным является разведка с отбором валовых проб: проходка траншей, единичные дражные ходы и разведочные полигоны (см. гл. 2.3). Разведка траншеями выполняется механизированным способом – экскаваторами, с углубкой в коренные породы не менее 1 м, где это позволяет плотность коренных пород. Траншеи задаются вкрест простирания отработанной россыпи с учетом полного ее пересечения в створах разведочных линий с выходом в целиковую часть борта с целью уточнения бортовых недоработок (Рис. 2.4, Рис. 2.5).

Опробование траншей выполняется посекционно, длина секции для отбора валовых проб из траншеи зависит от ширины ТР и изменяется от 10 до 40 м. Валовая проба включает весь объем секции или часть ее (25–50 %), как показывает анализ результатов разведочных работ на ТР, объем пробы может варьировать, составляя в среднем 100–400 м³ (до 2000 м³). До промывки валовых проб их объемы посекционно замеряются маркшейдерами. На техногенно-остаточных россыпях пробы по секциям должны отбираться и промываться отдельно по техногенным и целиковым отложениям.

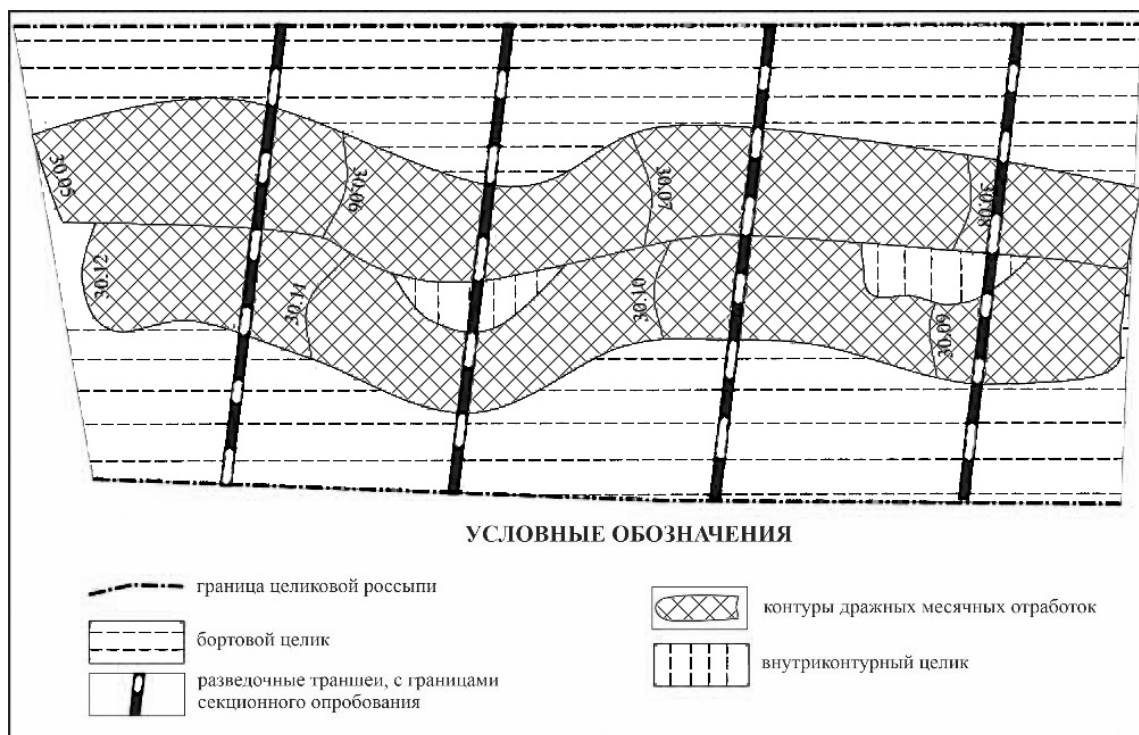


Рис. 2.4 Схема разведочных горных выработок (траншей) на техногенных отвалах дражной отработки, с секционным валовым опробованием

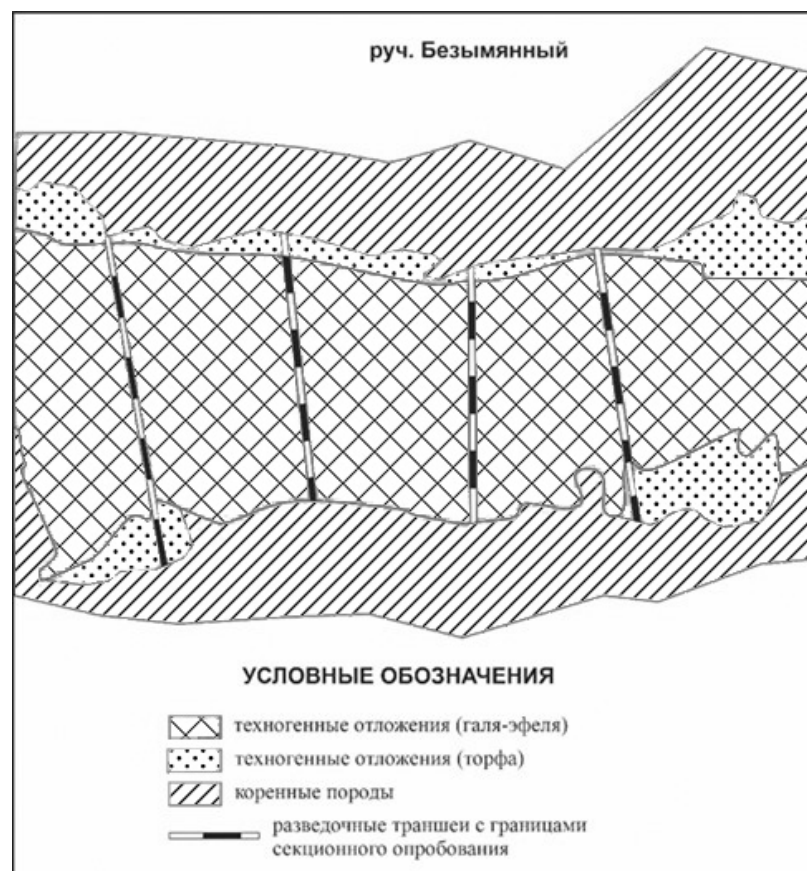


Рис. 2.5 Схематичный план разведки ТР траншеями с секционным валовым опробованием; руч. Безымянный (Чупров; 2010)

Места заложения траншей выбираются с таким расчетом, чтобы рельеф местности обеспечивал естественный сток воды. В случае обводненности техногенных отложений необходимо проведение работ по предварительному осушению полигона: проходка водоотводных канав, откачка дренажных вод и др., что приводит к дополнительным экономическим издержкам. Геологическая документация траншей осуществляется по мере проходки. В процессе работ проводятся контрольные замеры объемов траншей.

Параметры траншейной сети, применяемые в практике геологоразведочных работ, приведены в Таблица 2.17.

Таблица 2.17

Параметры разведочной сети при разведке ТР траншеями

Ширина россыпи, м	Расстояние между траншеями, м	Длина секций при валовом опробовании, м	Расстояние между бороздовыми пробами, м
До 50	100–200	10–20	5–10
50–100	200–300	20	10
Более 100	200–400	20–40	10–20

Длина траншеи определяется шириной ТР, а поперечное сечение – мощностью отвальных образований, способом проходки, типом применяемых технических средств. Мощность отвальных образований определяет глубину траншеи; способ проходки – угол откоса бортов, а тип землеройной техники – ширину полотна траншеи (Таблица 2.18).

Таблица 2.18

Площадь поперечного сечения траншеи (м²) в зависимости от глубины и ширины полотна выработки (Савченко, 1989)

Глубина траншеи, м	Угол откоса борта траншеи, град.	Ширина полотна траншеи, м						
		1	2	3	4	5	6	7
3	45	12	15	18	21	24	27	30
4	45	20	24	28	32	36	40	44
5	45	30	35	40	45	50	55	60
6	45	42	48	54	60	66	72	78
7	45	56	63	70	77	84	91	98
8	45	72	80	88	96	104	112	120
9	45	90	99	108	117	126	135	144

Совместно с секционным валовым применяется бороздовое опробование. Борозды отбираются после добивки до коренных пород, на полную мощность рыхлых отложений; расстояние между бороздами 10–20 м (из расчета, что на 1 валовую секционную пробу должно быть отобрано не менее 1 бороздовой); размер проходки 1,0×0,2×0,2 м, объем 0,04 м³. Отбор бороздовых проб производится из зачищенного от наплывов и осыпей борта траншеи, характеризующегося лучшей обнаженностью. В целях избежания засорения проб обвалившейся породой секции бороздового опробования следует отбирать по мере углубки (проходки) траншеи. Бороздовое опробование позволяет получить представление о распределении металла в вертикальном разрезе и уточнить объем отвалов, но оно мало информативно для подсчета запасов россыпного золота (МПП) в силу небольшого объема получаемой пробы и весьма неравномерного распределения полезного компонента (Рис. 2.6). Значения средних содержаний золота по траншеям, посчитанные по данным бороздового опробования, практически всегда ниже значений средних содержаний металла, полученных по данным промывки валовых проб, в связи с чем подсчет запасов ТР проводится по данным валового опробования. Известны единичные случаи, когда валовое опробование занизило

среднее содержание на 5–25 % по отношению к бороздовому (Головизнин, 2002), что было вызвано увеличением длины траншей с выходом их за пределы контуров техногенных отложений.

Выработка считается полностью пройденной при отсутствии содержаний золота в подошве (коренных породах) по результатам контрольного задиркового или лункового опробования. Расстояние между пробами 5–10 м, объем проб 0,02–0,06 м³.

Следует учитывать, что в ряде случаев отбор крупнообъемных проб из траншей и шурфов на практике может вызывать значительные затруднения и не всегда применим в силу различных горно-технических условий. Так, например, траншеи проходятся, в основном, в период максимальной оттайки грунтов, вследствие чего к объективным трудностям траншейной разведки относится быстрое оплывание бортов и заполнение их грунтовыми водами, что часто препятствует качественному отбору проб. Проходка шурфов из-за притока воды также невозможна без предварительного осушения отвалов (Рис. 2.7). В таких случаях буровая разведка может оказаться безальтернативной.

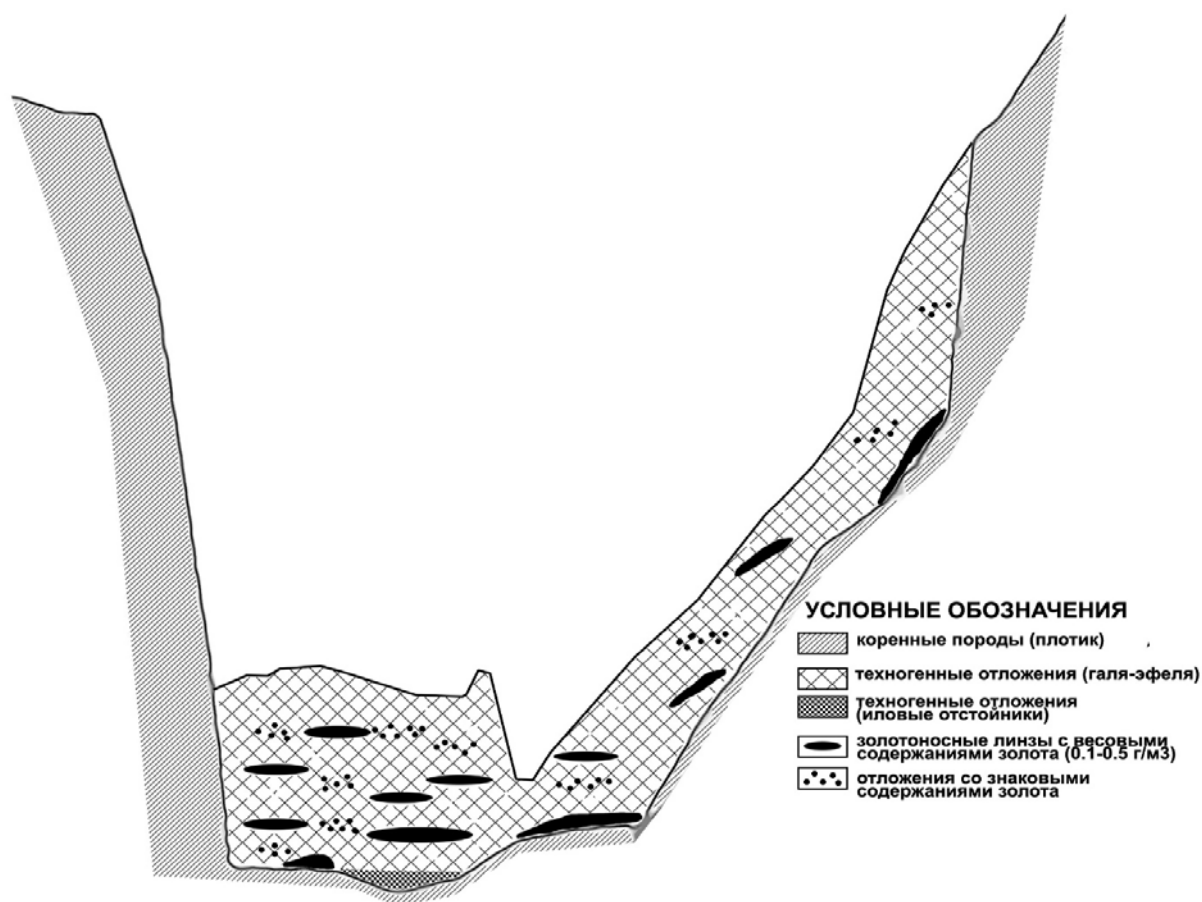
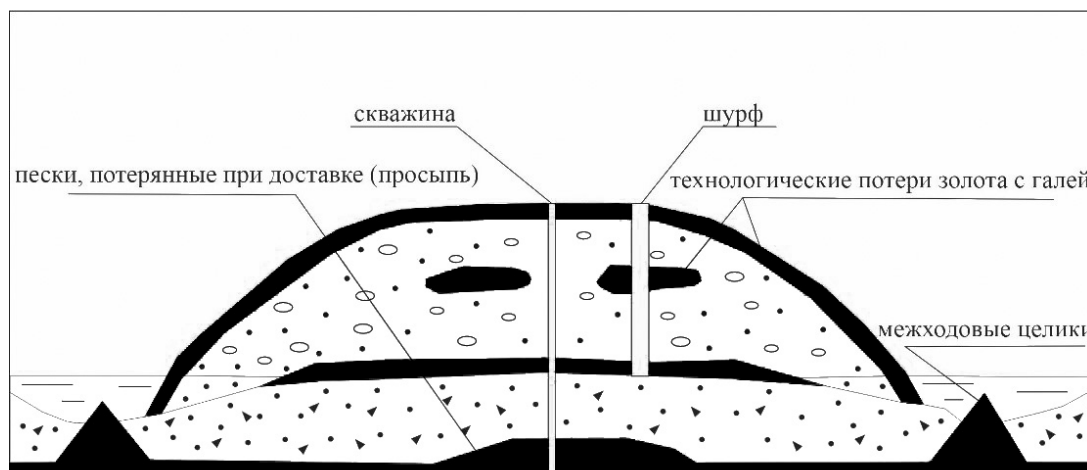


Рис. 2.6 Неравномерная (линзовидная) золотоносность техногенных отложений на продольном разрезе вдоль оси разведочной траншеи (по данным бороздового опробования); руч. Безымянный (Чупров; 2010)



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

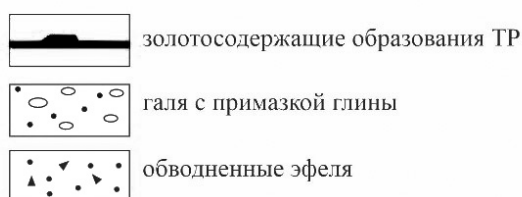


Рис. 2.7 Схема опробования обводненного дражного отвала скважиной и шурфом (Чемезов, 2013)

К достоинствам бурового метода можно отнести его универсальность с точки зрения возможности применения в сложных и различных по геологическому строению разрезах. При скважинной разведке применяется колонковое бурение «всухую» (по мерзлоте без обсадки, по таликам с обсадкой) увеличенного диаметра (203–154 мм) или скважины УКБ диаметром 219 мм. Объем проб при интервальном опробовании составляет 1-2 ендовки (0,02–0,04 м³).

Наиболее широко распространенным методом является ударно-канатный способ бурения, который характеризуется сравнительно простой технологией проходки скважин и организацией работ: он позволяет проходить скважины в рыхлых талых и мерзлых, сухих и обводненных отложениях с включением валунов и крупной гальки при достаточно высокой производительности. Несмотря на высокую производительность, достигаемую при ударно-канатном бурении, качество отбора проб не полностью удовлетворяет современным требованиям. Особенно это касается бурения в талых породах, что обусловлено прежде всего дроблением и переизмельчением породы в водной среде, дезинтеграцией металла, его осаждением, из-за чего он может не полностью отбираться в пробу соответствующего интервала. В связи с чем необходимо регулярно контролировать работу желонки. Для проверки работы желонки на полноту извлечения шлама и минералов тяжелой фракции перед началом желонения в скважину опускается известное количество имитатора золота (сечка из медной проволоки или свинца) и производится долочение. После проведения всех операций по подъему шлама и промывки, определяется количество имитатора и процент его извлечения. Работа желонки признается удовлетворительной, если извлечение за один цикл желонения составляет не менее 80 %.

Вращательное колонковое бурение разведочных скважин при разведке россыпных месторождений золота и МПГ применяется в довольно ограниченном объеме (до 10 %), в основном в районах Урала, Западной Сибири. Вращательное бурение имеет преимущество по сравнению с УКБ по качеству отбора проб, которое состоит в возможности получения ненарушенного керна разбуриваемой толщи рыхлых металлоносных отложений и подстилающих пород. Однако оно может применяться только в особо благоприятных геологических

разрезах, характеризующихся низким процентом каменистого материала и устойчивостью скважины. В противном случае его применение сопряжено с большими трудностями, связанными с обвалами стенок скважины и необходимостью крепления стенок скважины колонной обсадных труб.

Особое внимание при буровой разведке должно уделяться вопросу соответствия фактического объема проб теоретическому, подсчитанному через внутренний диаметр башмака и интервал проходки. В случае несоответствия фактического объема пробы теоретическому должны быть установлены причины и приняты меры к их устранению. В этих случаях подсчет средних содержаний производился через фактический объем пробы.

Буровые работы позволяют получить представление о строении техногенных образований, распределении полезного компонента как по площади, так и в разрезе. Также с помощью бурения может быть установлено наличие или отсутствие значимых содержаний металла в плотике на ранее отработанных участках. В то же время следует учитывать, что рядовое опробование при буровой разведке ТР считается наименее достоверным, т.к. сопоставление данных буровой разведки и валового опробования ТР часто показывает занижение средних содержаний, полученных буровым методом. Низкая представительность малообъемных проб ($0,02\text{--}0,04\text{ м}^3$) может привести к высокой (до 300–500 % и более) погрешности оценки содержания техногенных россыпей. Так, по опыту разведки россыпей золота и платины Урала («Временные методические указания...», 1985) установлено, что независимо от крупности металла скважины колонкового бурения с содержанием металла до уровня минимально-промышленного по данным контрольных выработок занижают его значение в 1,5–2 раза и более. В связи с чем для подсчета запасов данные бурения должны быть заверены результатами валового опробования.

Метод проходки разведочных буровых линий может находить применение как в пределах обводненных отвалов дражной отработки, так и менее перемытых торфяных отвалов, в пределах ТР, образованных за счет перемива техногенных отложений современными водотоками – техногенно-аллювиальных россыпей; кроме того, разведка скважинами может быть целесообразна на тех ТР, где металл сконцентрирован в нижней части техногенных отложений за счет существенных недоработок в нижней части целиковой россыпи, а также при оценке крупных и мощных техногенных массивов, сложенных разновременными отвальными образованиями, в т.ч. включающих перебутор. На таких объектах разведка выполняется скважинами по регулярной сети с оконтуриванием плотикового, приплотикового, подвесного-надплотикового, приповерхностного прослоев. Это позволяет дать их раздельную оценку и принять решение о сплошной или раздельной добыче, исходя из количества и качества запасов каждого прослоя (Шаповалов и др., 2024). Наибольшая сходимость данных буровой разведки и эксплуатации ТР отмечаются именно при таком строении россыпей.

При ведении буровых работ возможно применение линейной, ромбической или квадратной сети выработок. Линии располагаются с учётом техногенного характера современной поверхности: наличия вскрышных отвалов, прудов-отстойников, котлованов и т.д.

Параметры применяемой на ТР линейной сети должны быть такими же, как и параметры разведочной сети целиковой россыпи, либо детальнее с учетом увеличения неравномерности распределения полезного компонента в отвальном комплексе и параметров ТР:

- расстояние между линиями 50–100 либо 100–200 м;
- расстояния между выработками по линии 5–10 или 10–20 м.

Для ТР неправильной или изометричной формы может применена ромбическая или квадратная сеть (Таблица 2.19)

Таблица 2.19

Размеры квадратной сети выработок для ТР неправильной или изометричной формы

Площадь ТР, тыс. м ²	Размер сети
Менее 20	20×20
20–60	30×30
60–200	40×40
Более 200	50×50

Учитывая особенности распределения полезного компонента в вертикальном разрезе, а также тот факт, что оценка отвалов осуществляется на массу, целесообразно опробовать весь диаметр бурения (шлам+кern), а также отбирать в групповую пробу весь материал по скважине, за исключением приплотиковой части (где возможно выявление недоработок по почве) и техногенно-аллювиальных россыпей.

Результаты разведочного бурения заверяются более крупнообъемным опробованием из шурфо-скважин (диаметр 330–715 мм), кустов скважин, шурфов, траншей или опытной эксплуатацией с определением, при необходимости, поправочного коэффициента. Методика проходки заверочных выработок и применения поправочного коэффициента приведена в гл. 2.4.1 «Определение рационального объема пробы при разведке техногенных россыпей».

2.4.4. Разведка техногенных россыпей гидравлического и раздельного (гидромеханического) способа добычи

Характерной особенностью данного вида ТР является наличие отдельно стоящих терриконов, сложенных галей, эфелями или (чаще всего) гале-эфельными отложениями, которые являются объектами разведочных работ и служат своего рода единицами учета в пределах техногенного отвального комплекса.

Как показывает анализ ранее выполненных на ТР ГРП, наиболее достоверным способом опробования является разведка с отбором средне- и крупнообъемных проб (более 1 м³) из траншей, шурфов, шурфо-скважин, отдельных горных выработок или разведочных полигонов (см. гл. 2.3). Как показали методические исследования (Тарасов, 2015), хорошую сходимость с крупнообъемным опробованием показал способ отбора среднеобъемных проб (0,2 м³).

Отвалы торфов или гали, где отмечается наибольшая изменчивость содержания золота, должны быть пересечены заверочными выработками на всю мощность. Особенно это относится к галечным отвалам, где процессы вертикальной миграции мелкого, обогащенного золотом, материала максимальны.

Разведка ТР траншеями. На отдельно стоящих отвалах допустимо закладывать траншеи как вкрест, так и вдоль их длинной оси (Рис. 2.8), однако в этом случае для удобства проходки траншей может потребоваться предварительная разваловка отдельных отвалов.

Местоположение траншей выбирается из расчета получения характеристики по всем видам техногенных образований: галечным, гале-эфельным, эфельным, торфяным отвалам, недоработкам по плотике.

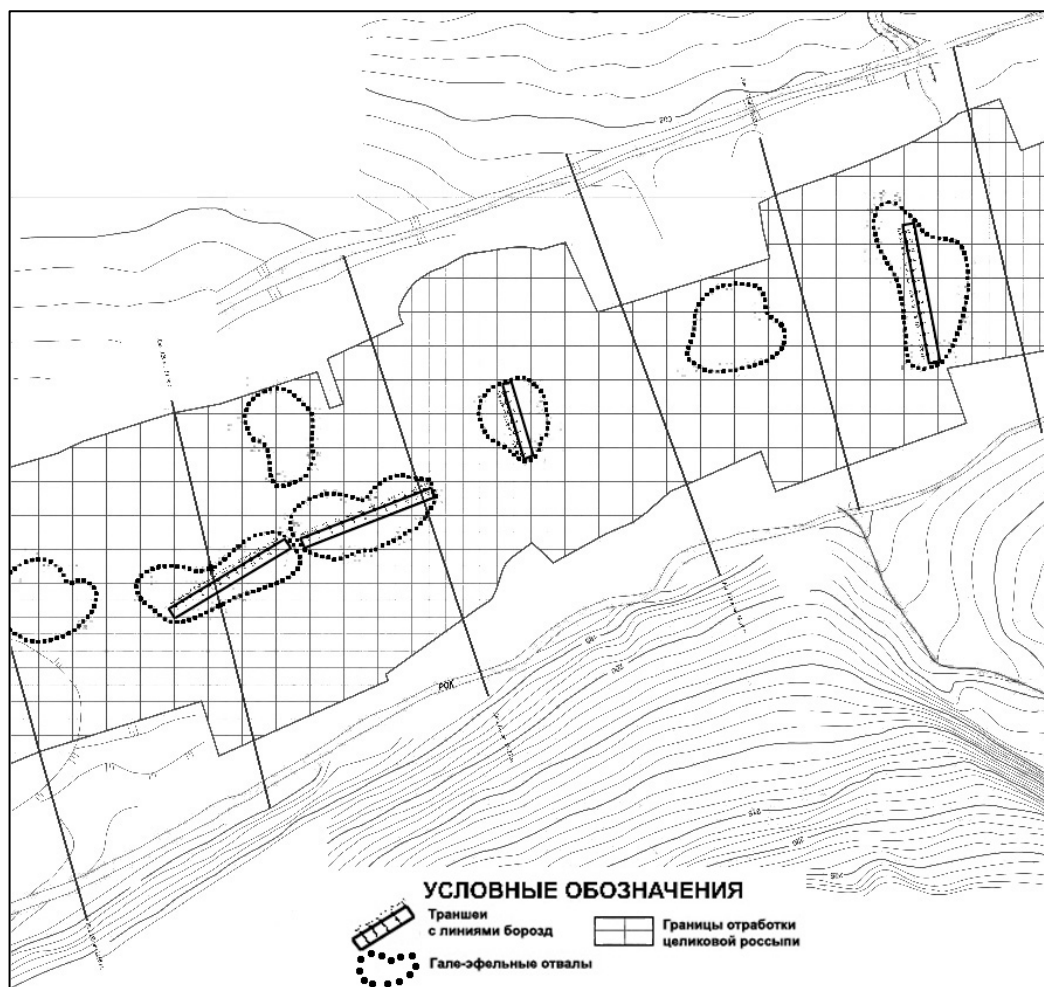


Рис. 2.8 Схематичный план разведки ТР траншеям и по отдельным отвалам (2010)

При расположении приборостоянки в непосредственной близости от разведочной траншеи, пески из секций последовательно подаются бульдозером или погрузчиком прямо на промывку по мере отработки текущей секции. При проведении работ на траншеях, удаленных от места приборостоянки, пески выгружаются отдельно для каждой секции на специально подготовленные площадки, исключая взаимное «заражение» проб, затем они транспортируются на «рудный» склад в непосредственной близости от завалочного бункера промприбора.

Выработка считается полностью пройденной при отсутствии содержаний золота в подошве (коренных породах) по результатам контрольного задиркового или лункового опробования. Расстояние между пробами 5–10 м, объем проб 0,02–0,06 м³.

Промывку горной массы секций валового опробования траншей желательно осуществлять на приборах, обеспечивающих более высокие показатели извлечения металла относительно оборудования, которое использовалось при первичной отработке месторождения.

Опробование траншей выполняется посекционно, длина секции для отбора валовых проб из траншеи зависит от размера отвала и изменяется от 10 до 40 м. Валовая проба включает весь объем секции или часть ее (25–50 %).

Длина траншеи определяется размерами отвала (единицы учета), а поперечное сечение – мощностью отвальных образований, способом проходки, типом применяемых технических средств (см. Таблица 2.18).

Для изучения распределения металла в вертикальном разрезе и уточнения объема отвалов совместно с секционным валовым применяется бороздовое опробование. Борозды отбираются на полную мощность рыхлых отложений; расстояние между бороздами 10–20 м

(из расчета, что на 1 валовую секционную пробу должно быть отобрано не менее 1 бороздовой); размер проходки $1,0 \times 0,2 \times 0,2$ м, объем $0,04 \text{ м}^3$. Отбор бороздовых проб производится из зачищенного от наплывов и осыпей борта траншеи, характеризующегося лучшей обнаженностью. В целях избежание засорения проб обвалившейся породой секции бороздового опробования следует отбирать по мере углубки (проходки) траншеи.

Разведка ТР шурфами. Проходка шурфов может осуществляться как на развалованных, так и на отдельно стоящих отвалах, вручную или экскаватором (Рис. 2.9). Объем валовых проб составляет около $0,5\text{--}2 \text{ м}^3$. Проходка шурфов может производиться как по линиям, так и по квадратной сети, размеры которой определяются размерами отдельно стоящего отвала и обычно составляет $(20\text{--}80) \times (10\text{--}20)$ м. При значительной неравномерности распределения металла в отвалах проходка шурфов может сопровождаться отбором и промывкой всего извлеченного из шурфа материала, либо более объемной валовой пробы из траншеи, пройденной вдоль линии шурфов.

Следует отметить, что проходка шурфов довольно трудоемкий способ, часто необходимо выполнять их крепление и водоотлив, к тому же требующий определенных навыков, которые к настоящему времени, можно, в значительной степени, считать утерянными.

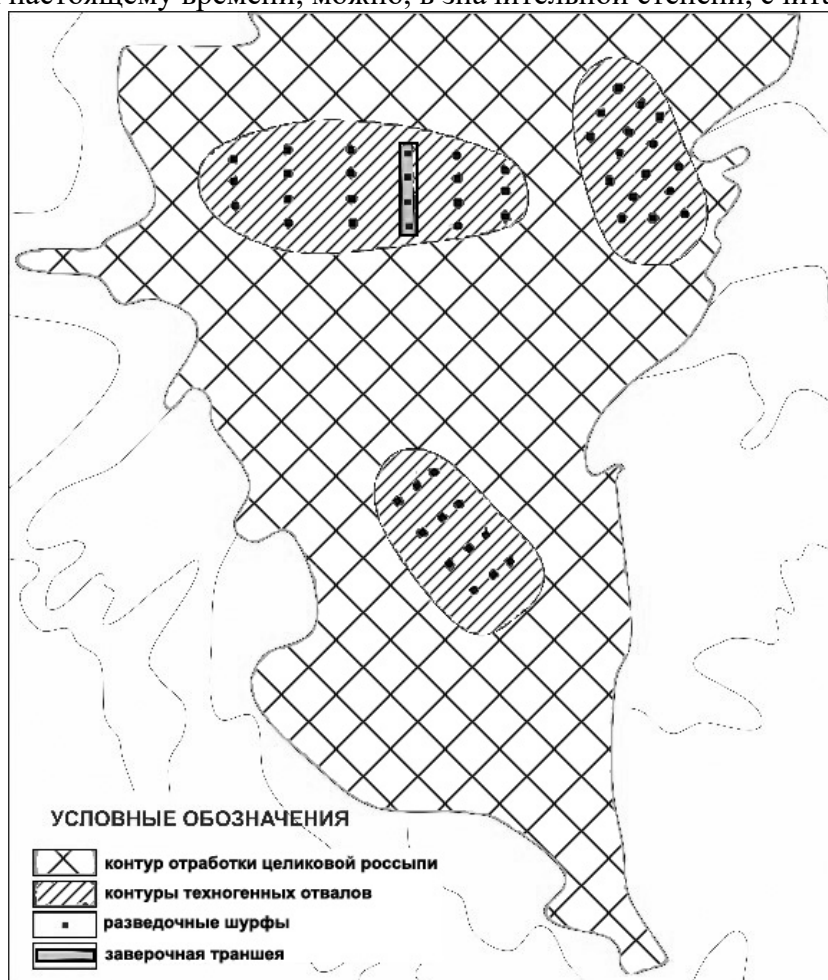


Рис. 2.9 План разведки ТР шурфами, с проходкой заверочной траншеи, с использованием материалов П.П. Подкорытова (2004)

Опробование каждой единицы учета крупнообъемными (более 3 м^3) пробами. Опробование каждого крупного, отдельно стоящего отвала выполняется по всей высоте сверху-вниз, вдоль периметра на равноудаленном расстоянии друг от друга. Нижняя граница отвалов определяется либо по появлению коренных пород плотика (при расположении отвала в ранее отработанном пространстве), либо по наличию ненарушенного почвенно-растительного слоя (в случае расположения отвала на площадях, не затронутых отработкой). В случае

невозможности определения уровня поверхности, на которой размещается отвал, мощность отвала определяется картировочным бурением.

Пробы отбираются экскаватором (по периметру, Долбилин, 2022) или бульдозером (сверху-вниз, Внуков, 2019). Объем валового опробования варьирует в широких пределах от 3 до 1000 м³ (и более) и определяется, чаще всего, наличием и производительностью оборудования для промывки и экономическими соображениями. Анализ проектов ГРР показал, что суммарный объем валовых проб составляет от 2 до 10 % от объема техногенных отвалов. Мощность разведочной горной выработки по полотну вглубь отвала варьирует от 5 до 32 м. Несмотря на столь большой разброс объемов проб, применяемых в практике ГРР, разница в содержаниях по пробам среднего и большого объемов невелика, по отдельным пробам составляет от 3 до 10 %, в среднем 3,7 % (Долбилин, 2022), поэтому стремление, в ряде случаев, к отбору весьма значительных по объему проб (сотни – первые тысячи м³) не является, на взгляд авторов, оправданным с экономической точки зрения.

Крупнообъемное валовое опробование, выполняемое с помощью бульдозера или экскаватора, является наиболее достоверным, однако имеет сезонно-климатические ограничения; отбор и обработка валовых проб трудоемки, продолжительны по времени и слабо обеспечены надежными в эксплуатации техническими средствами при промывке проб. Кроме того, как показали работы на ТР рр. Кондер, Уоргалан, Кара-Хем и др., разница параметров при разведке групповыми пробами объемом 0,2 м³ и единичными крупнообъемными пробами не значима.

Опробование каждой единицы учета групповыми пробами объемом 0,2 м³. По мнению большинства исследователей, наиболее достоверным способом разведки ТР является отбор крупнообъемных валовых проб, однако это довольно дорогостоящий метод, который может привести к значительным затратам. Как показали методические исследования на рр. Кондер и Уоргалан (Тарасов, 2015), отбор и промывка групповых проб объемом 0,2 м³ показывает хорошую сходимость с результатами крупнообъемного опробования (более 40 м³). Отбор точечных проб объемом 0,2 м³ в пределах гале-эфельных отвалов проводится равномерно по всей мощности отвала (Тарасов, 2015) с шагом 10–20 м или 5–10 м. Для вычисления объема пробы с учетом коэффициента разрыхления необходимо определение фактического объема путем долива воды в мерную емкость, проводимого после оттайки (при необходимости) и взвешивания породы.

В результате анализа геологического и статистического материалов по комплексу опробовательских работ были разработаны (Тарасов, 2015) основные методические рекомендации для разведочных работ по оценке техногенных запасов, которые сводятся к следующему.

1. Наиболее оптимальным видом опробования техногенного отвального комплекса являются среднеобъемные рядовые пробы объемом 0,2–0,8 м³. В разведочном профиле достаточно отбирать 60–70 проб, обеспечивающих минимальный объем групповой пробы 12–14 м³. Расстояние между профилями целесообразно принимать в пределах 300–600 м в зависимости от длины оцениваемого участка по условиям неоднородности геологических и горно-технических признаков целиковой россыпи.

2. Валовое опробование в единичных профилях с расстояниями между ними не менее 1400 м использовать в основном для заверочных целей и предпочтительно проводить прерывистыми секциями в разведочном профиле.

3. Буровые скважины среднего (200 мм) и большого (500 мм) диаметров по гале-эфельным отвалам целесообразно использовать, в основном, для качественной и количественной оценки запасов горной массы, определяя ее мощность на разведываемой площади. Вместе с тем торфяные отвалы, представленные более связанными, непромытыми отложениями в отдельных случаях могут быть оценены бурением. При этом необходим строгий геологический контроль с обязательным замером фактического объема пробы в интервале опробования.

Точечные пробы объемом 0,2 м³ объединяются в групповую (валовую), проводится ситовый анализ полученного металла и с учетом результатов контрольного опробования вычисляется его среднее содержание – по траншее либо по группе точечных проб, равномерно отобранных по отвалу (Таблица 2.20).

Таблица 2.20

Расчет средних содержаний золота (МПП) по данным опробования техногенных отвалов
(Тарасов, 2015)

№ пробы	Участок отбора пробы	Объем породы, м³		Вес металла, мг						Среднее содержание в отвальном комплексе, мг/м³	
		Отобранный из отвала	С учетом К разрыхления	Основная промывка		Контрольная промывка		Общий			
				Pt	Au	Pt	Au	Pt	Au	Pt	Au
1Т	р.л. 200–204	43,1	49,6	16 214,9	133,2	471,2	2,4	16 686,1	135,6	387	3
2Т	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3Т	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
4Т	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Итого		191.9	220.8	47 007.6	328.2	1850.2	9.4	48 857.8	337.6	255	3

Для определения достоверности выбранной сети и объемов опробования рекомендуется выполнить сравнительный анализ сети опробования техногенного комплекса с фактической при разведке отработанной целиковой россыпи (Таблица 2.21). Если объемы опробования по техногенному комплексу, а также интервалы между профилями и точечными выработками (пробами) сопоставимы с таковыми при разведке целиковой россыпи, допускается подсчитывать запасы ТР по той же категории, что и исходная целиковая россыпь.

Таблица 2.21

Сопоставление разведочной сети и объемов опробования целиковой и техногенной россыпей (Тарасов, 2015)

Номер участка, интервал линий	Данные опробования целиковой россыпи				Данные опробования техногенной россыпи			
	Число вы-работок	Общий объем, м ³	Среднее расстояние между разведочными линиями, м	Шаг разведочной сети в линии, м	Число рядовых проб	Общий объем, м ³	Среднее расстояние между разведочными линиями, м	Шаг разведочной сети в линии, м
Уч. 2 (р.л. 216–176)	421	35,525	310	13	141	29,295	280	43
Уч. 3.1 (р.л. 172–152)	143	11,027	290	12	109	20,148	160	28
...	...	...	...	...	...	...	...	...
Плотность сети:								
от-до среднее			220–340 290	12–32 19			160–640 320	17–91 42
Итого по россыпи:	2945	237	290	19	1174	467	320	42

2.4.5. Эксплуатационная разведка и технологическое опробование

Эксплуатационная разведка начинается с момента организации добычи на россыпном месторождении и продолжается вплоть до ее окончания. Основная задача этой стадии – уточнение подсчитанных запасов по отдельным блокам, качества полезного ископаемого и горно-технических условий, обслуживание добычных работ для перспективного и текущего управления процессом добычи, контроль за полнотой извлечения полезного компонента.

Эксплуатационная разведка ведется с целью эффективного планирования текущей добычи, контроля полноты отработки, обеспечения фронта добычи металла, снижения разубоживания, определения качественной характеристики добываемых песков. Для эксплуатационного опробования используют все выработки, пройденные на месторождении в процессе разведки и эксплуатации.

Эксплуатационное опробование делится на оперативное (не сопровождающееся документацией) и систематическое (сопровождающееся документацией).

Оперативное опробование – это отбор проб в забое горных выработок и на полигонах, из ковшей экскаватора, торфяных, эфельных или галечных отвалов и промывка их на лотке.

Способы систематического эксплуатационного опробования – проходка копушей, траншей, скважин УКБ на площадях открытых работ, отбор бороздовых проб в бортах разрезов, отбор проб при подготовке песков и активровке площадей. На основании данных эксплуатационной разведки периодически подсчитывают запасы, подготовленные к добыче.

Ведется систематический учет добытого и оставшегося в недрах полезного ископаемого по каждому участку, определяются потери и разубоживание полезного ископаемого и сопоставляются данные разведки и эксплуатации.

Эту стадию проводит геологоразведочная служба горнодобывающего предприятия.

Технологическое опробование производится с целью выбора наиболее рациональной технологической схемы промывки песков, обеспечивающей максимальное извлечение золота, МПГ и сопутствующих полезных минералов при минимальных затратах, и выполняется одновременно с отбором разведочных и контрольных проб. Сеть технологического опробования выбирается равномерно по всей длине ТР с целью оценки технологических характеристик гале-эфельных отвалов и гранулометрии шлихового золота (МПГ) на всем протяжении отработанных запасов.

Его проводят при разведке крупных россыпей или средних и мелких с высокой глинистостью отложений. Месторождения средних и небольших размеров изучают по технологическим пробам небольшого объема (от 1,6 до 2,5 м³). На крупных и весьма крупных месторождениях предварительно также отбирают небольшие технологические пробы, по которым определяют крупность зерен полезного компонента, их форму, окатанность, наличие тонкого, а также связанного с породой, золота. Следует выявлять содержание сопутствующих полезных минералов, определять их состав, крупность и возможность извлечения при разработке россыпи. В процессе технологического опробования выявляют: промывистость песков, количество и вязкость глинистой фракции, количество свободного шлихового металла, улавливаемого на шлюзах, и количество свободного тонкого золота, сносимого со шлюзов (при правильном режиме).

При наличии в разведываемой ТР участков, отличающихся по характеру песков и металла, следует с каждого из них отобрать технологическую пробу.

Допускается отбор проб из контрольных (заверочных) или ранее пройденных выработок после предварительной зачистки их стенок.

Не допускается отбор проб из старых выкидов шурфов и других выработок, так как под влиянием атмосферных воздействий и размыва дождевыми и талыми водами изменяется характер песков.

Анализ технологических проб большого объема проводят в лабораториях специальных институтов. Малые технологические пробы исследуют в лабораториях геологоразведочных экспедиций, имеющих специалистов и оснащенных соответствующим оборудованием.

По времени эксплуатационное опробование сопровождает разработку и переработку песков и завершается с полной отработкой и активированием выработанного пространства.

2.4.6. Лабораторные работы

Целью проведения лабораторных работ при разведке ТР является решение следующих задач:

- определение количества полезного минерала при изучении состава шлиховых проб;
- ситовой анализ металла;
- определение пробности.

Определение количества полезного компонента в шлиховых пробах производится путем взвешивания, на основании которого определяют среднее содержание по проходкам разведочных выработок, а также на массу. Обработка проб включает следующие операции:

- отбор крупных зерен с последующей отдувкой легкой фракции и удалением магнитной фракции;
- взвешивание металла на аналитических весах (отдельно по проходкам выработки);
- контрольное взвешивание в объеме 10 %.

С целью контроля правильности работы аналитических весов перед началом и после окончания взвешивания проб производится проверка весов двойным взвешиванием одинаковых навесок.

Если в шлихе содержится несколько полезных компонентов, отделять их от обломков породы и минералов, не имеющих промышленного значения, следует обычным способом, т.е. отдувкой и с помощью магнита.

Ситовой анализ. Металл, полученный при разведке ТР на массу объединяется и ситуются. Для определения гранулометрии металла по типам техногенных отложений (галя, эфеля, гале-эфельные отложения, торфа, целики) ситовой анализ проводится в разных частях ТР. Для проведения ситовых анализов применяется набор сит (мм): 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 8,0. Пробу для ситования предварительно взвешивают с точностью до 0,1 мг. После ситования металл с каждого сита взвешивают и ссыпают в капсулы по классам. По фракции каждой пробы определяют следующие показатели:

- массу;
- процентный выход от общей массы пробы;
- фактическое число зерен и их средняя масса по фракциям;
- вес каждого зерна во фракциях размером более 4 мм;
- средняя крупность металла по ТР в целом и ее участкам.

Средний вес золотин фракций крупнее 1 мм определяют через деление веса металла по фракции к общему их подсчету количества золотин. Для установления среднего веса золотин размером до 1 мм из каждой фракции отбирают 10-50 золотин (до 0,2 мм — 100-200 золотин), для которых и определяется средний вес.

После ситового анализа проводится минералогическое описание зерен полезного компонента и определение пробы. При описании золота отмечают гранулометрический состав и вес, а также характеризующие его признаки (форму, окатанность, характер поверхности, цвет, сростки с минералами и породой, налеты и прочее). Сокращенный анализ минералогического состава шлихов производят на золото, МПГ, касситерит, вольфрамит, шептит, а полный — с целью выявления других попутных полезных компонентов.

Для определения пробы золота отбирается не менее 0,25 г металла из фракций среднего размера по диаметру сита. Самородки анализируют отдельно. Для определения пробности по каждому объекту средних размеров отбирают 10-15 проб, равномерно распределенный по всей ТР. Затем выводят среднюю пробность золота по россыпи, которая применяется для расчета средних содержаний по выработкам.

Лабораторные и аналитические работы на ТР проводятся идентично таким работам, проводимым на целиковых россыпях, чему посвящено множество специальной литературы и в связи с чем здесь подробно не рассматриваются.

2.5. Горно-технические и гидрогеологические условия разведки и разработки ТР

При разведке россыпного месторождения необходимо проводить техническое опробование, чтобы установить зерновой состав пород рыхлой толщи, объемную массу и коэффициент разрыхления каждой отличающейся по зерновому составу породы – галечников, песков, суглинков и др. (отдельно по таликам и участкам многолетнемерзлых пород), а также валунистость, промывистость, льдистость и влажность продуктивных отложений и торфов («Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений...», ГКЗ, 2007).

Горно-геологические условия отработки гале-эфельных отвалов можно в большинстве случаев отнести к простым, они характеризуются следующими особенностями:

- практическим отсутствием пород вскрыши;
- рыхлой, легко разрабатываемой горной массой полезного ископаемого;
- четкими естественными границами полезного ископаемого, образующего положительные формы рельефа;
- весьма слабой залесённостью, представленной молодой древесной и кустарниковой порослью, для удаления которой не требуется применение специальной техники;
- отсутствием необходимости в проведении специальных мероприятий по осушению полезного ископаемого;
- наличием готовых прудов-отстойников для организации замкнутого водоснабжения.

Горно-технические условия разработки ТР определяются по результатам технического опробования, в ходе которого устанавливается гранулометрический состав пород рыхлой толщи, объемная масса, коэффициент разрыхления, валунистость, промывистость, угол естественного откоса, льдистость (криогенность) и влажность продуктивных отложений, гранулометрия металла, глубина проникновения золота в коренные породы.

Процент валунистости (каменистости) (Пк) определяется по формуле:

$$Пк = \frac{Ов}{Ов+Ом}$$

где Пк — каменистость, %;

Ов — объем валунистого и крупнообломочного материала размером более 20 см, м³;

Ом — объем мелкого материала, м³.

При наличии лабораторных возможностей коэффициент промывистости отложений можно рассчитать по формуле:

$$K = \frac{Jg_1}{g_2W}$$

где: К — коэффициент промывистости;

J — число пластичности;

g₁ — выход иловой фракции (-0,05мм), %;

g₂ — выход гравийно-галечной фракции (+8,0мм);

W — естественная влажность, %.

К труднопромывистым относятся отложения с коэффициентом промывистости больше 1.

Ориентировочно промывистость может быть определена визуально по степени связанности отложений: легкопромывистые, несвязные и слабо связные песчано-галечные отложения с небольшим содержанием глины (до 10–15 %); среднепромывистые — связные песчано-галечные отложения, сцементированные глиной средней вязкости (до 30 %); труднопромывистые — связные песчано-галечные отложения, в которых пласты песков с трудом поддаются предварительному размачиванию (количество глины до 50 % и больше).

Практически ориентировочную степень промывистости песков можно определять по затратам времени на промывку 1 м³. Например, на установке ПОУ-4м без применения импеллерного дезинтегратора для легкопромывистых песков производительность составляет 4,5–5,0 м³; среднепромывистых 2,3–2,7 м³; труднопромывистых 1,2–1,4 м³ в смену.

Классификация песков по промывистости, разработанная ЦНИГРИ, представлена в Таблица 2.22.

Таблица 2.22

Классификация песков по промывистости

Категория (степень) промывистости	Краткая характеристика отложений	Крупность, мм		
		Среднее содержание, %		
		-100+10	-10+0,1	-0,1
Легко-промывистые	Отложения песчано-галечного материала, не связанного или слабо связанного небольшим количеством тощей глины	10-40	40-80	10-20
Средне-промывистые	Песчано-галечные рыхлые отложения, связанные глиной средней вязкости. Конгломераты со слабым цементом, разрушенные глинистые и песчано-глинистые сланцы	15-35	20-50	20-50
Трудно-промывистые	Песчано-галечные рыхлые отложения, сцементированные большим количеством связующей вязкой глины большой пластинчатости, трудно поддающиеся размачиванию	5-15	10-30	60-85

Коэффициент разрыхления определяется как отношение объема породы в рыхлом состоянии (определяется мерным сосудом) к объему породы в плотном состоянии (вычисляется теоретически). Неоднократно определявшиеся опытным путем коэффициенты разрыхления составляют около 1,40 для талых пород и 1,75 — для мерзлых. Применительно к коэффициенту 1,40 подобраны размеры стандартной ендовки (мерного ящика), объем которой равен 0,028 м³, что при коэффициенте разрыхления 1,40 соответствует 0,02 м³ талой породы в плотной массе.

Процент льдистости (Пл) определяется по формуле:

$$\text{Пл} = \frac{\text{Омр}-\text{От}}{\text{Омр}}$$

где Пл — льдистость, %;

Омр — объем мерзлых песков, замеренный в целике прямоугольной формы, м³;

От — объем талых песков, выложенных из целика, м³.

Поправка на каменистость и льдистость производится по формуле:

$$\text{Со} = \frac{\text{С} \times (100 - \text{П})}{100}$$

где Со — содержание в проходке (секции) с учетом каменистости или льдистости, г/м³;

С — содержание в проходке (секции) без учета каменистости или льдистости, г/м³;

П — процент каменистости или льдистости.

Определение гранулометрического состава пород проводится с целью их классификации, а также для получения инженерно-геологической и гидрологической характеристики ТР при дражном и гидравлическом способах отработки. Пробы для определения гранулометрического состава рыхлых отложений отбираются по тем же выработкам, что и для

определения коэффициента разрыхления пород. Минимальный объем проб для определения фракций крупнее 20 см (валуны) должен быть не менее 0,5–1,0 м³, для галечных фракций (2–20 см) — 0,1–0,25 м³, для гравийно-песчаной фракции (+0,15 мм) — около 1 л, глинистых — 0,5 л. Определение гранулометрического состава отложений производится по следующим классам крупности: +200; 100; 70; 50; 35; 15; 10; 5; 2,5; 1; 0,5; 0,25; 0,1; 0,05; 0,01 мм.

По мерзлотно-гидрогеологическим и гидрологическим условиям залегания ТР можно разделить на:

- расположенные за пределами развития многолетней мерзлоты: главным фактором их обводнения служат русловые, грунтовые и подземные воды, а также атмосферные осадки;

- расположенные в областях развития многолетней мерзлоты (как сплошной, так и островной), нередко осложненные так называемыми таликовыми зонами (сквозными и псевдоталиковыми), в пределах которых вода не замерзает в течение всего года, что значительно усложняет как разведку, так и разработку россыпей.

Физическое состояние горных пород в областях развития многолетней мерзлоты определяется наличием равномерно распределенных кристаллов льда, играющих роль цемента и придающих отложениям прочность и монолитность. Льдистость многолетнемерзлых пород на россыпных месторождениях в большинстве случаев составляет 10–20 %. Мерзлые галечные отложения могут быть и не льдистыми из-за отсутствия мелкого связывающего материала.

Гидрогеологические условия разведки россыпей во многом зависят от развития многолетней мерзлоты. Описание мерзлотно-гидрогеологических условий должны включать следующие данные: период полного промерзания, мощность деятельного слоя, глубина сезонного протаивания, характеристика зоны распространения мерзлоты, интенсивность оттайки, класс мерзлых пород (по физико-механическим свойствам и температурному режиму), криогенная текстура техногенных отложений, контуры и глубины распространения таликов, характер изменения физических свойств пород при оттаивании. Например: период полного промерзания с октября по начало июня; мощность деятельного слоя изменяется от 0,4 м до 0,2 м (зависит от геоморфологических особенностей рельефа и залесённости); зона распространения сплошной континентальной мерзлоты горного типа мощностью до 350 м; криогенная текстура техногенных отложений в большей степени массивная (лед-цемент) и в меньшей степени сетчатая; класс — устойчиво мерзлые породы.

Гидрогеологическая характеристика техногенных отложений заключается в описании свойств надмерзлотных, подмерзлотных подземных вод (коэффициент фильтрации, химический состав, минерализация, хозяйственно-питьевое значение). Основной целью гидрогеологических исследований является оценка обводнённости и ожидаемых водопритоков в эксплуатационные выработки и, в соответствии с этим, разработка основных мероприятий по борьбе с водопритоками.

Надмерзлотные воды залегают над толщей мерзлых пород и бывают сезоннопромерзающие и непромерзающие. Первые всегда находятся в пределах деятельного слоя, а вторые распространены лишь на отдельных участках, характеризующихся повышенной мощностью рыхлых отложений и действием какого-либо отепляющего фактора: выходами подмерзлотных вод, русловыми водами и т. д. С надмерзлотными водами связаны так называемые талики, присутствие которых значительно осложняет проведение как буровых, так и горных работ. В плане они представляют собой полосы сложной формы с многочисленными ответвлениями. Верхняя граница мерзлоты под ними может опускаться до 10 и более метров.

Межмерзлотные воды обычно образуют небольшие скопления в форме линз, пластов и т. д. и часто служат путями разгрузки подмерзлотных вод. При промерзании этих вод часто образуются массивы ископаемых льдов.

Подмерзлотные воды залегают под многолетней мерзлотой и могут находиться как в мощных толщах рыхлых отложений, так и в коренных породах. Нередко они являются напорными.

По всем, включая верховодку, водоносным горизонтам, участвующим в обводнении эксплуатационных выработок, следует установить их мощность, литологический состав, типы коллекторов, условия питания, взаимосвязь с другими водоносными горизонтами и поверхностными водами, положение уровней подземных вод и другие параметры. Следует выяснить условия фильтрации подземных вод и возможность устройства запруд с целью подъема воды на тех участках, где глубина ее недостаточна для работы драги или для создания оборотного водоснабжения. Требуется рассчитать возможные водопритoki в горные выработки, оценить качество подземных вод, влияние сброса вод и других отходов производства на окружающую среду, а в необходимых случаях разработать рекомендации по отводу и захоронению промстоков. При наличии достаточных данных расход подземного потока рассчитывается по уравнению Дарси:

$$Q = J \times K \times H \times B \text{ (м}^3\text{/час)}$$

где:

J — гидравлический уклон;

K — средневзвешенный коэффициент фильтрации, м/сут;

H — средняя мощность водоносного горизонта, м;

B — средняя ширина водоносного горизонта, м.

Важно подчеркнуть, что в соответствии с «Инструкцией по применению Классификации запасов к россыпным месторождениям...» (ГКЗ, 1983) и «Методическими рекомендациями по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Россыпные месторождения» (ГКЗ, 2007) в хорошо изученных районах с длительной историей золотодобычи (к которым относятся ТР) при подсчете запасов допускается принимать данные о гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических, горно-технических и других природных условиях, а также о гранулометрическом составе пород рыхлой толщи, объемной массе и коэффициентах разрыхления, возможных способах обогащения и других по аналогии с близрасположенными эксплуатируемыми или отработанными месторождениями при условии подтверждения этих показателей в разведочных выработках.

2.6. Характеристика самородного золота и платиноидов в ТР, их технологические свойства

Основная цель изучения самородного золота и платиноидов при разведке техногенных россыпей — получение данных к подсчету запасов, выявление особенностей самородных металлов, влияющих на их поведение в технологическом процессе. Методика исследования самородного золота в рудах и россыпях детально описана в работах Н.В. Петровской, Л.А. Николаевой (1973) и др. Для платиноидов специальные классификации в настоящее время отсутствуют, поэтому для большинства признаков можно рекомендовать те же классификации, что и для золота.

Основные признаки (размеры, формы, химический состав) самородного золота обусловлены в первую очередь формационной принадлежностью оруденения. Для большей части месторождений золото-медноколчеданной, золото-полиметаллической и собственно золоторудных золото-сульфидной, золото-кварц-сульфидной, а также ряда объектов золото-полисульфидно-кварцевой формаций основная часть золота находится в самородной форме и представлена частицами мельче 0,1 мм. На участках пострудного метаморфизма и развития поздних продуктивных ассоциаций наблюдается повышенный выход относительно более крупного золота — от 0,1-0,25 до первых мм. В золото-кварцевых, золото-

антимонит-кварцевых рудах преобладают выделения средние (1–2 мм), мелкие (0,25–1 мм) и весьма мелкие видимые (–0,25+0,1 мм). Доля более мелкого золота ограничена. Пылевидное и субмикроскопическое золото связано преимущественно с пиритом и арсенопиритом, реже с кварцем; в метаколлоидном кварце золото-серебряной формации встречается коллоидное и метаколлоидное дисперсное золото.

Размеры частиц самородного золота в рудах варьируют от долей микрометра до десятков сантиметров. Различают четыре их группы: субмикроскопические, неразличимые с помощью оптических приборов; микроскопические; видимые; самородки. Внутри этих групп золото разделяется по классам крупности (Таблица 2.23).

На практике находят применение и другие классификации гранулометрического состава золота (Таблица 2.24).

Таблица 2.23

Классификация самородного золота по размерам его выделений

	Размер	Классы
Субмикроскопическое	< 0,0005 мм	Субмикроскопический
Микроскопическое	< 0,01–0,0005 мм 0,01–0,05 мм > 0,05–0,10 мм	Тонкодисперсный Пылевидный Тонкий
Видимое	> 0,10–0,25 мм > 0,25–1,00 мм > 1,00–2,00 мм > 2,00–5,00 мм > 5,00 мм	Весьма мелкий Мелкий Средний Крупный Весьма крупный
Самородки (масса)	5–10 г десятки г сотни г кг и десятки кг	Мелкие Средние Крупные Весьма крупные и гигантские

Таблица 2.24

Некоторые классификации золота по крупности (Словарь по геологии россыпей, 1978)

Размер золоти- на, мм	Классификация		
	По Н.В. Петровской	Минцветмета СССР	По А.С. Агейкину и др.
Менее 0,01	Тонкодисперсной	-	-
0,01–0,05	Пылевидное	Пылевидное	Тонкое (0,01–0,15 мм)
0,05–0,1	Очень мелкое	Тонкое	
0,1–0,25	Весьма мелкое	Весьма мелкое	Весьма мелкое (0,15–0,5 мм)
0,25–1,0	Мелкое	Мелкое	
1–2	Среднее	Среднее	Мелкое (0,5–2,0 мм)
2–4	Крупное	Крупное	Среднее
4–8	Весьма крупное	То же	Крупное
Свыше 8	То же	То же	Весьма крупное

Россыпи, в которых золото фракции –0,25 мм составляет более 20 %, принято называть россыпями с мелким и тонким золотом (МТЗ). При значительных количествах золота, достаточных для получения представительных результатов (десятки миллиграммов мелкого и сотни миллиграммов — граммы средней крупности), производят ситовые анализы с помощью набора сит, размер ячеек которых соответствует классам гранулометрической шкалы или приближен к ней. Обычно применяется следующий набор сит (в мм): 0,10; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 16,0.

Среднюю крупность зерен часто используют в группировках россыпей, отражающих преимущественный состав зерен. Такая группировка необходима для практических целей при выборе методики разведочных и эксплуатационных работ. Различные подходы к группировке приведены в Таблица 2.25, Таблица 2.26.

Таблица 2.25

Характеристика самородного золота в россыпях по средней крупности

Средняя крупность	Средняя крупность, мм	Содержание фракции -0,25 мм, %	Средняя крупность	Содержание фракции -0,25 мм, %
	По Н.А. Шило		По ПГО «Уралгеология»	
Весьма мелкое	0,25–1,0	10–95	0,15–0,25	55
Мелкое	1,0–2,0	4–16	0,24–0,5	30
Среднее	2,0–4,0	1–6	0,5–1,0	20
Крупное	4,0–8,0	0,1–2	1,0–4,0	10
Весьма крупное	Более 8,0	Менее 0,3	Более 4,0	

Таблица 2.26

Классификация россыпного золота по крупности золота в зависимости от значения медианного размера золотин (Кавчик, 2000)

Медианный размер золотин — Ме, мм	Характеристика золота
менее 0,5	Весьма мелкое
0,5–1,0	Мелкое
1,0–2,0	Среднее
2,0–4,0	Крупное
более 4,0	Весьма крупное

В россыпях морфология самородного золота изменяется в результате окатывания и истирания. Для полуколичественной ориентировочной оценки окатанности удобна пятибалльная шкала:

- 1) окатанность отсутствует;
- 2) слабая окатанность: обмяты тонкие выступы и острые вершины, притуплены ребра и вершины кристаллов;
- 3) средняя окатанность: первичные формы сглажены, но различимы;
- 4) хорошая окатанность: сохраняются крупные неровности, отпечатки и выступы первичных форм;
- 5) совершенная окатанность: полностью сглажены все неровности.

В каждом классе крупности определяется в процентах к общей массе содержание в различной степени окатанного золота. Для статистического изучения степени окатанности применяют шестибалльную шкалу (Таблица 2.27).

Таблица 2.27

Классы окатанности россыпного золота

Класс	Характеристика частиц	Коэффициент окатанности
Неокатанное	Угловатые	0
Слабоокатанное	Частично обмяты отдельные выступы	21
Полуокатанное	Все выступы обмяты, ответвления прижаты	30
Среднеокатанное	Все выступы закруглены, но первичные формы сохраняются	41
Хорошо окатанное	Округлые частицы с неровностями на месте выступов	59
Идеально окатанное	Дробевидное, семечковидное, пластины, чешуйки	84

Состав золота определяется его пробой, которая измеряется в промилле (‰) и представляет отношение содержания Au в самородном золоте к сумме содержаний в нем Au и других металлов (Ag, Cu, Fe и др.).

Определенным цифровым интервалам пробы соответствуют следующие термины (Петровская, 1973):

- весьма высокопробное, почти чистое — 998–951;
- высокопробное — 950–900;
- средней пробы, умеренно высокопробное — 899–800;
- относительно низкопробное — 799–700;
- низкопробное — 699–600;
- весьма низкопробное, высокосеребристое — менее 600.

К электруму относят золото пробы 700–250, к кюстелиту — 250–101.

Более низкие концентрации золота (проба менее 100) характеризуют самородное серебро.

Для подсчета запасов применяется определение усредненной пробы методом пробирного анализа. Определения пробы должны равномерно охватывать все ее участки. Затем выводят среднюю пробу по россыпи, которая применяется для расчета средних содержаний по выработкам.

В техногенных образованиях и хвостохранилищах присутствует золото: свободное; в сростках с другими минералами (кварцем, оксидами и гидроксидами железа и т. п.) и обломками породы; в рубашках и пленках оксидов железа и марганца; в сульфидах и силикатах; в ртутной амальгаме; в сорбентах (уголь, смола); в технологических агрегациях; аутигенное «новое»; биогенное. Как показывают исследования, проведенные в разное время в различных районах Магаданской области (Чугунов, 2010), содержание золота в сульфидах составляет десятки, а иногда сотни грамм на тонну.

Золото в сорбентах встречается в хвостохранилищах ЗИФ, куда оно попадает в результате износа и разрушения сорбента и технологических нарушений. В технологических агрегациях отмечается химическое замещение или наклейки золота на металлическом скрапе, дробе, проволоке и т. п.

Воздействие механических, физико-химических и биологических процессов приводит к изменению granulometрии золотин, их пробности, форм, снижению гидравлической крупности, разрушению минералов-концентраторов золота, осаждению микро- и нанозолота на геохимических барьерах с формированием так называемого «нового» золота.

В процессе добычи происходит, как правило, изменение granulometрического баланса золота как результат «отмывания» наиболее крупного золота. В среднем по россыпям это находится в прямой зависимости от промывистости песков.

В отвальных комплексах (эфельные и гале-эфельные отложения) присутствует золото в основном мелких и тонких фракций. Возможное присутствие крупного золота в торфяных отвалах обусловлено выбросом его из некондиционных интервалов в момент отработки, особенно в нижних частях россыпей, где металл распределяется практически по всему разрезу. Например, по данным разведочных и эксплуатационных работ в техногенных россыпях Челябинской области золото класса $-1+0,25$ мм составляет от 40 до 97 %, класса $-0,25+0,1$ мм — от 10 до 50 % (Мигачев, 1998), а в техногенных отвалах Нижнеселенгинского золотоносного узла до 83 % золота — мелкое и тонкодисперсное. По результатам изучения россыпи Южно-Енисейского золотороссыпного района (Макаров, 2001) установлено, что в эфельных отвалах преобладает тонкое и мелкое золото ($-0,5$ мм), металл более крупных классов отмечался только в головных частях отвалов в количестве от 5 до 20 %. В то же время в песках целиковых россыпей повышена доля средних ($-1,0+0,25$ мм) классов (от 53 до 75 %). Для галечных отвалов характерен тот же granulometрический состав золота, что и в целиковых россыпях. Это объясняется тем, что основная часть золота терялась вместе с глинистым материалом и не испытала дифференциации по гидравлической крупности, как это происходит в эфелях.

Закономерное преобладание мелкого и тонкого золота в ТР не исключает в отдельных случаях наличия в значимых количествах крупного металла (вплоть до самородков), что объясняется неудовлетворительной работой самородкоуловителей и тяжелой промывистостью песков целиковых россыпей (р. Ср. Ичувеем; Бычков, 1991).

Опытными работами (Мигачев, 1998) установлено, что наиболее высокие содержания золота в хвостах отмечаются при переработке проб с повышенным содержанием глинистых минералов. Большая часть золота, даже пылевидного, относится к категории кластогенного и представлена свободными частицами. Наряду с ними встречаются глобулярные агрегаты диаметром 30–60 мкм, состоящие из множества трубчатых или удлиненных индивидов размером 2–3 мкм. Вероятно, такое золото является результатом коагуляции чешуек, образующихся при истирании относительно крупного золота, или трубчатых выделений, возникших при осаждении ионизированного или коллоидного золота на растительном субстрате. В технологическом отношении такое пористое глобулярное золото является наиболее трудным для извлечения. На поверхности части золотин обнаруживаются нарастания «нового» золота размером 0,1–0,2 мкм.

Содержание и крупность золота прогрессивно снижаются по мере удаления от точки сброса эфелей. Также неоднородно распределение полезного компонента по вертикали, что обусловлено гравитационной дифференциацией и характерно не только для техногенных россыпей, но и для хвостохранилищ обогатительных фабрик (Мигачев, 1998; Замятин, 1997).

Остаточное золото техногенных россыпей преимущественно пластинчатых и чешуйчатых форм (Рис. 2.10). Доля пластинчатых частиц в отвалах может достигать 90 % (Никифорова, 2020). Тонкочешуйчатые золотины могут завальцовываться в палочки (Рис. 2.11). Аутигенное золото высокой пробности, отлагающееся на поверхности остаточного в виде микро- и наноразмерных фаз, образует ажурные каймы, шестигранные призмы, губчатые, глобулярные и нитевидные образования (Кузнецова, 2019). Биогенное золото, образующееся в незначительном количестве под влиянием органики и бактерий, изучено весьма слабо и представляет только минералогический интерес.

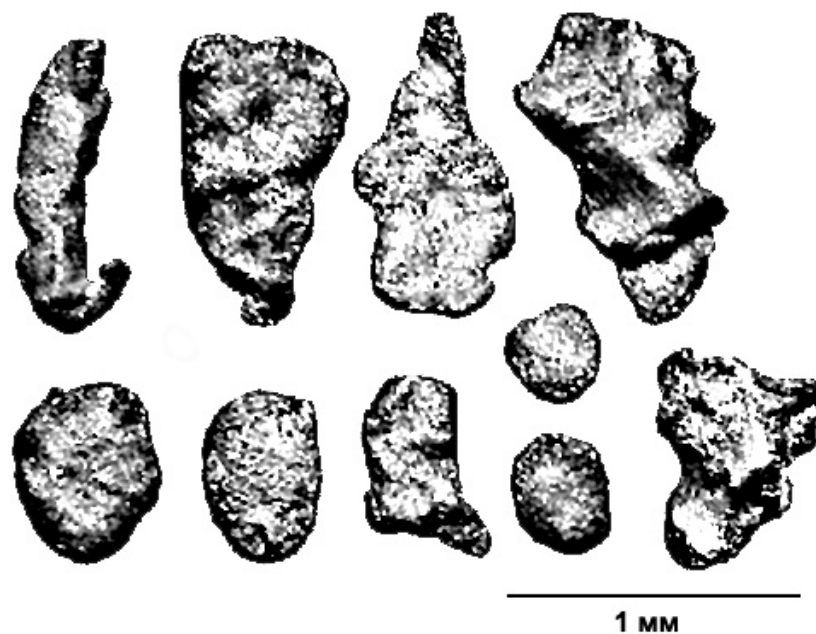


Рис. 2.10 Средне окатанное гемиидиоморфное и хорошо окатанное лепешковидное золото с тонкими пленками гидроксидов железа



Рис. 2.11 Палочковидные завальцованные, пластинчатые и лепешковидные золотины с тонкогубчатой поверхностью

По размерности и гидравлической крупности выделяют (Гольдфарб, Прейс; 2010) следующие разновидности золота, которые не улавливаются не только отработке россыпей, но и при их разведке:

1. Тонкое (5–100 мкм) и тонкодисперсное (менее 5 мкм) золото: преобладает в россыпях сложного строения с несортированным золотом; такое золото уходит в иловую фракцию и, видимо, теряется безвозвратно.

2. Золото с гидравлической крупностью менее 15–20 см/с: характеризуется большим разбросом размеров зерен, от 0,1–0,2 мм до 1–2 мм, имеет низкую гидравлическую крупность благодаря чешуйчатой или сложной (рудного облика) форме (пористая, скелетная и др. формы). Кроме того, благодаря гидрофобным свойствам чешуйки «легкого» золота способны флотироваться в холодной воде. Такое золото практически не улавливается промывочными приборами со стандартной шлюзовой схемой обогащения, поэтому часто уходит в отвалы.

3. Золото в сростках с кварцем различных размеров, самородки чистого золота размером более 20–50 мм. Сростки, имеющие гравийно-мелкогалечную размерность, сносятся в эфельные отвалы. Самородки и сростки, превышающие величину отверстий в скрубберных бочках, попадают в галечные отвалы.

Укрупнение (слипание) золота в отвальных комплексах связано преимущественно с процессами амальгамации, особенно в тех случаях, когда ртуть применялась на шлюзовых установках (до 1992 г.) для улавливания мелкого и тонкого золота. Золотые амальгамы техногенных россыпей характеризуются очень широкими вариациями соотношения золота и ртути и отличаются по цвету, агрегатному состоянию, составу минеральных примесей и химических соединений. Для амальгамированного золота типична пористая или губчатая поверхность (Рис. 2.12 и Рис. 2.13).



Рис. 2.12 Уплощенные кристаллы, их сrostки и гемиидиоморфные золотины с амальгамацией поверхности разной интенсивности



Рис. 2.13 Слипание золотин в результате амальгамации

Обратный процесс – диспергация зерен золота при техногенезе – происходит на разных стадиях формирования и разрушения амальгамных пленок вокруг зерен золота.

Поверхность остаточного золота в эфельных отвалах ямчато-бугорчатая, шагреневая, пористая (Рис. 2.14). Золото в отвалах часто находится в сrostках с обломками породы, кварцем, окисленными сульфидами и др. На поверхности самородного золота фиксируются

пленки и рубашки гидроксидов железа, углубления поверхности выполнены мелкокристаллическим кварцем, серицитом, глинистыми минералами. При наличии в россыпях сульфидных минералов под воздействием атмосферных и технических вод идет интенсивное формирование гидроокислов железа, вплоть до формирования корок мощностью до 15 см (Наумов, 1994) и железистых конгломератов с повышенным содержанием золота (Макаров, 2001).

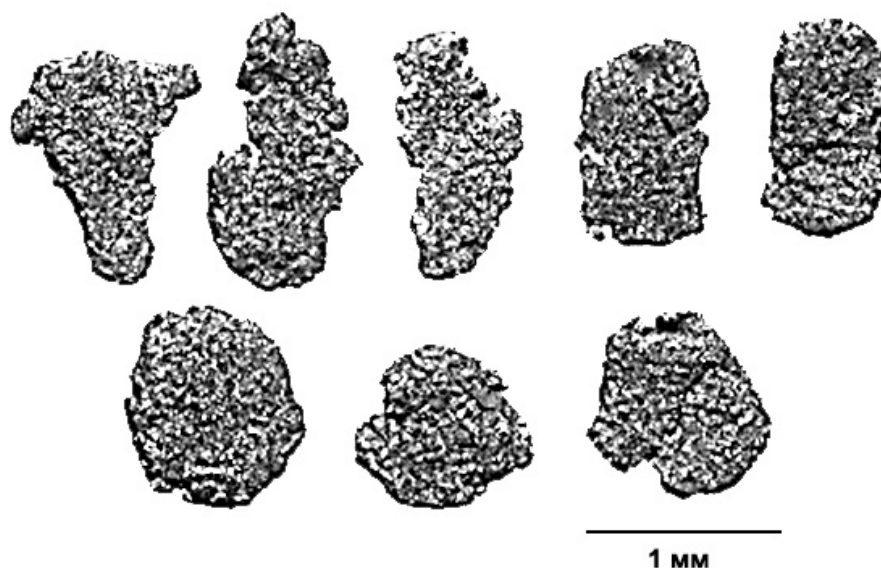


Рис. 2.14 Пластинчатое золото с губчатой уплотненной поверхностью

Техногенные преобразования золота (выщелачивание и отложение нового золота) приводят к изменению относительной площади поверхности (Рис. 2.15). За счет микропористого, губчатого характера поверхности, наличия многочисленных мелких полостей от выкрашивания вмещающих минералов увеличивается общая площадь поверхности, снижаются средняя плотность и смачиваемость золотин, уменьшается их гидравлическая крупность.

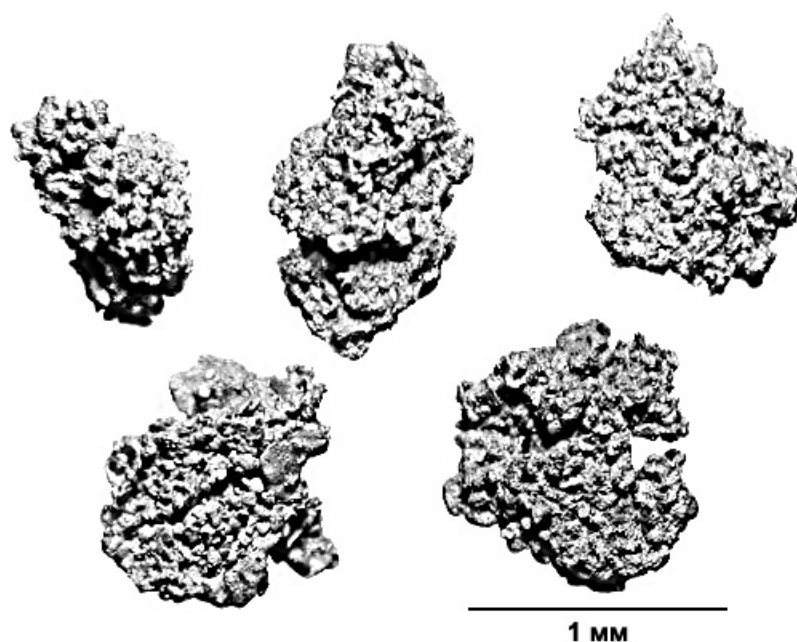


Рис. 2.15 Агрегаты кристаллических и лепешковидных золотин, сцементированные тонкогубчатым аутигенным золотом

Оксиды и гидроксиды железа придают золотым сросткам слабомагнитные свойства, что способствует увеличению потерь золота в схемах с магнитной сепарацией.

Считается, что при определенных условиях на золотосодержащих отвалах могут протекать не только процессы высвобождения золота, но и укрупнения его, а также перераспределения на геохимических барьерах. Масштабы и механизм этих процессов детально не изучены.

Пробность и элементы-примеси в центральных частях относительно крупного остаточного золота в целом соответствуют таковым в целиковой россыпи. В то же время электрохимическое выщелачивание серебра с поверхности и отложение на золотилах более высокопробного (до 1000 ‰) аутигенного золота приводит к увеличению средней пробности золота.

Золото в ТР, как правило, относится к труднообогатимым в связи с тем, что уровень потерь преобладающего мелкого и тонкого золота высокий, а средние содержания — низкие. В ТР повсеместно отмечается значительное количество золота пластинчато-чешуйчатого типа, которое по величине гидравлической крупности сопоставимо с зернами магнетита и пирита, что также подтверждает трудность его извлечения гравитационными методами (Алексеев, 2021).

Необходимо отметить, что эфельные отвалы отличаются от целиковых россыпей заметно большим содержанием тяжелых минералов («черный шлик»), что вызывает определенные трудности при обработке геологических проб, особенно на стадии доводки концентратов и отдувки шлихов, и обуславливает достаточно высокие потери металла.

Платиноносные россыпи, как правило, являются комплексными, так как наряду с платиной в них содержатся другие платиноиды — иридий, осмий, рутений, родий, палладий и нередко золото. Эти драгоценные металлы встречаются в россыпях в широком комплексе минералов платиноидов, состав которых к настоящему времени насчитывает около ста минеральных видов и их разновидностей.

Данные о минералогии россыпей платиноидов указывают, что минералы платиноидов в них образуют четыре типа близких по составу минеральных ассоциаций: рутениридосминовый, рутенплатиносмиридовый, иридисто-платиновый и сульфидно-платиновый (названия типов отражают главные по практической ценности элементы платиноидов или минералы). Наиболее важными для промышленного использования среди платиноносных россыпей являются иридисто-платиновый и рутениридосминовый минералого-геохимические типы.

Для рутениридосминового типа, как правило, характерно площадное распространение в рыхлых отложениях зерен платиноидов при незначительных их концентрациях и с достаточно выдержанной сортировкой их размеров (около 0,5–1,0 мм). Этот тип чаще всего представляет интерес как попутное сырье в золотоносных россыпях; характер распространения зерен платиноидов иридисто-платинового типа весьма различный, с широким диапазоном концентраций зерен, их размерности. Они нередко образуют самостоятельные россыпи.

2.7. Попутные полезные ископаемые и полезные компоненты

К попутным полезным ископаемым (Постановление Правительства РФ от 12.08.2017 N 963) относятся полезные ископаемые, соответствующие следующим критериям:

- вместе с полезным ископаемым, указанным в лицензии на пользование недрами и (или) учтенным в государственном балансе запасов полезных ископаемых, залегают в недрах, и (или) содержатся в отходах добычи полезных ископаемых, в соответствии с геологической информацией о недрах;

- без полезного ископаемого, указанного в лицензии на пользование недрами и (или) учтенного в государственном балансе запасов полезных ископаемых, невозможна и (или)

экономически нецелесообразна самостоятельная добыча полезных ископаемых, признаваемых попутными, в соответствии с технико-экономическим обоснованием кондиций для подсчета запасов полезных ископаемых в недрах;

- расчетная стоимость полезного ископаемого, признаваемого попутным, при его добыче не превышает 10 процентов общей стоимости всех полезных ископаемых, учтенных государственным балансом запасов полезных ископаемых на участке недр, — в соответствии с технико-экономическим обоснованием кондиций для подсчета запасов полезных ископаемых в недрах.

Вещественный состав продуктивных отложений необходимо изучать с полнотой, обеспечивающей возможность оценки промышленного значения основных и всех ценных попутных компонентов, а также учета вредных примесей («Методические рекомендации по применению Классификации запасов...», ГКЗ, 2007). Необходимо установить принципиальную возможность и экономическую целесообразность извлечения попутных полезных минералов в самостоятельные концентраты.

Попутные полезные ископаемые, образующие в техногенном отвальном комплексе самостоятельные залежи, следует изучить в степени, позволяющей определить их промышленную ценность и область возможного использования.

При изучении ТР (Кузнецова, 2019) было установлено, что по гранулометрическому и минеральному составам они отличаются от первичных россыпей. При отработке последних происходит вымывание глинистых минералов, соответственно в отвалах растет доля кварца и полевых шпатов, увеличивается процент рудных минералов, в составе которых могут быть и минералы попутных полезных ископаемых. В среднем в ТР выход тяжелой фракции шлиха составляет от 0,5 до 4 % от массы породы.

В исходных песках многих ТР россыпей присутствуют попутные компоненты в достаточно широком спектре. Содержания их в отдельных случаях достигают промышленных концентраций. По результатам исследований установлено, что при разработке россыпных месторождений независимо от используемой технологии содержания попутных компонентов к конечным продуктам техногенных образований существенно увеличиваются. Даже когда в исходных песках концентрации попутных компонентов незначительные, в отвальном комплексе, в первую очередь в эфельных и гале-эфельных отвалах, проявляется тенденция их существенного накопления. Так, в эфельных отвалах россыпи р. Болотистый (Хабаровский край) накапливается палладий в количествах от 3 до 10 г/м³, тогда как в исходных песках минералогическим анализом он не выявлен (Рассказов, 2016).

В процессе разведки техногенных месторождений россыпного золота и платиноидов должна производиться оценка целесообразности извлечения из них попутных полезных ископаемых (ППИ) для наиболее полного использования минерального сырья на экономически рациональной основе.

В соответствии с требованиями («Методические рекомендации по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов», 2007 г.), попутные полезные ископаемые и компоненты разделяются в зависимости от форм нахождения, своей связи с основными для данного месторождения полезными ископаемыми и компонентами, а также с учетом требований, предъявляемых промышленностью к условиям их разработки (извлечения), на три группы.

К первой группе относятся рыхлые отложения или их отдельные горизонты, участвующие в строении россыпей — гале-эфельные отвалы, породы, выстилающие днище отработанных полигонов, а также подземные воды, участвующие в обводнении горных выработок. Эта группа ППИ обычно представляет промышленный интерес в экономически освоенных районах. Так, во многих случаях в верхних частях разреза вскрышных пород залегают почвенно-растительный слой, торф и другие осадочные отложения, пригодные после проведения агротехнических мероприятий для использования в сельском хозяйстве. Галечники, песчано-гравийный материал, глины, каолины (в районах широкого развития кор химического выветривания), составляющие разрез отложений вскрыши, а также скальные

горные породы плотика могут быть использованы в строительной промышленности, дорожном строительстве, керамическом и металлургическом производствах.

В отдельных случаях промышленный интерес представляют отходы обогащения (хвосты обогатительных установок, фабрик, дражные отвалы), которые могут быть использованы для намывания плотин и дамб, а также в качестве закладочного материала в горных выработках. Песковые фракции хвостов могут применяться для производства бетонов, силикокальцита, а также кладочных и штукатурных растворов, и в дорожном строительстве.

Попутная добыча указанных полезных ископаемых, с одной стороны, удовлетворяет потребности местной промышленности, а с другой — понижает себестоимость основного компонента, что, в свою очередь, дает возможность снизить эксплуатационные затраты по добыче металла и ввести в эксплуатацию техногенное месторождение с более низкими содержаниями, а также повысить эффективность добычи.

Вторая группа включает сопутствующие основному компоненту ценные минералы, которые при обогащении россыпей могут быть выделены в самостоятельные концентраты или промпродукты или же они, накапливаясь в продуктах обогащения основного компонента, могут быть в последующем извлечены с использованием рациональной технологии. В техногенных россыпях золота, в зависимости от металлогенической обстановки, присутствуют такие попутные полезные компоненты, как: серебро, платиноиды, касситерит, вольфрамит, шеелит, ильменит, циркон, в отдельных случаях — редкоземельные минералы, киноварь, ювелирные и поделочные камни и другие. В техногенных россыпях платиноидов вместе с ними возможно сонахождение золота, титаномагнетита, хромшпинелидов, торита и других минералов.

К третьей группе относятся различного рода примеси в минералах основных и попутных компонентов (изоморфные, механические, микровключения собственных минералов и др.). Преобладающую часть попутных компонентов этой группы обычно составляют рассеянные элементы. К этой же группе относятся примеси в рудных минералах золота, серебра, платиноидов, тантала, молибдена и др. При обогащении полезных ископаемых эти компоненты накапливаются в основном концентрате, а при его переработке — накапливаются в товарных продуктах или отходах.

Оценка техногенных россыпей на ППИ должна базироваться на анализе фондовых данных разведки и эксплуатации целиковых россыпей и с учетом применения возможной технологии извлечения из них полезного компонента, которая может отличаться от применяемой ранее.

При изучении ППИ используются выработки, при помощи которых оценивается основной полезный компонент. В случае, когда пласты или залежи попутных ископаемых, относимых к первой группе, выходят за пределы техногенных отложений, необходимо получить геологические данные, позволяющие оценить возможность их освоения и разработать рекомендации для исследования их промышленной значимости. Разведка попутных ископаемых первой группы проводится лишь при установлении потребителя на данный вид сырья.

При выявлении в ППИ золота и минералов платиноидов повышенных концентраций в качестве попутных компонентов к основному, как во второй и третьей группах, техногенные отложения должны быть отнесены к комплексному типу. Их разведку следует проводить с учетом необходимости установления геолого-промышленной оценки каждого полезного компонента. Попутные компоненты могут иметь промышленное значение лишь в случае, когда степень их концентрации в продуктах обогащения, а также технология последующей переработки этих продуктов обеспечивают экономическую целесообразность их извлечения.

Как правило, разведка комплексных техногенных россыпей требует изменения (иногда усложнения) методики обработки проб с учетом различий плотности и размера ценных минералов. Так, промывка проб из золото-касситеритовых (золото-касситерит-вольфрамитовых), золото-шеелитовых песков должна проводиться до получения «серого» шлиха для

исключения потери более легких, нежели золото, ценных минералов. Из полученного шлиха (концентрата) в лабораторных условиях осуществляется получение мономинеральных концентратов для последующего определения содержания в них ценных компонентов. В случае присутствия в россыпи самоцветных камней на первом этапе обработки проб проводится их промывка по существующей технологии для извлечения золота, а из хвостов проб в процессе мокрого грохочения отбираются обломки, галька цветных камней для определения их содержания в пробе и отправки в специализированные лаборатории с целью установления сортности самоцветного сырья и других параметров, необходимых для определения промышленной ценности.

Выбор технологии обработки проб из комплексных россыпей с теми или иными попутными компонентами устанавливается с учетом данных, полученных при разведке и эксплуатации целиковой россыпи, а определение содержаний ценных компонентов проводится на основании анализов проб или концентратов (шлихов) минералогическими, химическими, спектральными, ядерно-геофизическими и другими методами, утвержденными государственными стандартами.

Оценка комплексных техногенных россыпей должна проводиться с учетом последующего составления минералого-технологических карт, отражающих характер изменения в соотношениях ценных компонентов. Технологическое картирование комплексных техногенных золотоносных (платиноносных) россыпей должно соответствовать требованиям, которые применяются при опробовании россыпей золота (платиноидов); кроме этого, необходимо установить формы нахождения попутных компонентов, баланс их распределения в песках, продуктах обогащения и переделе концентратов, а также обосновать экономическую целесообразность их извлечения и его влияние на общую себестоимость извлекаемых из россыпи основного полезного ископаемого.

Методика разведки и опробования на ППИ не отличается от таковой на основные полезные компоненты. При равномерном распределении основного и попутного компонентов и одинаковой детальности их опробования их классифицируют по одной категории. Если попутные компоненты неравномерно распределены и опробованы с меньшей детальностью, то их запасы классифицируют на категорию ниже. Запасы ППИ, подсчитанные по категории C_2 , достаточны для оценки их промышленного значения.

Экономическая целесообразность и необходимость извлечения попутных полезных ископаемых и компонентов должны быть обоснованы соответствующими расчетами и специальными технологическими исследованиями.

Одним из важных попутных компонентов, который может присутствовать на многих месторождениях разного типа, являются подземные воды. С ними часто связана обводненность россыпей, что затрудняет их эксплуатацию. С другой стороны, подземные воды могут быть пригодны для водоснабжения и извлечения из них ценных компонентов или для балансеологических целей. Оценка подземных вод проводится в соответствии с методическими требованиями ГКЗ.

Следует отметить, что использование отходов россыпей неудовлетворительное, и связано это в основном с географическим фактором (они, как правило, находятся в экономически неосвоенных районах) либо отсутствием устойчивого спроса, недостаточно изученным вещественным составом отходов и их технологических свойств, а также с малыми масштабами месторождений. Комплексному использованию нерудной составляющей россыпей благородных металлов препятствует и неполнота извлечения металла, в связи с чем хвосты обогащения часто представляют собой техногенные месторождения и подлежат повторной переработке.

III. Подсчет запасов техногенных россыпных месторождений

3.1. Общие принципы подсчета, способы и приемы вычислений

Для подсчета запасов ТР должна быть изучена с детальностью, обеспечивающей выяснение в общих чертах условий залегания, формы, строения россыпи в целом и каждого ее элемента. Должны быть определены пространственные параметры и закономерности распределения золота в плане и разрезе, установлен вещественный состав продуктивных отложений, выявлены основные гидрогеологические и горнотехнические особенности.

Недоработки остаточных частей целиковой первичной россыпи, размеры и точное местоположение которых по причине их незначительных размеров (объемов) выявить невозможно (межшаговые, межходовые целики, недоработки плотика по глубине), могут считаться частью отвального комплекса и разведываются совместно с ним.

В том случае, если к техногенному отвальному комплексу примыкают бортовые целики с ранее утвержденными запасами, они учитываются без разведки.

Бортовые целики с не определенными параметрами золотоносности разведываются по методике целиковых россыпей, если их размер превышает 2-х кратный размер ячейки разведочной сети данной целиковой россыпи при установленной группе сложности геологического строения; в противном случае запасы таких участков оцениваются для совместной отработки с основными объемами ТР.

Запасы в целиках, разобщенные отработанными участками, могут либо подсчитываться отдельно, либо объединяться в один блок — в зависимости от размеров участков разработки и остаточных целиков, а также от предполагаемых способов повторной разработки. Раздельно подсчитываются целики, расположенные в бортах россыпи и разделенные отработанным полем шириной более 50 м.

Наличие в пределах площади ТР ограниченных по площади фрагментов недоработок плотика, которые также, как и бортовые целики, невозможно самостоятельно оконтурить и оценить их запасы, применяя размер ячейки разведочной сети для данной целиковой россыпи при установленной группе сложности геологического строения, также оцениваются для совместной отработки с основными объемами ТР.

Таким образом, все виды целиков, не имеющих самостоятельного промышленного значения, отрабатываются совместно с техногенными отвалами без дополнительной разведки. Обоснование промышленной значимости целиков или ее отсутствия предоставляется недропользователем на основе технико-экономических расчетов.

Решение о необходимости проведения самостоятельной разведки целиков, недоработок плотика или об их совместной отработке с ТР принимается ГКЗ в ходе государственной экспертизы.

Запасы ТР подсчитывают отдельно на основании данных маркшейдерского обмера, отчетных данных по технологическим и эксплуатационным потерям, а также с учетом результатов разведки.

Для оконтуривания и подсчета запасов ТР, независимо от состава элементов отвального комплекса (литологического, гранулометрического и др.), используются единые показатели кондиций:

- минимальное содержание золота в краевой выработке при отсутствии вскрыши ($МКВ_0$);
- минимальное промышленное содержание золота в подсчетном блоке при отсутствии вскрыши ($МПС_0$).

Практически все галечно-эфельные отвалы лежат на поверхности; таким образом, в этом случае нет необходимости в учете градиента на вскрышу (за редким исключением, когда гале-эфельные отвалы перекрыты торфами). В таком случае дополнительно могут использоваться такие показатели кондиций, как:

- увеличение содержания химически чистого золота в краевой выработке на единицу коэффициента вскрыши,
- увеличение минимального промышленного содержания химически чистого золота в блоке годовой добычи на единицу коэффициента вскрыши.

Также по горно-техническим условиям могут использоваться следующие показатели кондиций:

- минимальный объем пространственно изолированных отвалов, который экономически целесообразно привлекать для отработки;
- минимальная мощность горной массы ТР.

При подсчете запасов целесообразно использовать метод геологических (подсчётных) блоков, который в целом идентичен методу для подсчета запасов целиковой россыпи и применяется в соответствии с рекомендациями методических пособий. При данном способе границами блоков по протяжённости россыпи являются разведочные линии (по которым проводилось опробование галечно-эфельных отвалов), а по ширине — внешние границы контура отработанных запасов. Блоки могут быть поперечными, продольными и изометричными, различных размеров, в зависимости от однородности строения и наличия достаточного количества данных (выработок, проб) для производства подсчета запасов, но не превышать размеров полигонов годовой (сезонной) добычи.

В крайних блоках, опирающихся на одну линию, принимается меньшее среднее содержание из содержания по данной линии и содержания по предыдущему блоку. Оконтуривание пласта песков, определение мощности торфов и песков не проводится, т. к. отработка ТР ведется на всю горную массу (за исключением крупных и мощных техногенных массивов, сложенных разновременными отвальными образованиями, имеющими слоистое строение, и включающих различного рода целики).

Основными подсчётными материалами являются:

- планы отвального комплекса масштаба 1 : 10 000 с выделением типов отвалов и времени их образования;
- планы подсчета запасов масштаба 1 : 10 000;
- геологические разрезы и планы масштаба 1 : 2000 – 1 : 10000, созданные на инструментальной основе;
- таблицы подсчёта запасов по блокам и в целом по ТР.

Выбор вариантов среднего содержания золота (МПП) определяется, исходя из требований ГКЗ МПР, по которым разность между соседними вариантами должна составлять 10–30 %.

Расчет запасов золота выполняется для химически чистого металла, расчет запасов МПП выполняется в шликсе в соответствии с принятой системой учета в Государственном балансе запасов ТПИ РФ.

Запасы песков и металла в блоке рассчитываются по известной формуле:

$$P_{\text{бл}} = V_{\text{бл}} \times C = S_{\text{бл}} \times m \times C$$

где: $P_{\text{бл}}$ — запас металла в блоке, кг;

$V_{\text{бл}}$ — объем песков (горной массы), тыс. м³;

$S_{\text{бл}}$ — площадь блока, тыс. м²;

m — средняя мощность горной массы, м;

C — среднее содержание, г/м³.

Отличительной особенностью техногенных отвалов от целиковых россыпей является то, что они имеют естественные границы, и в данном случае контур запасов будет совпадать с контуром отвала. В случае отдельно стоящих эфельных и гале-эфельных отвалов учет ведется по принципу «один отвал — один блок». Выконтуривание (выделение) в пределах отвала каких-либо его частей, обедненных золотом, вряд ли имеет смысл, т. к. на экс-

плуатации этих объектов выдержать какие-то границы при выемке рыхлой массы, а следовательно, и вести корректно маркшейдерский учет при избирательной отработке весьма затруднительно. Отвалы, сформированные уборкой хвостов бульдозером и в последующем рекультивированные, также не имеют четко выраженных обедненных или пустых участков.

При подсчете средних содержаний по техногенным отвалам учитываются такие показатели, как: коэффициент разрыхления пород; поправка на валунистость; поправка на макрольдистость. При отборе для промывки мерзлой породы без предварительной оттайки применяется неоднократно определявшийся опытным путем поправочный коэффициент на мерзлоту (коэффициент разрыхления для талых пород 1,40; коэффициент разрыхления для мерзлых пород 1,75). Если опытным путем установлен коэффициент разрыхления, отличный от величин 1,40 и 1,75, то при вычислении средних содержаний необходимо вводить поправочные коэффициенты, рассчитанные по формулам:

а) для талых пород

$$C_{\pi} = C_{\text{в}} \times K_o / 1,40;$$

где: C_{π} – среднее содержание, вводимое в подсчет запасов;

$C_{\text{в}}$ – среднее содержание, вычисленное при значении коэффициента разрыхления, равного 1,40;

K_o – коэффициент разрыхления для талых пород, полученный опытным путем для данной россыпи;

б) для мерзлых пород

$$C_{\pi} = C_{\text{в}} \times K_o / 1,75;$$

где: C_{π} — среднее содержание, вводимое в подсчет запасов;

$C_{\text{в}}$ – среднее содержание, вычисленное при значении коэффициента разрыхления, равного 1,75;

K_o – коэффициент разрыхления для мерзлых пород, полученный опытным путем для данной россыпи.

Вычисляя содержания по проходкам (секциям), валунистость и льдистость до 10% не учитывают.

Средние содержания золота (МПП) при разведке скважинами УКБ рассчитывают по формуле:

$$C = A / 1000 \times S \times l$$

где: C – среднее содержание золота (МПП) по интервалам, г/м³;

A – вес полезного ископаемого, полученного от промывки пробы с интервала углубки, мг;

S – площадь забоя скважины, м²;

l – интервал углубки скважины, м.

При подсчете средних содержаний должна учитываться пробность (отвечающая пробности целиковой россыпи) и вес металла, полученного при контрольном опробовании, следует указывать, по какому количеству проб рассчитывалось его среднее значение, как располагались в пределах россыпи данные пробы.

При отработке происходит неоднократное перемешивание исходных песков (при погрузке экскаватором одновременно со всей мощности пласта, подаче их бульдозером к приемному бункеру, переработке на промприборе, разваловке гале-эфельных отвалов и др.), в результате происходит значительное сглаживание средних содержаний золота (МПП), поэтому при подсчете запасов обычно не наблюдается проб, по которым следует проводить ограничение ураганных значений.

В случае, когда техногенное месторождение представлено отдельно расположенными отвалами (объектами учета) и опробуется валовыми пробами, объем продуктивных отложений, содержащих россыпное золото, принимается равным объему горной массы отвала, который рассчитывается инструментальным способом после проведения маркшейдерских замеров или путем создания и расчета трехмерной модели в специализированных

программах. В подсчёте запасов один отвал приравнен к одному расчётному блоку. Расчёт среднего содержания золота (МПП) по отвалу проводился средневзвешенным способом по следующей формуле:

$$C_{\text{ср.вз.}} = \frac{(C_1 \times V_1) + (C_2 \times V_2) + \dots + (C_n \times V_n)}{V_1 + V_2 + \dots + V_n},$$

где: $C_{\text{ср.вз.}}$ – средневзвешенное содержание золота (МПП) в отвале (г/м³);

C_1 – содержание золота (МПП) в первой валовой пробе отвала (г/м³);

V_1 – объём первой валовой пробы с отвала (м³);

C_n – содержание золота (МПП) в n валовой пробе отвала (г/м³);

V_n – объём n валовой пробы с отвала (м³).

Запас золота (МПП) в отдельном отвале рассчитывается по формуле:

$$Q = C_{\text{ср.вз.}} \times V$$

где: $C_{\text{ср.вз.}}$ – средневзвешенное содержание золота (МПП) в отвале (г/м³);

V – объём отвала (м³).

При расчете объемов техногенного комплекса из промытых объемов галечно-эфельных отвалов исключаются объемы, приходящиеся на валуны (+200 мм) и глинисто-илистую составляющую (-0,1 мм).

Запасы золота (МПП) в подсчетном блоке Q определяются по формуле:

$$Q = V_{\text{бл}} \times C,$$

где $V_{\text{бл}}$ – объём отвалов в подсчётном блоке, тыс. м³;

C – среднее содержание золота (МПП) в подсчётном блоке, мг/м³.

Рекомендуемая точность подсчётных параметров блока: мощность – 0,1 м, содержание – 1 мг/м³, площадь блока – 0,1 тыс. м², запас горной массы – 0,1 тыс. м³, запас металла – 0,1 кг.

В случаях комбинированного характера разведки (линии УКБ + траншеи; РЭП + сеть УКБ и др.) подсчет запасов производится, как правило, способом блоков, а в расчет основных параметров вводятся все выработки. При этом в случае резкого расхождения в подсчитанных значениях среднего содержания на горную массу между объемной выработкой (траншея с валовой промывкой) и скважинами УКБ следует принимать данные по траншее. Исключение составляют данные по скважинам, заверенным объемным опробованием, показывающим погрешность данных УКБ не более 20 %.

Если пройденные в составе ОНР разведочно-эксплуатационные полигоны не полностью характеризуют техногенный комплекс по его распространению в плане, то, учитывая большую массу опробованного и проанализированного материала, допускается распространять (экстраполировать, переносить) результаты этих работ на неопробованные участки таких же типов техногенных отложений и типов исходной целиковой россыпи (по горно-геологическим, технологическим, granulometricким и др. условиям).

По результатам подсчета запасов должна быть проведена по укрупнённым технико-экономическим расчетам оценка балансовой принадлежности запасов ТР. Она проводится согласно действующим на момент оценки параметрам районных кондиций либо по расчетному параметру минимального промышленного содержания золота в блоке годовой добычи.

Отчет по результатам геологического изучения направляется на государственную экспертизу запасов в установленном порядке.

Отчет с подсчетом запасов вместе с необходимыми графическими и табличными материалами должен соответствовать действующим Требованиям и Методическим рекомендациям, применяемым к ТР для проведения государственной экспертизы запасов полезных ископаемых.

IV. Вопросы охраны окружающей среды

4.1. Изучение экологических условий

Согласно нормативным документам, экологические исследования должны начинаться с самых ранних стадий изучения месторождения, а воздействие геологоразведочных работ и деятельности будущего добывающего предприятия на окружающую среду должно учитываться на всех этапах геолого-экономической оценки месторождения. Эти требования в полной мере относятся и к техногенным месторождениям.

Аккумуляция аллювия в локализованных насыпях, просадка русла на плотик или приплотиковые образования способствуют понижению базиса эрозии боковых притоков и улучшают дренаж склонов долин. Это приводит к размыву русловых отложений в притоках более низких порядков, чем обрабатываемая долина, и повсеместной активизации склоновых процессов. Породы зон гипергенеза (плотик) подвергаются активной физико-химической эрозии, генерируя, в ряде случаев, кислотный сток и вынос в окружающую среду ионов металлов. Природная поверхностная вода, относящаяся преимущественно к гидрокарбонатному типу, в различной степени насыщается сульфатами (Замощ, 2010).

В приподошвенных частях склонов и на бортах цокольной террасы оживают подвижки сезонно-талого слоя, оползают блоки делювиального плаща вместе с растущими на них кустарниками и деревьями. Формирование техногенных русел, изменения химического состава и физических свойств воды, заиливание русловых отложений оказывает негативное влияние, вплоть до полного исчезновения ихтиофауны.

Замечено, что повышенное теплосодержание техногенных отложений способствует многократному увеличению биологической продуктивности восстанавливаемого растительного покрова в сравнении с ненарушенными ландшафтами. Установлено (Глотов, 2010), что для становления древесно-кустарниковой растительности на обработанных полигонах применявшееся ранее выравнивание техногенного рельефа приводит в зимнее время к уменьшению снежного покрова за счет снегопереноса и вымерзанию древесно-кустарникового подроста. Поэтому на некультивированных площадях самовосстановление древесной и кустарниковой растительности происходит значительно интенсивнее, чем на рекультивированных.

В целом участки аккумуляции аллювиальных отложений перспективны для выполнения рекультивации биологического назначения: сельскохозяйственного, лесохозяйственного, рыбохозяйственного. При этом на техническом этапе нужно создавать формы микро-рельефа, благоприятные для аккумуляции снега, которые будут служить тепловыми «убежищами» для древесного подроста. Целесообразно транспортировать материал, накопленный в илоотстойниках, на поверхность создаваемых форм техногенного ландшафта для ускорения зарастания галевых отложений.

4.2. Обеспечение охраны окружающей среды

Проекты рекультивации земель подготавливаются и согласуются согласно Постановлению Правительства РФ от 10.07.2018 № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель», содержащее в том числе требования по лесным участкам. Разработка проектов рекультивации нарушенных земель должна проводиться с учетом следующих факторов:

- природные условия района (климатические, педологические, геологические, гидрологические, вегетационные);
- расположение нарушенного участка;
- перспективы развития района разработок;

- фактическое или прогнозируемое состояние нарушенных земель к моменту рекультивации (площадь, форма техногенного рельефа, степень естественного зарастания, современное и перспективное использование нарушенных земель, наличие плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород; прогноз уровня грунтовых вод, подтопления, иссушения, эрозионных процессов, уровня загрязнения почвы);

- показатели химического и гранулометрического состава;

- инженерно-геологическая характеристика вскрышных и вмещающих пород;

- хозяйственные, социально-экономические и санитарно-гигиенические условия в районе размещения нарушенных земель;

- срок использования рекультивированных земель с учетом возможности повторных нарушений;

- охрана окружающей среды от загрязнения ее пылью, газовыми выбросами и сточными водами в соответствии с установленными нормами ПДВ и ПДК;

- охрана флоры и фауны.

К основным факторам воздействия на окружающую среду при отработке ТР можно отнести следующие:

- выбросы в атмосферу пыли от отвалов пород и отработанных газов горной техники, дизельной электростанции (их можно охарактеризовать как неорганизованные, площадного типа);

- фильтрация сточных вод из илоотстойников, используемых в системе замкнутого оборотного водоснабжения;

- сбросов в водотоки незначительного количества нефтепродуктов с атмосферными осадками (смыв с площадок ГСМ);

- применение химических реагентов (возможно на глинистых техногенных отвалах, что предопределяет необходимость использования флокулянтов для их нейтрализации);

- техногенная перестройка рельефа, что может сопровождаться возникновением вторичных форм рельефа — промоин, просадок, оползней, оврагов;

- твердые бытовые отходы;

- расчистка от леса и снятие плодородного слоя почвы с площадей, предназначенных под размещение отвалов вскрыши и хвостов промывки, водоемов, дамб, каналов, подъездных дорог, ЛЭП и прочих сооружений.

Перечень мероприятий по охране окружающей среды должен учитывать положения Приказа Минприроды России от 15 августа 2023 года № 521 «Примерный перечень мероприятий по охране объектов растительного и животного мира и среды их обитания, при условии выполнения которых осуществляется пользование недрами» и предусматривать действия по:

- сохранению мест обитания объектов растительного и животного мира;

- восстановлению нарушенных естественных экологических систем путем осуществления посадки или посева древесных и травянистых растений, кустарников;

- исключению проезда транспорта вне транспортных путей, определенных пользователями недр;

- предотвращению попадания складированного грунта, строительных материалов, отходов производства и потребления в водный объект и на территорию, примыкающую к его береговой линии.

Для выполнения вышеперечисленных требований предусматривается выполнение следующих мероприятий:

- организация групп для тушения лесных пожаров;

- обваловка складов ГСМ за пределами водоохраных зон с оборудованием бензо-маслоуловителя с прудком-испарителем;

- организация контроля за использованием огнестрельного оружия, боеприпасов, орудий лова рыбы;

- использование двухкамерного септика для очистки хозяйственно-бытовых стоков;

- создание специальных выгребных ям для захоронения печной золы и бытового мусора в глинистых грунтах с коэффициентом фильтрации не более 0,000001 м/сек;
- укладка перемытой горной массы в выработанное пространство;
- применение очищенного дизельного топлива и использование в дизельных двигателях газонейтрализаторов.

В ходе отработки ТР, в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 29 ноября 2023 г. № 2029 «Об утверждении правил осуществления государственного мониторинга состояния недр и мониторинга состояния недр на участке недр, предоставленном в пользование», пользователем недр на участке недр, предоставленном ему в пользование, выполняется локальный мониторинг. Он представляет собой систему регулярных наблюдений за состоянием недр и происходящими в них процессами, оценки и прогноза изменений состояния недр под воздействием природных и (или) антропогенных факторов на предоставленном в пользование участке недр при осуществлении пользования недрами.

Объектами локального мониторинга являются участки недр, предоставленные в пользование, и происходящие в недрах процессы, а также подземные воды в зоне влияния работ, связанных с использованием недрами на участке недр.

Целями локального мониторинга являются:

- выявление, оценка и прогнозирование изменений состояния недр под воздействием природных и (или) антропогенных факторов;
- соблюдение требований по рациональному использованию и охране недр и охране окружающей среды.

Локальный мониторинг проводится пользователем недр при осуществлении разведки и добычи полезных ископаемых, в том числе добычи полезных ископаемых и полезных компонентов из отходов недропользования. Объемы, места проведения, последовательность, сроки и порядок проведения мониторинга определяются пользователем недр в проектной документации.

Подавляющее большинство ТР удалено от населенных пунктов и расположено на непригодной для землепользования площади. Основными факторами, определяющими экологическую ценность участков с ТР, как правило, являются лесные массивы с запасами древесины (на затаёженной местности), водные ресурсы, охотничьи и рыболовные угодья.

Следует отметить, что постоянное снижение рентабельности ТР за счет ухудшения горно-геологических условий обуславливает минимальные возможности предприятий по проведению полноценной рекультивации, соответствующей нормативным требованиям. Поэтому достаточными по объему мероприятиями для сдачи земель в государственный лесной фонд «под самозарастание» является инженерная ликвидация и санация горнотехнических сооружений в соответствии с требованиями промышленной безопасности (Замош, 2010).

Заключение

В ходе многолетней отработки целиковых россыпей накоплен огромный объем техногенных отвалов, характеризующийся различными горно-геологическими условиями залегания, зависящими от ряда геологических и производственных факторов. Формирующиеся при этом «техногенные месторождения» обладают свойствами, отличными от целиковых россыпей. В первую очередь это относится к уровням содержания полезного компонента, его гранулометрическим параметрам, неоднородности распределения в массе техногенного комплекса, особенностям пространственного расположения гале-эфельных отвалов и их сохранностью в современном рельефе. Всё это, с одной стороны, диктует необходимость разработки особой методики разведки ТР, отличной от методики разведки целиковых россыпей, а с другой стороны, ввиду разнообразия типов и условий залегания ТР, определяет невозможность разработки строго унифицированного подхода к методике подсчета их запасов.

С учетом проблемы рентабельного извлечения золота и МПГ из ТР представляется целесообразным использовать наименее затратный метод статистического анализа данных по разведке и отработке первичной россыпи с учетом нормативных потерь и коэффициента намыва. Данный метод, как показывают результаты опытно-методических работ, позволяет подсчитать запасы категории C_2 . Следует учитывать, что обоснованность такого подсчета опирается на полноту и качество исходных данных. В случае, если они, в силу разных причин, не отвечают требованиям необходимой полноты и достоверности, принятые и предварительно поставленные на учет запасы необходимо заверить опытно-промышленной разработкой (ОПР). Методика её проведения определяется опробованием крупнообъемных разведочно-эксплуатационных выработок в пределах участков с однородными горно-геологическими условиями, по результатам которых вводится поправочный коэффициент для окончательного подсчета и постановки на баланс запасов.

При отсутствии данных для статистического анализа и подсчета запасов или в случае их заведомой недостоверности необходимо проведение разведки, которая может выполняться различными способами, в зависимости от горно-геологических условий формирования ТР. По опыту проведения на техногенных россыпях разведочных и методических работ и исходя из значительной неравномерности металла в отвальном комплексе, оптимальным с точки зрения представительности и достоверности при анализе среднего содержания и гранулометрического состава металла является отбор крупнообъемных проб (более 3 м^3) с использованием различных технических средств (бульдозер, экскаватор, драга). В то же время при проведении на ТР специализированных работ по обоснованию применения при опробовании меньшего объема пробы допускается использование среднеобъемных ($0,2\text{--}3,0 \text{ м}^3$) и малообъемных проб (менее $0,2 \text{ м}^3$), отобранных по регулярной сети, с проверкой единичными крупнообъемными пробами. Рациональный объем пробы рассчитывается, исходя из гранулометрического состава полезного компонента и задаваемой погрешности определения содержания. Дополнением к обоснованию выбора необходимого средства разведки, а значит, рационального объема пробы могут служить результаты сопоставления данных разведки и разработки, аналогичных по геологическому строению месторождений.

При подсчете запасов ТР учитываются следующие их особенности. Если россыпь подвергалась выборочной разработке и по сохранившимся данным можно выделить целики, то подсчет оставшихся запасов необходимо проводить по целикам и отвалам отдельно. Те целики, размеры и точное местоположение которых выявить невозможно, считаются частью отвального комплекса и разведываются совместно с ним. Практически подавляющая часть гале-эфельных отвалов лежит на поверхности, что при оценке их качества не требует введения повышающего градиента на вскрышу. Отличительной особенностью техногенных отвалов от целиковых россыпей является то, что они имеют естественные границы и в их случае контур запасов будет совпадать с контуром отвала.

Еще одной особенностью ТР является увеличение концентрации попутных компонентов в них по сравнению с целиковыми россыпями независимо от используемой технологии разработки. Следует отметить, что использование отходов россыпей неудовлетворительное, и связано это в основном с географическим фактором: они, как правило, находятся в экономически неосвоенных районах, где отсутствует устойчивый спрос на них; отрицательное влияние на освоение попутных компонентов оказывает также недостаточная изученность вещественного состава отходов и их технологических свойств, а также малые по запасам горной массы и металла масштабы месторождений.

Горно-геологические условия отработки техногенных отвалов можно в большинстве случаев отнести к простым, что обусловлено отсутствием пород вскрыши, рыхлой горной массой, четкими естественными границами отвалов, их слабой залесённостью, наличием готовых (оставшихся от отработки целиковых запасов) прудов-отстойников для организации замкнутого водоснабжения.

В отношении экологических условий отработки ТР следует отметить, что постоянное снижение рентабельности за счет ухудшения экономических условий обуславливает минимальные возможности предприятий по проведению полноценной рекультивации. В связи с этим достаточными по объему мероприятиями для сдачи земель в государственный лесной фонд «под самозарастание» является инженерная ликвидация и санация горнотехнических сооружений в соответствии с требованиями промышленной безопасности.

В настоящих «Методических рекомендациях...» были учтены особенности строения ТР, их основные отличия от целиковых россыпей и, исходя из многолетнего опыта их разведки и отработки, рассмотрены основные технические средства, используемые при ГРР, характер распределения золота (МПГ) в техногенных отложениях, стадийность и методы разведки, общие принципы подсчета, особенности горно-геологических и гидрогеологических условий разведки и разработки ТР.

Список использованных источников

Опубликованные

1. Антонов А. РЭПы для разведки техногенных россыпей и поиска новых месторождений россыпного золота, мнения специалистов // zolotodb.ru. 2025.
2. Временные методические указания по разведке и подсчету запасов золотых и золото-платиновых россыпных месторождений Урала. ПГО «Уралгеология». Свердловск. 1985.
3. Замятин О.В., Пятаков В.Г., Чемезов В.В. Оценка запасов техногенных россыпей и опыт их отработки // Разведка и охрана недр. 1997. № 2.
4. Инструкция по нормированию технологических потерь золота при промывке золотосодержащих песков на промывочных приборах. Сост. Н. П. Лавров, В. В. Милентьев, Ф. Ф. Умрихин. ВНИИ золота и редких металлов. Магадан. 2004.
5. Инструкция по применению Классификации запасов к россыпным месторождениям полезных ископаемых. Россыпные месторождения. ГКЗ СССР. 1983.
6. Кавчик Б.К. Два подхода к техногенным россыпям. Золотодобыча, №19. 2000.
7. Кавчик Б.К. О массе (объеме) геологических проб на месторождениях золота. 1. Объем проб при подготовке песков к промывке на россыпных месторождениях золота // zolotodb.ru. 2024.
8. Кузнецова И.В., Сафронов П.П., Моисеенко Н.В. Вещественно-минеральная характеристика техногенных россыпей – потенциальных источников благородного металла (на примере Нижнеселенджинского золотоносного узла Приамурья, Россия). // Георесурсы, 2019. Т. 21. № 1. С. 2-14.
9. Луняшин П.Д. Техногенка на россыпях — перспективы развития в густом тумане // «Золото и технологии», № 1 (63)/март 2024 г.
10. Макаров В.А. Геолого-технологические основы ревизии техногенного минерального сырья на золото. Красноярское отд. РАН. 2001.
11. Методика разведки россыпей золота и платиноидов // Под ред. И.Б. Флёрова, В.И. Куторгина. – М.: ЦНИГРИ, 1992. – 285 с.
12. Методические рекомендации по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов – М.: ФГУ ГКЗ. Роснедра. 2007.
13. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Россыпные месторождения – М.: ФГУ ГКЗ. Роснедра. 2007.
14. Методические указания по подсчету запасов золота и олова в россыпях. Изд. второе. Магадан. 1979.
15. Методические рекомендации по сопоставлению данных разведки и разработки месторождений твердых полезных ископаемых – М.: ФГУ ГКЗ. 2007.
16. Наумов В.А., Наумова О.Б. Преобразование золота в техногенных россыпях // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5.
17. Никифорова З.С., Калинин Ю.А., Макаров В.А. Эволюция самородного золота в экзогенных условиях // Геология и геофизика. - 2020. - Т.61. - № 11. - С.1514-1534.
18. Николаева Л.А. и др. Атлас самородного золота рудных и россыпных месторождений России //Под ред. А. И. Кривцова 1-е изд. – М.: ЦНИГРИ, 2003; 2-е изд. под ред. Михайлова Б. К. – М.: Акварель, 2015. –200 с.
19. Николаева Л.А. и др. Типоморфизм самородного золота. Методические рекомендации для геологоразведочных работ. – М.: ЦНИГРИ, 2023. 74 с.
20. Петровская Н.В. Самородное золото. – М.: Наука, 1973. – 347 с.
21. Требования к определению объемной массы и влажности руды для подсчета запасов рудных месторождений. ГКЗ СССР. 1993.

22. Чемезов В.В., Тальгамер Б.Л. Техногенные россыпи (образование, оценка и эксплуатация). ИрГТУ. Иркутск. 2013.
23. Шаповалов В.С., Федоров С.Г., Бондаренко А.А. Методические рекомендации по учету запасов россыпного золота на площадях с низким фоном продуктивности. Золотодобыча. 2024.
24. Шилов Н.А. Основы учения о россыпях. М.: Наука, 1985. – 400 с.
25. Эксплуатационное опробование россыпных месторождений золота при открытом способе разработки. ПО «Северовостокзолото». Магадан. 1979

Фондовые

26. Андреева Е.Д. Проект на проведение разведки остаточных запасов россыпного золота на техногенном месторождении р. Черный Урюм в Могочинском районе Забайкальского края. ООО «Забайкалзолотопроект-Россыпь». 2021.
27. Белёвкин Е.С. Отчёт о результатах геологоразведочных работ по оценке техногенно-целиковой россыпи руч. Прав. Дарья за 1993-1998 гг. ООО НПФ «Компас Геосервис». 2001.
28. Белобородов А.В. Отсчет с подсчетом запасов по техногенной россыпи ручья Сухой Лог по состоянию на 01.01.2003 года для открытого раздельного способа отработки. ООО «НИЦ Перспектива». Бодайбо. 2003.
29. Бенедюк В.Ф. Отчет по переоценке запасов золота техногенной россыпи левобережной (Весенневской) террасы 20-25 м уровня р. Бодайбо выше месторождения Каменистый дражный полигон. ЗАО «Севзото». 2000.
30. Березин В.В. Обоснование и переоценка кондиций по россыпным месторождениям золота Дальнего Востока в 1983-84гг. (Технико-экономическое обоснование кондиций для переоценки запасов по техногенной россыпи р. Оемку-кл. Широкого при разработке 250-литровой драгой). Объединение Приморзолото. Дальневосточная геологоразведочная экспедиция. Хабаровск. 1984.
31. Биктимирова И.И. Отчет по оценочным работам на техногенной россыпи платины в долине среднего течения р. Мартьян за 2005-2006 гг. ОАО «Нейво-Рудянская ГРП. пос. Нейво-Рудянка. Свердловская обл. 2007.
32. Бычков А.Т. Доразведка техногенной россыпи в бассейне р. Удереи. ПО Енисейзолото. ГРЭ Сибзолоторазведка. Красноярск. 1988.
33. Бычков С.Б. Отчет по «Доразведке техногенной россыпи месторождения р. Ср. Ичугеем на 1987-1991 гг.». Объединение «Северовостокзолото». Геологическое управление. Певекская геологоразведочная экспедиция. Комсомольская геологоразведочная партия. Пос. Комсомольский. 1991.
34. Ван-Ван-Е А.П. Оценка природно-техногенного потенциала россыпных месторождений и способов их освоения в Хабаровском крае. ГУ ИГД ДВО РАН. Хабаровск. 2001.
35. Ворошилов С.А. Отчет о результатах геологоразведочных работ по переоценке техногенных россыпей в долине руч. Нежданный, правого притока р. Джалинда и р. Джалинда с подсчетом запасов россыпного золота по состоянию на 01.03.2002 г. ООО а/с «Исток». с. Соловьевск (Амурская обл.). 2002.
36. Ворошилов С.А., Глушенков В.Т. Отчет о результатах геологоразведочных работ, проведенных в 1995 г. с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.1996 г. по техногенной россыпи р. Джалинды. ООО а/с «Исток». с. Соловьевск (Амурская обл.). 1996
37. Ворохов В.А. Проект на проведение геологоразведочных работ на месторождении россыпного золота и гранатов руч. Унга-Нимгеркан с притоком руч. Поисковый в 2012-2014 гг. ООО а/с «Нимгеркан». Алдан. 2014.
38. Внуков Д.А. Геологический отчет по результатам геологоразведочных работ на техногенном месторождении россыпного золота руч. Петер (правый приток р. Дебин), в инт. линий 0-50, руч. Боковой и Гранитный (правые притоки руч. Петер) и ТЭО постоянных разведочных кондиций. ООО «Геоливестпроект». 2019.

39. Внуков Д.А. Отчёт о результатах проведения работ по разведке на техногенном месторождении россыпного золота руч. Спорный, правый приток р. Большой Кэпэрвеем, интервал р. л. 07-44-3. ООО «Геолинвестпроект». 2022.
40. Гаев С.А. Отчет с подсчетом запасов платины техногенной россыпи р. Чауж по состоянию на 01.12.2003 г. ЗАО НПП «Платур». пос. Уралец (Свердловская обл.). 2023.
41. Голдобин А.В. Отчет с подсчетом запасов золота по техногенным россыпям среднего течения р. Бодайбок для дражного и открытого раздельного способа отработки по состоянию на 01.01.2014 г. ООО «Ленгео». Бодайбо. 2014.
42. Голдобин А.В. Отчет с оперативным подсчетом запасов золота по техногенным россыпям р. Накатами выше устья руч. Аканак-Накатами (в интервале БЛ №№ 24-54) для открытого раздельного способа отработки по состоянию на 01.07.2011 г. ООО «Ленгео». Бодайбо. 2011.
43. Голдобин А.В. Отчет с подсчетом запасов золота по техногенным россыпям верхнего течения руч. Бол. Чанчик для открытого раздельного способа отработки по состоянию на 01.04.2010 г. ООО «Ленгео». Бодайбо. 2010.
44. Головизнин М.П. Отчет о результатах разведочных работ по переоценке запасов россыпного золота в техногенных отложениях руч. Гаргань (правый приток р.Зея) в 2001 г. а/с «Восток-1». Зея. 2002.
45. Горшков В.С. Поисково-оценочные работы на россыпное золото в техногенных образованиях долины р.Кара-Хем. АС Тыва. Кызыл. 2000.
46. Гурулев В.С. Разработка методических указаний по оценке техногенных запасов золота мелкозалегающих дражных полигонов Иркутской области. ОАО «ИРГИРЕД-МЕТ». Иркутск. 2002.
47. Джигоев Ю.Л. Отчет о проведении геологоразведочных работ на техногенном участке россыпи руч. Сухой, левый приток р. Кэнкэрэвеем в интервале р.л. 14-20 в 2013-15 гг. ООО «Интехкомс». Анадырь. 2016.
48. Долбилин С.А. Отчет по результатам проведения работ по разведке месторождения россыпного золота руч. Куклянка, левый приток р. Коневаам (интервал р.л. 48-201) Чаунского района Чукотского АО. ООО «Геолинвестпроект». 2022.
49. Добрянский Г.И. Поиски и оценка техногенных образований и флангов золотоносной россыпи Нарын. АС «Ойна». Кызыл. 2000.
50. Драчев А.В. Информационный отчет о результатах оценки техногенных образований долины р. Висим, проведенных в 1998 - 2001 гг., с подсчетом запасов платины и хромитов по состоянию на 01.01.2002 г.
51. Егоров А.А. Проведение разведки техногенной россыпи месторождения р. Средний Ичувеем в интервале р.л. 852 - 139 на 2013-2015 гг. ООО «А/С Чукотка». Пос. Комсомольский (Чукотский АО). 2015.
52. Еремин С.В. Отчет о результатах геологоразведочных работ, проведенных на техногенном месторождении россыпного золота «Королевская терраса» на левобережье р.Селемджа в 2006-2012 гг. ООО «Дагмара». Свободный (Амурская обл.). 2013.
53. Ерохин В.В. Отчет по геологоразведочным работам на россыпное золото по техногенной россыпи Кевакта за 2001-03 гг. с подсчетом запасов по состоянию на 01.12.2004 г. АС «Лена». Бодайбо. 2004.
54. Зенович О.А. Материалы подсчета запасов по техногенной россыпи золота р. Джалинда, участок Уральская площадь, по состоянию на 15.05.2010 г. ОАО «Прииск Соловьевский». Соловьевск (Амурская обл.). 2010.
55. Игнатьева О.П. Отчет с оперативным подсчетом запасов золота техногенной россыпи р. Угахан (средний и верхний участки), для открытого раздельного способа разработки по результатам геологоразведочных работ 2010-11гг. ООО «Новый Угахан». Бодайбо. 2011.

56. Исполинов В.А. Отчет о результатах проведенных поисково-оценочных и геологоразведочных работ на россыпное золото на техногенной россыпи реки Агда. ООО АС «Ниман». Софийск (Хабаровский край). 2002.
57. Кавчик Б.К. Оценка ресурсов и запасов крупного золота в техногенных россыпях. Иргиредмет. 2000.
58. Ковалев Л.Н. Отчет по результатам геологоразведочных работ на техногенном месторождении россыпного золота руч. Телькинджа с притоками Червонец и Солнечный за 2003-2005 гг. ПК с/а «Поиск». п. Аллах-Юнь (Республика Саха (Якутия)). 2005.
59. Колесникова О.А. Геологоразведочные работы на россыпное золото по техногенному комплексу месторождения руч. Ветренный, лев. пр. р. Обо, в 2019-2022 г. ООО «Конго». 2022.
60. Константинов В.Н., Гурулев В.С. Временные методические указания по оценке запасов техногенных россыпей золота дражных полигонов. Иргиредмет. 1985.
61. Константинов В.Н., Черенев С.С. Методика переоценки запасов техногенных россыпей дражных полигонов. Иргиредмет. Иркутск. 1982.
62. Коткин В.В., Тищенко Е.И. Прогнозно-поисковые работы по оценке прогнозных ресурсов техногенных отвалов, россыпей с тонким и мелким золотом с составлением карты золотоносности Ленского горнопромышленного района (Ленский объект). «Иркутскгеофизика». «ВостСибНИИГГиМС». Иркутск. 2007.
63. Кочергин Е.Ф. Отчет о результатах ревизионно-поисковых работ по переоценке техногенных отвалов отработанных россыпных месторождений золота в Центрально-Алданском районе в 2001-2003 гг. (геотехнологическая партия). ГУП РС (Я) "Алдангеология". Алдан. 2003 г.
64. Кузнецов А.Ж. Отчет о результатах геологического изучения с целью поисков и оценки россыпного золота на техногенной россыпи Большой Сап, проведенных в 2015-16 гг. (ТЭО временных разведочных кондиций и подсчет запасов по состоянию на 01.06.2017 г.). ООО Геосинтез. 2017.
65. Кузнецов В.И. Отчет «О результатах оценочных работ на техногенной россыпи платины верховьев Соловьева лога, проведенных в 2003-2004 годах». ПК «Кедр». пос. Ис (Свердловская обл.). 2004.
66. Кузьмин В.М. Отчет о результатах разведки техногенных месторождений россыпного золота в долине руч. Ясный (левый приток р. Деп) с левыми притоками ручьями Ближний и Случайный (россыпь Подкова) с подсчетом запасов по состоянию на 1.01. 2004 г. ООО «Ясное». г. Свободный (Амурская обл.). 2004
67. Куликов В.А., Красулина Н.А., Зяблцова Г.Ю. Отчет о доразведке россыпей золота и платины в бассейне р. Ис за 1986 - 1993 гг. ГУП Исетскзолоторазведка, Исовская ГРП. 1993.
68. Лаба В. И. Доразведка техногенных россыпей золота на территории деятельности прииска «Широкий» на 1988-1992 годы. Северовостокзолото. Пос. Широкий (Магаданская обл.). 1992.
69. Литвинцев В.С. Создание научных основ и эффективных технологий освоения россыпных месторождений благородных металлов. Разработка теории и рациональных технологий комплексного освоения техногенных россыпей ДВЭР. Институт горного дела (ИГД ДВО РАН). Хабаровск. 1998.
70. Мелехин А.Н. Отчёт по геологическому изучению и разведке россыпной платины в верховьях техногенной россыпи реки Чауж (участки Паньковский и Чауж-Мартьян) с подсчетом запасов. ООО «КОРВЕТ». Екатеринбург. 2008.
71. Мигачев И.Ф., Седельникова Г.В., Романчук А.И. и др. Основы технологии извлечения мелкого и тонкого золота из экзогенных и техногенных месторождений. Заключительный отчет по теме 12.19/11 за 1996-1998 гг. – М.: ЦНИГРИ, 1998. 217 с.

72. Мирзеханов Г.С., Курбатов Е.В. Разработка методики оценки потерь при обработке россыпных месторождений золота и критериев прогноза ресурсного потенциала техногенных комплексов» ДВИМС. Хабаровск. 2001. 177 с.
73. Михеенко В.В. Материалы подсчета запасов россыпного золота по данным эксплуатационной разведки техногенной россыпи реки Гайманка по состоянию на 15.01.2011 г. ОАО «Прииск Соловьевский». Соловьевск. 2011.
74. Мотина Л.И. Отчёт по проведенным поисковым и оценочным работам на техногенной россыпи платины Ивановского Увала (Восточный участок) за 2008 г. ТЭО временных кондиций. АС «Невьянский прииск». Невьянск. 2008.
75. Новиков В.Д. Отчет о доразведке техногенных образований месторождения россыпного золота р. Быстрая в 1988-1991 гг. ПО «Северовостокзолото», ГУ Анадырская ГРП. Пос. Отрожный (Чукотский АО). 1991.
76. Назарьев А.Ф. Техногенные россыпи бассейна р. Бодайбо (Дражный комплекс) на примере полигона драги № 63 (РГФ инв. № 301397). Иркутское ГУ. 1969.
77. Панова Т.Ю. Проект на проведение оценки и разведки остаточных запасов россыпного золота на техногенном месторождении р. Черный Урюм в Могочинском районе Забайкальского края. ОАО «Ксеньевский прииск». 2015.
78. Пермикин В.А. Отчет по проведенным разведочным работам на участке техногенного образования платины долины реки Ис от пос. Дружелюбный до пос. Маломальский за 2003-2009 гг. ОАО «Уралэлектромедь». Невьянск. 2009.
79. Пермикин В.А. Разведка техногенных образований отработанного Шуралинско-Ягодного месторождения россыпного золота. АС «Нейва». Невьянск. 2004.
80. Подкорытов П.П. Отчет о результатах работ по геологическому изучению техногенных образований центральной части Еленинской россыпи. ООО «Пласт- Гео-Тур». Пласт (Челябинская обл.). 2004.
81. Подкорытов П.П. Отчет о геологическом изучении техногенных образований южной части Каменно-Санарской россыпи. ЗАО «Кристалл». Пласт (Челябинская обл.). 2005.
82. Подойницын Г.Н. Отчет о результатах геологоразведочных работ по переоценке прогнозных ресурсов золота техногенной россыпи месторождения руч. Пр. Светлый, пр. пр. руч. Светлый (инт. р.л. 40-60) с подсчетом запасов на 1 июля 2014 г. АС «Луч». Билибино. 2014.
83. Поречин А.А. Подсчет запасов золота делювиально-техногенной россыпи Аскольдовского месторождения и россыпи современного морского пляжа бухты Наездник по состоянию на 1.1. 1979 г. Тихоокеанская морская ГРЭ. Владивосток. 1979.
84. Посельский Г.В. Отчет о результатах детальной разведки на техногенном месторождении россыпного золота руч. Горелый за 2012 г. по состоянию на 01.01.2013 г. ООО «КОНТИНЕНТ». Алдан. 2012.
85. Потехина Т.И. Отчет о результатах работ по оценке золотоносности техногенных россыпей террас в долине нижнего течения р. Енашимо за 2000-2005 с подсчетом запасов по состоянию на 1.06.2005. АО «Красноярскгеология». Красноярск. 2005.
86. Пунтусова З.И. Отчет с подсчетом запасов золота по техногенной россыпи р. Натаками для открытого раздельного способа разработки по состоянию на 01.09.2014 г. ЗАО ЗДК «Лензолото». Бодайбо. 2014
87. Рыльков С.А. Отчет по геологическому изучению и разведке россыпной платины в верховьях техногенной россыпи реки Чауж (участки Паньковский и Чауж-Мартьян) с подсчетом запасов. ООО «Корвет». Екатеринбург. 2008
88. Савченко П.К. Подсчет запасов техногенной россыпи р. Бульбукта. ИРГИРЕД-МЕТ. Иркутск. 1989.
89. Скляр А.А. Отчет о результатах детальной разведки техногенной россыпи золота руч. Таганья с притоком Случайный за 2000 г. с подсчетом запасов по состоянию на 1.05.2001г. ЗАО «Победа». п. Усть-Нера (Республика Саха (Якутия)). 2001.

90. Сойонова Е.П. Подсчет запасов золота по техногенной россыпи р. Каурчак. ГП «Прииск Алтайский». пос. Спасск. 2002.
91. Соломчук А.А. Отчет о проведении разведки техногенной россыпи золота месторождения р. Пильхинкууль в интервале разведочных линий 132-176; 186-256 за 2010-2014 годы (с подсчетом запасов золота). ООО «А/С «Полярная». пос. Полярный (Чукотский АО). 2016.
92. Терских С.Н. Окончательный геологический отчет о результатах проведения доразведки техногенной россыпи золота руч. Курун-Агалык за 2001-2006 гг. (по состоянию на 01.01.2007 г.). ЗАО «Победа». п. Усть-Нера. (Республика Саха (Якутия)). 2007.
93. Тимофеев В.В. Разработка техногенной золотоносной россыпи по р. Дарасун. «ЗабайкалцветметНИИпроект». Чита. 1993.
94. Тарасов А.С. Методическое сопровождение при опробовании и изучении техногенной россыпи платины рек Кондер и Уоргалан. ЦНИГРИ. 2015.
95. Троицкий В.В. Проектная документация на проведение работ по разведке техногенных россыпей в бассейне руч. Игуменовский, правый приток р. Тенька. АО «Гео-Центр». 2023.
96. Трубников Н.Б. Материалы подсчета запасов россыпного золота в остаточнокоралловых техногенных образованиях долины р. Большой Караурак на площади отработанной драгами №№ 88 и 89 (объект Нижнекарауракский). ОАО ЗДП «Коболдо». Благовещенск. 2010.
97. Усков В.М. Отчет о результатах оценочных работ, проведенных по техногенным отложениям отработанного месторождения «Ивановский Увал». ООО «Святогор». п. Ис (Свердловская обл.). 2009.
98. Уютов В.И. Детальная разведка техногенной россыпи благородных металлов р. Щучья (Норильский промышленный район) в 2000-2003 гг. АО «Рутений». Москва. 2017.
99. Федоренко Р.А. Проект на проведение разведки (доразведки) остаточных запасов россыпного золота на техногенном месторождении р. Итака, правого притока р. Черный Урюм, в Могочинском районе Забайкальского края. ООО «Забайкалзолотопроект-Россыпь». 2021.
100. Федченко Л.Н. Отчет по результатам отработки в 2002 г. техногенной отвалной россыпи в долинах рек Большой Догалдын и Правый Догалдын с переоценкой запасов. ЗАО Ленсиб. Бодайбо. 2003.
101. Хлевной М.М. Краткая характеристика глубокой и террасовой техногенных россыпей руч. Громовского с подсчетом запасов на 01.12.1989 г. для раздельного открытого способа отработки. ПО «Иркутскгеология». Энгажиминская партия. Бодайбо. 1989.
102. Чернявский К.А. Отчёт по результатам разведочных работ на техногенных образованиях (гале-эфельные образования) руч. Лев. Песчанка и руч. Егдэгкыч в пределах Баимской лицензионной площади (Билибинский район Чукотского автономного округа). ООО «Геоинвестпроект». 2021.
103. Чернявский К.А. Отчёт о результатах проведения работ по разведке на техногенном месторождении россыпного золота руч. Спорный, правый приток р. Большой Кэп-эрвеем, интервал р. л. 07-44-3. ООО «Геомаг». 2022.
104. Чупров С.А. Отчет по объекту «Геологоразведочные работы на золото в техногенных образованиях россыпного месторождения золота ручья Безымянный». ОАО «Рудник Каральвеем». Билибино (Чукотский АО). 2010.
105. Чупрова Н.В. Отчет с подсчетом запасов золота по техногенной россыпи р. Бодайбо «Прокопьевский дражный полигон» (устьевая часть руч. Бол. Чанчик) для дражного способа отработки. ЗАО «ЗДК «Лензолото». Бодайбо. 2014.
106. Швецов Т.П. Классификация техногенных россыпей золота Сибири и Востока РФ и основы методики их оценки и разведки. ЦНИГРИ. 1993.

107. Шевченко В.Д. Материалы подсчета запасов россыпного золота в техногенных отложениях месторождения руч. Гаргань, правого притока р. Зея по результатам промышленной эксплуатации 2002-2010 гг. Артель старателей «Восток-1». Зея (Амурская обл.). 2011.

108. Эпов Е.А. Переоценить запасы золота по техногенным россыпям руч. Аканак-Накатами (нижнее течение), разведанных для дражного вида добычи, в запасы для открытого раздельного способа отработки. ЗАО «Севзото». Иркутск. 1999.

109. Яцкевич В.А., Мигачев И.Ф., Седельникова Г.В., Риндзюнская Н.М. и др. Основы технологии извлечения мелкого и тонкого золота из экзогенных и техногенных месторождений. Информационный отчет по теме 12.19/11. – М.: ЦНИГРИ, 1996. 147 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ
(РОСНЕДРА)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Руководителя
Федерального агентства
по недропользованию



А.А. Гермаханов

« 29 » 2025 г.

04-17/9-пр от 10.09.2025



ПРОТОКОЛ № _

заседания Секции ресурсов и лицензирования твердых полезных ископаемых
научно-технического совета Федерального агентства по недропользованию

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

А.А. Гермаханов – Заместитель руководителя
Роснедра (председатель секции).

ПРИСУТСТВОВАЛИ:

Члены секции:

Руднев А.В.

Начальник Управления геологии твердых полезных
ископаемых Роснедра, (первый заместитель
председателя секции), очное присутствие;

Шамов Д.С.

Заместитель начальника Управления геологии
твердых полезных ископаемых Роснедра
(секретарь секции) , очное присутствие;

Тарасов А.В.

Заместитель начальника Управления
геологических основ, науки и информатики
Роснедра, очное присутствие;

Никишин Д.Л.

Заместитель директора ФГКУ
«Росгеолэкспертиза», кандидат юридических наук,
очное присутствие;

Иванов А.И.

Исполняющий обязанности генерального
директора ФГБУ «ЦНИГРИ»; доктор геолого-
минералогических наук, очное присутствие;

Рогожин А.А.

Первый заместитель генерального директора ФГБУ
«ВИМС», доктор геолого-минералогических наук,

Шпуров И.В.	очное присутствие; Генеральный директор ФБУ «ГКЗ», доктор геолого-минералогических наук, очное присутствие;
Персиянов Е.В.	Заместитель генерального директора ФБУ «ГКЗ» , очное присутствие;
Шумский Б.В.	Генеральный директор ФГБУ «ВНИИОкеангеология», письменная позиция;
Сытенков В.Н.	Первый заместитель председателя ЦРК-ТПИ Роснедр, письменная позиция;
Касимова Н.Г.	Заместитель начальника отдела геологии ТПИ Управления твердых полезных ископаемых Роснедра, письменная позиция;
Довгошия А.А.	Заместитель начальника отдела экзогенных месторождений благородных металлов ФГБУ «ЦНИГРИ», письменная позиция;
Итого: 13 чел., в том числе 9 чел. – очно, 4 – заочно (письменная позиция)	

Приглашенные:

Бабинов В.С.	Заместитель начальника Управления геологии твердых полезных ископаемых Роснедра;
Коровко А.А.	Генеральный директор ФГБУ «ВИМС»;
Наумов Е.А.	Первый заместитель генерального директора ФГБУ «ЦНИГРИ»;
Куликов Д.А.	Заместитель генерального директора ФГБУ «ЦНИГРИ»;
Миллер С.О.	Советник генерального директора ФГБУ «ВИМС»;
Ермаков Ф.Н.	Начальник отдела нерудных полезных ископаемых ФГБУ «ВИМС».
Итого: 6 чел.	

ПОВЕСТКА ЗАСЕДАНИЯ:

1. Рассмотрение результатов разработки нормативно-методического документа **«Методические рекомендации по разведке техногенных месторождений россыпного золота и платиноидов».**

2. Рассмотрение результатов разработки нормативно-методического документа **«Методические рекомендации к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по оперативному изменению состояния запасов россыпного золота техногенных (ранее нарушенных добычей) объектов».**

СЛУШАЛИ:

1. Сообщение Куликова Д.А.

О разработке нормативно-методического документа **«Методические рекомендации по разведке техногенных месторождений россыпного золота и платиноидов»**.

По решению, принятому на совещании под председательством Зам. Министра природных ресурсов и экологии РФ Д.Д. Тетенькина, проведенном 05.12.2023 г. (Протокол от 15.12.2023 № 08-16/457-пр), на основании обобщения результатов исследований и практического опыта работ на техногенных месторождениях россыпного золота разработаны рекомендации по применению оптимальных методик их разведки на различных стадиях геологоразведочных работ.

Даны определения техногенной россыпи и техногенного месторождения россыпного золота. Предлагается включать в состав техногенного комплекса месторождения недоработки исходной целиковой россыпи, если доказано отсутствие их самостоятельного промышленного значения или их размер меньше 2-кратного размера ячейки разведочной сети целиковой россыпи.

Изложены принципы группировки техногенных россыпей по вещественному составу, морфологическим типам, способам отработки исходных целиковых россыпей.

Учтены особенности строения техногенных россыпей, характер распределения металла в техногенных отложениях, причины потерь металла при отработке целиковых россыпей. Предложено техногенные месторождения россыпного золота относить к 4 группе по сложности геологического строения.

Описаны положения о последовательности и вариантах оценки и разведки техногенных месторождений россыпного золота и платиноидов в зависимости от наличия достоверных ретроспективных данных.

Определены параметры сетей разведочных выработок, рассмотрены виды опробования и размеры проб, основные технические средства, используемые при геологоразведочных работах, методы изучения горно-геологических и гидрогеологических условий, характеристик самородного металла, технологических свойств, попутных полезных ископаемых.

Изложены применяемые параметры разведочных кондиций, основные принципы подсчета запасов и мероприятия по охране окружающей среды.

Методические рекомендации состоят из Введения, 4 глав и Заключения, Списка литературы, объем – 116 стр.

2. Сообщение Персиянова Е.В.

О разработке нормативно-методического документа **«Методические рекомендации к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по оперативному изменению состояния запасов россыпного золота техногенных (ранее нарушенных добычей) объектов»**.



В целях реализации требований с ч. 2 ст. 29 Закона РФ от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах», реализации требований, установленных Правилами проведения государственной экспертизы запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации о предоставляемых в пользование участках недр, определения размера и порядка взимания платы за ее проведение, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 01 марта 2023 г. № 335, представлены на рассмотрение «Методические рекомендации к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по оперативному изменению состояния запасов россыпного золота техногенных (ранее нарушенных добычей) объектов», подготовленные специалистами ФБУ «ГКЗ».

В Методических рекомендациях по подготовке материалов оперативного изменения запасов даны определения техногенных объектов россыпного золота, включая отнесение к ним остаточных недоработок целиковых частей россыпи, охранных целиков, плотика, отвечающих определенным в рекомендациях критериям.

Установлена предельная величина запасов, представляемых на государственную экспертизу материалов по оперативному изменению запасов как до начала геологоразведочных работ, так и по итогам года по результатам опытно-промышленной разработки или отработки в соответствии с техническим проектом.

Установлена возможность оперативного изменения состояния запасов техногенного россыпного золота без разработки ТЭО обоснования разведочных кондиций, но с применением районных кондиций или по расчетному параметру минимального промышленного содержания золота в блоке годовой производительности.

Определено, что в большинстве своем техногенные объекты россыпного золота относятся к 4 группе по сложности геологического строения, при которой все запасы, вовлекаемые в отработку, по степени изученности могут быть отнесены к категории С₂.

Даны рекомендации к составу и оформлению представляемых на государственную экспертизу материалов по оперативному изменению состояния запасов россыпного золота техногенных объектов, в том числе, определена возможность подсчета запасов на основании достаточных и достоверных архивных данных статистических форм отчетности, технологических данных, данных геолого-маркшейдерского учета ранее проведенных геологоразведочных работ.

Методические рекомендации направлены на оказание практической помощи пользователям недр и организациям, осуществляющим подготовку документов и материалов по оперативному изменению состояния запасов россыпного золота и попутных компонентов техногенных (ранее нарушенных добычей) объектов.

Методические рекомендации изложены на 9 стр. и включают 3 раздела.



ВЫСТУПИЛИ:

Гермаханов А.А., Руднев А.В., Иванов А.И., Никишин Д.Л., Шпуров И.В., Рогожин А.А., Бабилов В.С.

СЕКЦИЯ ОТМЕЧАЕТ:

1. Разработка **Методических рекомендаций по разведке техногенных месторождений россыпного золота и платиноидов** осуществлялась рабочей группой квалифицированных сотрудников ФГБУ «ЦНИГРИ» с привлечением ведущих специалистов отрасли и обладающих соответствующими знаниями и многолетним опытом работы, в том числе по рассматриваемому направлению (Агibalов О.А., Захаров А.П., Краснов А.Н., Куликов Д.А., Тарасов А.С., Шатилова Л.В.). Общее руководство работой осуществлялось Ивановым А.И.

Методические рекомендации по разведке представлены на рассмотрение с учетом внесенных замечаний и предложений специалистов ФГКУ «Росгеолэкспертиза», ФБУ «ГКЗ», ФБГУ «ВИМС», АО «ГДК «Берелех», Союза старателей России и Управления твердых полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию и могут быть рекомендованы к применению при выполнении геологоразведочных работ на техногенных месторождениях россыпного золота и платиноидов.

2. Разработка **Методических рекомендаций к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по оперативному изменению состояния запасов россыпного золота техногенных (ранее нарушенных добычей) объектов** осуществлялась рабочей группой квалифицированных сотрудников ФБУ «ГКЗ» с привлечением ведущих специалистов отрасли и обладающих соответствующими знаниями и многолетним опытом работы, в том числе по рассматриваемому направлению (Внуков Д.А., Галкин В.Г., Лазарев А.Н., Персиянов Е.В., Тарасенко Т.А.).

Методические рекомендации по подготовке материалов оперативного изменения запасов представлены на рассмотрение с учетом внесенных замечаний и предложений специалистов профильных подведомственных организаций и Управлений Федерального агентства по недропользованию и могут быть рекомендованы к применению при подсчете запасов техногенных месторождений россыпного золота и платиноидов.

3. Рассмотренные документы при их совместном применении позволят при соблюдении требований статьи ст. 29 Закона РФ «О недрах» упростить подготовку материалов для государственной экспертизы запасов и государственную экспертизу запасов россыпного золота техногенных (ранее нарушенных добычей) объектов, а так же сократить сроки подготовки и проведения государственной экспертизы материалов до 2 месяцев.



РЕШЕНИЕ ЗАСЕДАНИЯ СЕКЦИИ:

1. Одобрить «Методические рекомендации по разведке техногенных месторождений россыпного золота и платиноидов» и рекомендовать Роснедра, территориальным органам Роснедра, подведомственным учреждениям Роснедра, недропользователям к применению.

Включить настоящий Протокол в состав Методических рекомендаций по разведке техногенных месторождений россыпного золота и платиноидов.

2. Одобрить «Методические рекомендации к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по оперативному изменению состояния запасов россыпного золота техногенных (ранее нарушенных добычей) объектов» и рекомендовать Роснедра, территориальным органам Роснедра, подведомственным учреждениям Роснедра, недропользователям к применению.

3. ФГКУ «Росгеолэкспертиза», на основе одобренных и рекомендуемых к применению нормативно-методических документов, указанных в п. 1 и п. 2, выработать и внедрить в практику экспертизы проектов ГРР единый методический подход по минимально необходимому комплексу работ в проектах геологоразведочных работ на техногенных (ранее нарушенных добычей) объектах россыпной золотодобычи, включающих необходимости выполнения опытно-промышленной разработки на участке недр, как вида геологоразведочных работ.

4. ФБУ «ГКЗ»:

– обеспечить единообразие применения филиалами ФБУ «ГКЗ» методики экспертизы материалов подсчета запасов техногенных месторождений россыпного золота и платиноидов при их первичном и ежегодных представлениях на государственную экспертизу в соответствии с Методическими рекомендациями к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по оперативному изменению состояния запасов россыпного золота техногенных (ранее нарушенных добычей) объектов;

- в срок до 01.09.2025 совместно с недропользователями завершить составление Типового Отчета с оперативным изменением состояния запасов техногенного месторождения россыпного золота в соответствии с Методическими рекомендациями к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по оперативному изменению состояния запасов россыпного золота техногенных (ранее нарушенных добычей) объектов для его направления на Государственную экспертизу;

- в срок до 31.12.2027 обобщить опыт подготовки недропользователями материалов (отчетов) с оперативным изменением состояния запасов техногенных месторождений россыпного золота и их государственной экспертизы, при необходимости, внести изменения в Методические

рекомендации к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по оперативному изменению состояния запасов россыпного золота техногенных (ранее нарушенных добычей) объектов и представить их на рассмотрение НТС Роснедра.

5. ФГБУ «ЦНИГРИ» продолжить работы по сбору и обобщению опыта разведки техногенных месторождений россыпного золота и платиноидов и в срок до 31.12.2027 года по результатам анализа предложений заинтересованных лиц и анализа практики применения Методических рекомендаций по разведке техногенных месторождений россыпного золота и платиноидов, при необходимости, внести изменения в методику разведки, изложенную в рекомендациях, и представить на рассмотрение НТС Роснедра.

Заместитель Председателя секции

А.В. Руднев

Секретарь секции

Д.С. Шамо́в

Позиция
члена научно-технического совета Роснедра
по вопросам, рассмотренным 06.08.2025 на заседании Секции ресурсов и
лицензирования твердых полезных ископаемых научно-технического совета
Федерального агентства по недропользованию

Замечаний и предложений к рассмотренным на заседании Секции НТС Роснедра двум научно-методическим документам:

- «Методические рекомендации по разведке техногенных месторождений россыпного золота и платиноидов»;

- «Методических рекомендаций к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по оперативному изменению состояния запасов россыпного золота техногенных (ранее нарушенных добычей) объектов»;

не имею.

Согласен с решениями, принятыми по результатам проведения Секции. Считаю указанные научно-методические методические подготовленными для применения Роснедра, территориальными органами Роснедра, подведомственными учреждениям и недропользователями

По другим решениям Секции, относительно дальнейшей работы ФГКУ «Росгеолэкспертиза», ФБУ «ГКЗ» и ФГБУ «ЦНИГРИ» на основе одобренных и рекомендуемых к применению нормативно-методических документов, возражений не имею

Должность
Заместитель начальника
отдела экзогенных
месторождений благородных
металлов ФГБУ «ЦНИГРИ»

Подпись



ФИО



Позиция
члена научно-технического совета Роснедра
по вопросам, рассмотренным 06.08.2025 на заседании Секции ресурсов
и лицензирования твердых полезных ископаемых научно-технического
совета Федерального агентства по недропользованию

Замечаний и предложений к рассмотренным на заседании Секции НТС Роснедра двум научно-методическим документам:

- «Методические рекомендации по разведке техногенных месторождений россыпного золота и платиноидов»;
 - «Методических рекомендаций к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по оперативному изменению состояния запасов россыпного золота техногенных (ранее нарушенных добычей) объектов»;
- не имею.

Согласен с решениями, принятыми по результатам проведения Секции. Считаю указанные научно-методические методические подготовленными для применения Роснедра, территориальными органами Роснедра, подведомственными учреждениям и недропользователями

По другим решениям Секции, относительно дальнейшей работы ФГКУ «Росгеолэкспертиза», ФБУ «ГКЗ» и ФГБУ «ЦНИГРИ» на основе одобренных и рекомендуемых к применению нормативно-методических документов, возражений не имею

Должность:
Зав.отдела ФГБУ «ВИМС»

Подпись

ФИО
Сытенков Виктор
Николаевич

07.08.2025



Позиция
члена научно-технического совета Роснедра
по вопросам, рассмотренным 06.08.2025 на заседании Секции ресурсов и
лицензирования твердых полезных ископаемых научно-технического совета
Федерального агентства по недропользованию

Замечаний и предложений к рассмотренным на заседании Секции НТС Роснедра двум научно-методическим документам:

- «Методические рекомендации по разведке техногенных месторождений россыпного золота и платиноидов»;

- «Методических рекомендаций к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по оперативному изменению состояния запасов россыпного золота техногенных (ранее нарушенных добычей) объектов»;

не имею.

Согласен с решениями, принятыми по результатам проведения Секции. Считаю указанные научно-методические методические подготовленными для применения Роснедра, территориальными органами Роснедра, подведомственными учреждениям и недропользователями

По другим решениям Секции, относительно дальнейшей работы ФГКУ «Росгеолэкспертиза», ФБУ «ГКЗ» и ФГБУ «ЦНИГРИ» на основе одобренных и рекомендуемых к применению нормативно-методических документов, возражений не имею

Заместитель начальника
отдела геологии ТПИ
Управления твердых
полезных ископаемых
Роснедра



Касимова Наталья
Гаухарбековна

Позиция

члена научно-технического совета Роснедра
по вопросам, рассмотренным 06.08.2025 на заседании Секции ресурсов и
лицензирования твердых полезных ископаемых научно-технического совета
Федерального агентства по недропользованию

Замечаний и предложений к рассмотренным на заседании Секции НТС
Роснедра двум научно-методическим документам:

- «Методические рекомендации по разведке техногенных месторождений
россыпного золота и платиноидов»;

- «Методических рекомендаций к составу и правилам оформления
представляемых на государственную экспертизу материалов по оперативному
изменению состояния запасов россыпного золота техногенных (ранее
нарушенных добычей) объектов».

не имею.

Согласен с решениями, принятыми по результатам проведения Секции.
Считаю указанные научно-методические методические подготовленными для
применения Роснедра, территориальными органами Роснедра,
подведомственными учреждениям и недропользователями

По другим решениям Секции, относительно дальнейшей работы ФГКУ
«Росгеолэкспертиза», ФБУ «ГКЗ» и ФГБУ «ЦНИГРИ» на основе одобренных и
рекомендуемых к применению нормативно-методических документов,
возражений не имею

Генеральный директор ФГБУ
«ВНИИОкеангеология»



Шумский Б.В.

8 августа 2025 г.